



UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA



ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES
Departamento de Ingeniería Eléctrica

TRABAJO FIN DE GRADO

**ESTUDIO COMPARATIVO DE LA EFICIENCIA ELÉCTRICA EN UN
CENTRO DE USO PÚBLICO DE LA PROVINCIA DE MÁLAGA
MEDIANTE SOFTWARE DE APLICACIÓN**

Grado en Ingeniería Eléctrica

Autora: Marina Porras García

Tutor: Juan Bernabé García González

MÁLAGA, junio de 2025



RESUMEN

En el presente Trabajo de Fin de Grado se ha realizado un estudio comparativo de la eficiencia eléctrica en la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad de Málaga, centrado en los módulos A3, A4, A5, S2, S3 y E.

En primer lugar, se han digitalizado en AutoCAD los planos de los edificios mencionados, facilitados por la Universidad. A partir de estos planos y mediante el uso del software Revit, se han modelado los edificios en 3D.

Para realizar los cálculos eléctricos necesarios, se han utilizado los software CYPELEC Electrical Mechanims, CYPELEC Distribution y CYPELEC REBT. En CYPELEC Electrical Mechanims se han introducido los mecanismos individuales (interruptores, enchufes, puntos de luz...), mientras que en CYPELEC Distribution se ha modelado la red de canalizaciones desde la acometida principal hasta los receptores, obteniendo así las longitudes de los conductores. Mediante CYPELEC REBT se han modelado los esquemas unifilares de la instalación, se han realizado los cálculos eléctricos y verificado el cumplimiento del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

Además, se ha realizado un estudio de la iluminación, cambiando las luminarias fluorescentes actuales por luminarias con tecnología LED, verificando los resultados mediante CYPELUX.

Se ha utilizado la metodología BIM, subiendo la información de cada fase al proyecto común creado en BIMservercenter.com, facilitando el intercambio de datos entre los programas.

Una vez calculada la instalación actual, se analizaron posibles mejoras en términos de eficiencia eléctrica y costes. Esta comparativa ha permitido identificar las opciones más viables y eficientes desde el punto de vista energético y económico.

Se concluye con recomendaciones para mejorar la eficiencia eléctrica del centro, destacando las soluciones más eficientes y rentables. Este Trabajo de Fin de Grado además de aportar un análisis de la situación actual de la edificación, ofrece propuestas para optimizar el consumo eléctrico en la facultad.

PALABRAS CLAVE

Baja Tensión, consumo eléctrico, eficiencia eléctrica, gestión sostenible, instalaciones eléctricas, optimización energética.



ABSTRACT

In this Final Degree Project, a comparative study of electrical efficiency was conducted at the Faculty of Health Sciences of the University of Malaga, focusing on modules A3, A4, A5, S2, S3 and E.

First, the plans of the aforementioned buildings, provided by the University, were digitized in AutoCAD. From these plans, the buildings were modeled in 3D using Revit software.

To perform the necessary electrical calculations, CYPELEC Electrical Mechanism, CYPELEC Distribution and CYPELEC REBT software were used. In CYPELEC Electrical Mechanism, individual mechanisms (switches, sockets, light points, etc.) were entered, while in CYPELEC Distribution, the conduit network was modeled from the main connection to the receptacles, thus obtaining the conductor lengths. Using CYPELEC REBT, the single-line diagrams of the installation were modeled, the electrical calculations were performed, and compliance with the Low Voltage Electrical Regulations was verified.

In addition, a lighting study was conducted, replacing the current fluorescent lighting fixtures with LED technology, and verifying the results using CYPELUX.

The BIM methodology was used, uploading information from each phase to the common project created on BIMservercenter.com, facilitating data exchange between programs.

Once the current installation was calculated, potential improvements in terms of electrical efficiency and costs were analyzed. This comparison allowed us to identify the most viable and efficient options from an energy and economic perspective.

It concludes with recommendations for improving the center's electrical efficiency, highlighting the most efficient and cost-effective solutions. This Final Degree Project, in addition to providing an analysis of the current situation of the building, offers proposals for optimizing the faculty's electrical consumption.

KEYWORDS

Low voltage, electrical consumption, electrical efficiency, sustainable management, electrical installations, energy optimization.



ÍNDICE

1.	Introducción.....	1
1.1	Objetivo.....	1
1.2	Alcance.....	1
1.3	Antecedentes.....	2
1.4	Emplazamiento.....	3
1.5	Actividad.....	3
1.6	Normativa aplicada.....	4
1.7	Programas utilizados.....	4
2	Distribución funcional y modelado arquitectónico.....	5
2.1.	Modelado en Revit.....	5
2.1.1.	Objetivo.....	5
2.1.2.	Modelado.....	5
2.1.1.	Módulo A3.....	7
2.1.2.	Módulo A4.....	8
2.1.3.	Módulo A5.....	9
2.1.4.	Módulos S2 y S3.....	9
2.1.5.	Módulo E.....	11
3	Interoperabilidad BIM.....	13
4	Instalación eléctrica.....	15
4.1	Descripción de la instalación.....	15
4.1.1	Instalación eléctrica en zonas críticas. Quirófano del módulo A3.....	17
4.1.2	Visita a la instalación.....	19
4.2	CYPELEC Electrical Mechanism.....	21
4.3	CYPELEC Distribution.....	22
4.4	CYPELEC REBT.....	23
5	Analizador de redes.....	25
5.1	Equipo de medición.....	25
5.2	Resumen de medición.....	26
5.3	Cuadro secundario CS-EDF A3-S2 SP.....	26
5.4	Resultados y análisis.....	27
5.4.1	Tensiones.....	27
5.4.2	Intensidades.....	30
5.4.3	Factor de potencia.....	33
5.4.4	Energía activa.....	33
5.4.5	Eventos.....	35
5.5	Posibles mejoras.....	36

5.6	Conclusiones del estudio realizado con el analizador de redes	37
6	Estudio de la iluminación	39
6.1	Introducción.....	39
6.2	Lámparas actuales.....	39
6.2.1	Philips MASTER TL5 HE 14W.....	39
6.2.2	Philips MASTER TL5 HO 54W	41
6.2.3	Philips PL-S 11W.....	41
6.2.4	Philips EFIX TCS260 1x54W	42
6.3	Luminarias propuestas	43
6.3.1	Philips Coreline Panel g6 26W	43
6.3.2	Philips Coreline Panel gen6 38W	44
6.3.3	Philips Coreline Panel gen6 45W	44
6.3.4	LuxSpace empotrable 44W	45
6.3.5	Philips MASTER LEDtube HF 1200mm HE 16.5W 840 T5	46
6.3.6	Resumen de lámparas actuales y propuestas.....	47
6.4	Comparación y resultados.....	47
6.4.1	TBS165 con cuatro tubos MASTER TL5 HE 14W VS Philips Coreline Panel g6 26W	48
6.4.2	TBS165 con cuatro tubos MASTER TL5 HO 54W VS Philips Coreline Panel g6 38W	49
6.4.3	TBS165 con cuatro tubos MASTER TL5 HO 54W VS Philips Coreline Panel g6 45W	50
6.4.4	Philips PL-S 11W VS Philips LuxSpace empotrable 44W	51
6.4.5	Philips EFIX TCS260 1x54W VS Philips MASTER LEDtube HF 1200mm HE 16.5W 840 T5.....	52
6.5	Estudio en CYPELUX.....	53
7	Eficiencia eléctrica	56
7.1	Pérdidas en los conductores por efecto Joule.....	56
7.1.1	CUADRO GENERAL DE BAJA TENSIÓN	57
7.1.2	CS-BIBLIOTECA SP.....	58
7.1.3	CS-BIBLIOTECA SN	59
7.1.4	CS-EDF A4-S3 SP.....	61
7.1.5	CS-EDF A4-S3 SN	62
7.1.6	CS-EDF A3-S2 SP.....	65
7.1.7	CS-EDF A3-S2 SN	67
7.1.8	CUADROS AUXILIARES.....	70
7.2	Mejora de la eficiencia eléctrica	73
7.2.1	CUADRO GENERAL DE BAJA TENSIÓN	74



7.2.2	CS-BIBLIOTECA SP.....	75
7.2.3	CS-BIBLIOTECA SN	76
7.2.4	CS-EDF A4-S3 SP.....	77
7.2.5	CS-EDF A4-S3 SN	79
7.2.6	CS-EDF A3-S2 SP.....	81
7.2.7	CS-EDF A3-S2 SN	82
7.2.8	CUADROS AUXILIARES.....	84
8	Conclusiones	88
9	Bibliografía.....	90
ANEXOS		92
ANEXO A: RESULTADOS.....		93
A.1	RESULTADOS CYPELEC REBT	94
A.2	RESULTADOS CYPELUX	118
ANEXO B: PLANOS		140

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Descripción de circuitos eléctricos del Cuadro General de Baja tensión	16
Tabla 2. Cuadro materiales mecanismos eléctricos	21
Tabla 3. Tensiones medidas en CS-EDF A3-S2-SP	27
Tabla 4. Intensidades medidas en CS-EDF A3-S2 SP	30
Tabla 5. Factor de Potencia en CS-EDF A3-S2 SP	33
Tabla 6. Factor de Potencia en CS-EDF A3-S2 SP	33
Tabla 7. Luminarias actuales y luminarias propuestas.....	47
Tabla 8. Comparativa TBS165 (4x14W) con Coreline Panel g6 26W	48
Tabla 9. Comparativa TBS165 (4x54W) con Coreline Panel g6 38W	49
Tabla 10. Comparativa TBS165 (4x54W) con Coreline Panel g6 45W	50
Tabla 11. Comparativa Philips PL-S 11W con Philips LuxSpace empotrada 44W	51
Tabla 12. Comparativa Philips EFIX TCS260 1x54W con Philips MASTER LEDtube HF 16,5W T5	53
Tabla 13. Pérdidas en los conductores en el circuito C.G.B.T.	57
Tabla 14. Pérdidas en los conductores en el circuito CS-BIBLIOTECA SP	59
Tabla 15. Pérdidas en los conductores en el circuito CS-BIBLIOTECA SN	61
Tabla 16. Pérdidas en los conductores en el circuito CS-EDF A4-S3 SP	62
Tabla 17. Pérdidas en los conductores en el circuito CS-EDF A4-S3 SN	65
Tabla 18. Pérdidas en los conductores en el circuito CS-EDF A3-S2 SP	67
Tabla 19. Pérdidas en los conductores en el circuito CS-EDF A3-S2 SN	70
Tabla 20. Pérdidas en los conductores en el circuito CA-TALLER.....	70
Tabla 21. Pérdidas en los conductores en el circuito CA-LABORATORIO T1	70
Tabla 22. Pérdidas en los conductores en el circuito CA-LABORATORIO T2	71
Tabla 23. Pérdidas de los conductores en el circuito CA-LABORATORIO T3	71
Tabla 24. Pérdidas en los conductores en el circuito CA-LABORATORIO TIPO E	72
Tabla 25. Pérdidas en los conductores en el circuito CA-LABORATORIO TIPO F	72
Tabla 26. Pérdidas en los conductores en el circuito CA-QUIRÓFANO	73
Tabla 27. Tiempo amortización en años de los conductores del C.G.B.T.....	74
Tabla 28. Tiempo amortización en años de los conductores del CS-BIBLIOTECA SP.....	76
Tabla 29. Tiempo amortización en años de los conductores del CS-BIBLIOTECA SN	77
Tabla 30. Tiempo amortización en años de los conductores del CS-EDF A4-S3 SP	78
Tabla 31. Tiempo amortización en años de los conductores del CS-EDF A4-S3 SN	80



Tabla 32. Tiempo amortización en años de los conductores del CS-EDF A3-S2 SP	82
Tabla 33. Tiempo amortización en años de los conductores del CS-EDF A3-S2 SN	83
Tabla 34. Tiempo amortización en años de los conductores del CA-TALLER	84
Tabla 35. Tiempo amortización en años de los conductores del CA-LABORATORIO 1	84
Tabla 36. Tiempo amortización en años de los conductores del CA-LABORATORIO 2	85
Tabla 37. Tiempo amortización en años de los conductores del CA-LABORATORIO 3	85
Tabla 38. Tiempo amortización en años de los conductores del CA-LABORATORIO TIPO E	86
Tabla 39. Tiempo amortización en años de los conductores del CA-LABORATORIO TIPO F	86
Tabla 40. Tiempo amortización en años de los conductores del CA-QUIRÓFANO	87

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Situación energética de los edificios de la Unión Europea. [2].....	2
Figura 2. Vista aérea de la Facultad de Ciencias de la Salud. [4]	3
Figura 3. Distribución de los edificios de la Facultad de Ciencias de la Salud.	5
.....	6
Figura 4. Modelado en Revit de los edificios del proyecto vista frontal.	6
Figura 6. Renderizado en Revit de los edificios del proyecto.	7
Figura 7. Modelado en Revit del módulo A3 vista delantera.	7
Figura 8. Modelado en Revit del módulo A3 vista trasera.	8
Figura 9. Modelado en Revit del módulo A3 vista delantera.	8
Figura 10. Modelado en Revit del módulo A3 vista trasera.	8
Figura 11. Modelado en Revit del módulo A5 vista delantera.	9
Figura 12. Modelado en Revit del módulo A5 vista trasera.	9
Figura 13. Modelado en Revit del módulo S2 vista trasera.	9
Figura 14. Modelado en Revit del módulo S2 vista trasera.	10
Figura 15. Modelado en Revit del módulo S2 vista interior.	10
Figura 16. Modelado en Revit de los módulos A3 y S2.....	10
Figura 17. Modelado en Revit de los módulos A4 y S3.....	11
Figura 18. Modelado en Revit del módulo E vista delantera.	11
Figura 19. Modelado en Revit del módulo E vista delantera.	11
Figura 20. Modelado en Revit del módulo E vista trasera.	12
Figura 21. Modelado en Revit del módulo E vista interior.	12
Figura 22. Tecnología Open BIM como herramienta de proyecto. [5].....	13
Figura 23. Flujo de trabajo. [6].....	14
Figura 24. Ejemplo de un esquema general de la instalación eléctrica de un quirófano. [7].....	18
Figura 25. Cuadros eléctricos en la sala de instalaciones.....	19
Figura 26. Cuadro General de Baja Tensión.....	19
Figura 27. (a) Relés diferenciales EDF A2-S3 SP y EDF A4-S3. (b) Relé diferencial BIBLIOTECA SP.....	20
Figura 28. (a) Interruptor diferencial CS. EDF A3-S2 SP. (b) Interruptor diferencial CS. A4-S3 SP.....	20
Figura 29. Interruptor diferencial CS. BIBLIOTECA SP.....	21
Figura 30. Distribución de canalizaciones y circuitos en CYPELEC Distribution..	22
Figura 31. Distribución de canalizaciones y circuitos en CYPELEC Distribution..	23
Figura 32. Distribución de canalizaciones y circuitos en CYPELEC Distribution..	23
Figura 33. Entorno programa CYPELEC REBT con el unifilar de la instalación ..	24

Figura 34. Instalación de analizador de redes en el cuadro CS-EDF A3-S2-SP ..	25
Figura 35. Analizador de redes Fluke 435 serie II	26
Figura 36. Gráfica de tensión mínima medida en el cuadro secundario CS-EDF A3-S2-SP	28
Figura 37. Gráfica de tensión máxima medida en el cuadro secundario CS-EDF A3-S2 SP	28
Figura 38. Gráfica de tensión máxima medida en el neutro en el cuadro secundario CS-EDF A3-S2 SP	29
Figura 39. Gráfica de intensidad máxima medida en el neutro en el cuadro secundario CS-EDF A3-S2 SP	31
Figura 40. Gráfica de intensidades durante la semana medidas en CS-EDF A3-S2 SP.....	32
Figura 41. Gráfica de intensidades durante las distintas horas medidas el día 08/10/2024 en CS-EDF A3-S2 SP.....	32
Figura 42. Energía activa medida en CS-EDF A3-S2 SP.....	34
Figura 43. Energía activa medida en CS-EDF A3-S2 SP el 08/10/2024	35
Figura 44. Evento de onda domingo 06/10/2024 a las 3:45:09 en el CS-EDF A3-S2 SP.....	35
Figura 45. Evento RMS domingo 06/10/2024 a las 3:34:09 en el CS-EDF A3-S2 SP	36
Figura 46. Lámpara Philips MASTER TL5 14W	40
Figura 47. (a) Laboratorios Docentes [10] (b) Sala de actividades espacio europeo	40
Figura 48. Lámpara Philips MASTER TL5 54W [11]	41
Figura 49. Philips PL-S 11W	41
Figura 50. Zona de lectura de la biblioteca. [13].....	42
Figura 51. Philips EFIX TCS260 1x54W	42
Figura 52. Luminaria Philips Coreline Panel gen6 [15].....	43
Figura 53. Curvas fotométricas RC132V G6 36S/840 PSU W60L60 OC	43
Figura 54. Curvas fotométricas RC132V G6 50S/840 PSD W60L60 OC	44
Figura 55. Curvas fotométricas RC132V G6 48S/840 PSu W60L60 OC IP65	45
Figura 56. Luminaria LuxSpace empotrable 44W	45
Figura 57. Curvas fotométricas DN570B LED60S/840 DIA-VLC-E WH	46
Figura 58. Curvas fotométricas Master LEDtube HF 1200mm HE 16.5W 840 T5 46	
Figura 59. Curvas fotométricas en 3D de las luminarias propuestas en CYPELUX.	53
Figura 60. Curvas fotométricas en 3D de las luminarias propuestas en CYPELUX.	54
Figura 61. Isovalores e isolíneas en CYPElux de planta baja con las luminarias propuestas.....	55



Figura 62. Isovalores e isolíneas en CYPElux de 1ª planta con las luminarias propuestas..... 55



ÍNDICE DE ECUACIONES

(1) Cálculo del consumo anual de energía.....	47
(2) Ahorro económico anual.....	47
(3) Reducción anual de emisiones de CO ₂	48
(4) Tiempo de retorno de la inversión.....	48
(5) Potencia disipada en un circuito monofásico.....	56
(6) Potencia disipada en un circuito trifásico.....	56
(7) Cálculo de la resistencia eléctrica de un conductor.....	56
(8) Ahorro de potencia por reducción de pérdidas en conductores eléctricos....	74
(9) Ahorro energético anual.....	74
(10) Ahorro económico anual por reducción del consumo energético.....	74
(11) Sobrecoste por aumento de sección del conductor.....	74
(12) Cálculo del tiempo de amortización de la inversión.....	74

1. INTRODUCCIÓN

1.1 OBJETIVO

El presente Trabajo de Fin de Grado pretende analizar la eficiencia eléctrica en un centro de uso público, la Facultad de Ciencias de la Salud de Málaga, y compararla con los cambios realizados en la instalación pretendiendo una mejora de dicha eficiencia. Esta comparativa se realizará mediante varios programas para calcular el ahorro eléctrico y realizar las comprobaciones de que este cambio sería posible sin dejar de cumplir las normativas.

Los programas utilizados, que se detallarán más adelante, son AutoCAD y Revit para la digitalización y representación de los edificios, CYPElux para analizar las luminarias actuales y conseguir una comparación cambiando éstas por otras más optimizadas y CYPELEC Mechanism, Distribution y REBT para realizar los cálculos eléctricos.

Implementando la metodología BIM se ha integrado de forma progresiva la información a lo largo de distintas fases, subiendo la información obtenida de cada programa a BIMservercenter.com e importándola de unos programas a otros. Esto, además, facilita la actualización de los modelos según las necesidades futuras de los edificios, para modificaciones o renovaciones de la instalación, incluso implementar el resto de instalaciones y continuar con esta mejora de eficiencia energética.

Además de comparar y mejorar la eficiencia eléctrica de la instalación de los edificios, se analizará el impacto económico y el impacto ambiental positivo que puede suponer el ahorro eléctrico. Por ello, optimizar el consumo eléctrico es importante para reducir tanto los costes como minimizar la huella de carbono, contribuyendo a la eficiencia eléctrica de la universidad.

1.2 ALCANCE

En este Trabajo de Fin de Grado se expone el resultado del estudio de eficiencia eléctrica que se ha realizado a los edificios A3, A4, A5, S2, S3 y E según los planos aportados, correspondientes a zonas de uso sanitario/educativo, laboratorios, despachos, salas de actividades y espacio europeo, dos módulos de instalaciones y la biblioteca, de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad de Málaga.

Para ello, se han seguido los siguientes pasos metodológicos:

1. Digitalización de planos: Los planos de dichos edificios han sido digitalizados utilizando el software AutoCAD.
2. Modelado 3D y metodología BIM: Utilizando el software de diseño en 3D Revit, se han modelado los edificios correspondientes en 3D, facilitando la implementación de una metodología BIM (Building Information Modeling).
3. Cálculos eléctricos: Se han utilizado los programas CYPELEC Electrical Mechanims y CYPELEC Distribution para dimensionar correctamente las instalaciones eléctricas y asegurar su eficiencia y cumplimiento normativo. Después de esto, se han obtenido los esquemas unifilares mediante CYPELEC REBT.

4. Uso de Analizador Fluke: Se utilizó un analizador de redes Fluke para detectar problemas de calidad de la energía eléctrica. Este analizador se conectó al circuito CS-EDF A3-S2-SP.
5. Simulación de iluminación: Mediante el programa CYPElux se han introducido las luminarias propuestas para sustituirlas por las existentes, demostrando el cumplimiento de la normativa correspondiente y la mejora de eficiencia y rendimiento lumínico.
6. Análisis de mejoras y costes: Finalmente, se llevó a cabo una comparación de las mejoras propuestas y sus respectivos costes para evaluar si resultarían óptimos dichos cambios.

1.3 ANTECEDENTES

Este proyecto se realiza ante la creciente preocupación por el cambio climático en los últimos años debido a que más de un tercio de las emisiones de gases de efecto invernadero de la Unión Europea son producidas por los edificios y, por ello, su reducción de emisiones es fundamental para lograr una neutralidad climática. En 2022, la Legislación Europea sobre el Clima, mediante el “Objetivo 55”, hace de la consecución del objetivo climático de la Unión Europea de reducir las emisiones en al menos un 55 % de aquí a 2030 una obligación jurídica. Los países de la Unión Europea están trabajando en una nueva legislación para alcanzar este objetivo y lograr que ésta sea climáticamente neutra de aquí a 2050. [1]

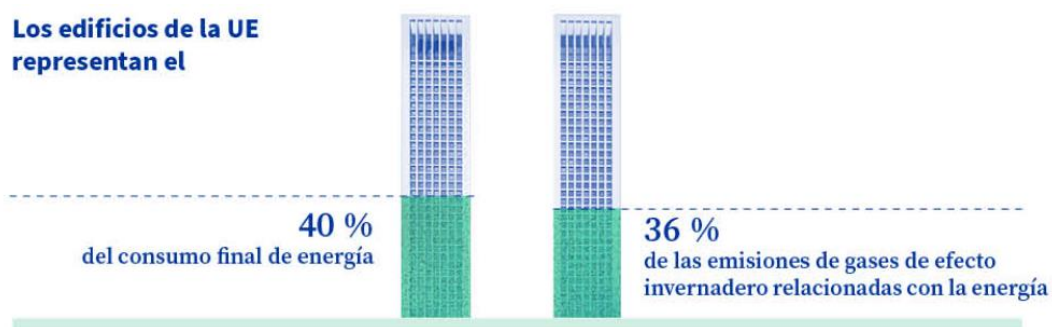


Figura 1. Situación energética de los edificios de la Unión Europea. [2]

Para los edificios no residenciales existentes, ya que son los que corresponden a este proyecto, los estados miembros han establecido unas normas mínimas de eficiencia energética, basándose en el parque inmobiliario total de 2020. Estas normas establecen:

- Antes de 2030, el consumo de energía debe ser inferior al 16% de los edificios menos eficientes.
- Antes de 2033, inferior al 26% de los edificios menos eficientes.

Además, se establece que deberán montarse instalaciones de energía primaria, si es técnicamente adecuado y económicamente factible, en todos los edificios públicos y no residenciales existentes con una superficie útil superior a los 750 m² antes de 2029 y superior a los 250 m² antes de 2031.

La Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad de Málaga se trasladó a sus nuevas instalaciones en el Campus Universitario de Teatinos durante el curso académico 2012/13. Estas instalaciones consisten en un edificio modular de aproximadamente 11.000 m². [3]

Por tanto, partiendo del estado actual de las instalaciones de los edificios de la facultad, se pretende realizar un acercamiento a dicho objetivo mejorando la eficiencia eléctrica para que, en un futuro, se proceda a su renovación.

1.4 EMPLAZAMIENTO

La edificación del proyecto se encuentra en Arquitecto Francisco Peñalosa, 3, Campanillas, 29071 Málaga.

Coordenadas UTM 30 ETRS89:

Referencia catastral: 6042201UF6664S0001HG

Coordenadas geográficas: 36° 42' 55" N, 4° 30' 01" W



Figura 2. Vista aérea de la Facultad de Ciencias de la Salud. [4]

1.5 ACTIVIDAD

La Facultad de Ciencias de la Salud consta de varios módulos. En este apartado se van a dividir según la actividad, según el Documento Básico "DB HE Ahorro de Energía", a la que están dedicados cada uno de ellos:

- Aulas y laboratorios:
 - Módulo de Aulas
 - Módulo de Aula de Informática
 - Módulo de Laboratorios
 - Centro de Investigación en Ciencias de la Salud
 - Módulo de Seminarios
- Almacenes, archivos, salas técnicas y cocinas:
 - Módulo de Servicios: Conserjería, Limpieza, Almacén, Secretaría, Reprografía.
 - Módulo de Mantenimiento: Almacén, mantenimiento y jardinería.
- Zonas comunes en edificios no residenciales:
 - Módulo de Hall y Distribución.
 - Módulo de Estudiantes: Destinado a reuniones de estudiantes en grupos y zona de comedor.

- Administrativo en general
 - Módulo de Departamentos: Despachos para profesores, administración y salas de reuniones.
 - Módulo de Decanato: Despachos, Sala de Juntas, Sala Decanal.
- Bibliotecas, museos y galerías de arte:
 - Módulo de Biblioteca
- Salones de actos, auditorios y salas de usos múltiples:
 - Módulo de Aula de Grados
 - Módulo de Salón de Actos
- Hostelería y restauración
 - Módulo de Cafetería

1.6 NORMATIVA APLICADA

Para la redacción del presente documento y las distintas instalaciones y cálculos realizados, se ha tenido en cuenta la legislación vigente, centrándonos en las siguientes normas para asegurar el cumplimiento de ésta.

- Reglamento Electrotécnica para Baja Tensión aprobado por el R.D. 842/2002 del 2 de agosto de 2002 y modificado en varias ocasiones.
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Código Técnico de la Edificación: Documento Básico HE Ahorro de Energía.
- UNE EN 12464-1:2022, Luz e iluminación. Iluminación de los lugares de trabajo. Parte 1: Lugares de trabajo en interiores.
- UNE 20003:1954, Cobre tipo recocido e industrial, para aplicaciones eléctricas.
- UNE 21096:1969, Alambres de aluminio industrial recocido, para conductores eléctricos. Características.
- Reglamento Delegado (UE) 2016/364 de la comisión de 1 de julio de 2015 relativo a la clasificación de las propiedades de reacción al fuego de los productos de construcción de conformidad con el Reglamento (UE) n.º 305/2011 del Parlamento Europeo y del Consejo.

1.7 PROGRAMAS UTILIZADOS

- AutoCAD: Estudio y realización de planos.
- CYPElux: Instalación de iluminación.
- Revit: Modelado en 3D de los módulos.
- CYPELEC Electrical Mechanims y CYPELEC Distribution: Instalación eléctrica.
- CYPELEC REBT: Esquemas unifilares
- Software Power Log 5.9: Analizador de redes Fluke.

2 DISTRIBUCIÓN FUNCIONAL Y MODELADO ARQUITECTÓNICO

Como se ha comentado anteriormente, la facultad de Ciencias de la Salud está dividida en varios módulos o edificios. A continuación, se puede observar en la imagen dicha distribución. Esta imagen ha sido obtenida de los planos proporcionados por el personal de mantenimiento de la Facultad de Ciencias de la Salud de Málaga.

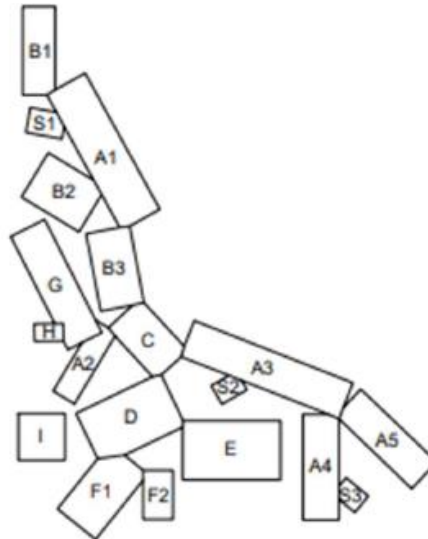


Figura 3. Distribución de los edificios de la Facultad de Ciencias de la Salud.

En este Trabajo de Fin de Grado se van a tratar los módulos A3, A4, A5, S2, S3 y E. Por tanto, en los siguientes puntos, sólo se describirán éstos.

2.1. MODELADO EN REVIT

2.1.1. Objetivo

La finalidad de este modelado es generar una representación lo más fiel posible a la realidad de los edificios que competen a este trabajo para utilizarla posteriormente en el cálculo de las instalaciones eléctricas con CYPELEC y en el estudio de iluminación con CYPELUX.

Todas las imágenes incluidas en este apartado han sido generadas mediante el software Revit por la autora del proyecto.

2.1.2. Modelado

Para el desarrollo del modelo en 3D, se parte de los planos en formato .dwg proporcionados por el personal de la Universidad de Málaga. Estos planos incluyen representaciones detalladas de cada uno de los edificios de la Facultad de Ciencias de la Salud, lo que permite tener una visión clara de la distribución funcional de los espacios, incluyendo aulas, laboratorios, despachos y áreas comunes.

Una vez que se importan estos planos en Revit, se procede a configurar los niveles y referencias necesarias para garantizar una correcta alineación con la estructura existente. Utilizando herramientas de modelado de Revit, se comienza a crear los elementos arquitectónicos fundamentales, muros, muros cortina, puertas, ventanas y techos, respetando las dimensiones y características especificadas en los planos.

En el modelado no se van a incluir componentes como mobiliario, equipos de laboratorio y elementos de diseño interior, sólo se encontrarán puertas y ventanas, ya que la finalidad de este proyecto no es el modelado en Revit, éste sólo es una herramienta para el posterior cálculo en CYPELEC y CYPELUX. Aún así, el interior de los módulos se ha modelado de forma fiel a la realidad, añadiendo escaleras, plantas, cristaleras, falsos techos, pilares, etc.

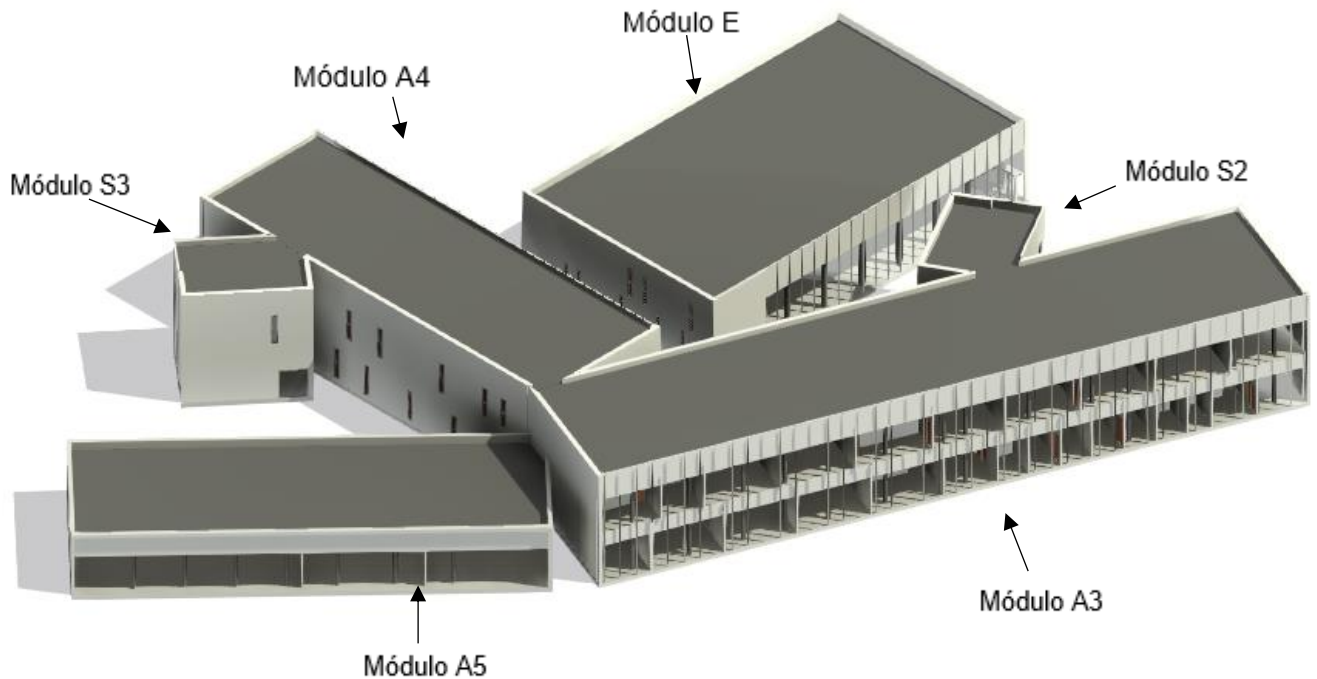


Figura 4. Modelado en Revit de los edificios del proyecto vista frontal.

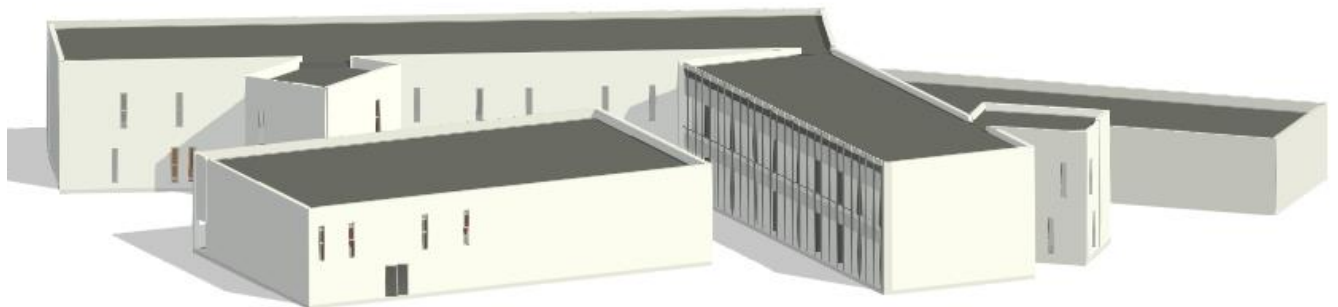


Figura 5. Modelado en Revit de los edificios del proyecto vista trasera.

También se le ha aplicado un renderizado con calidad alta para ver el modelo más realista.

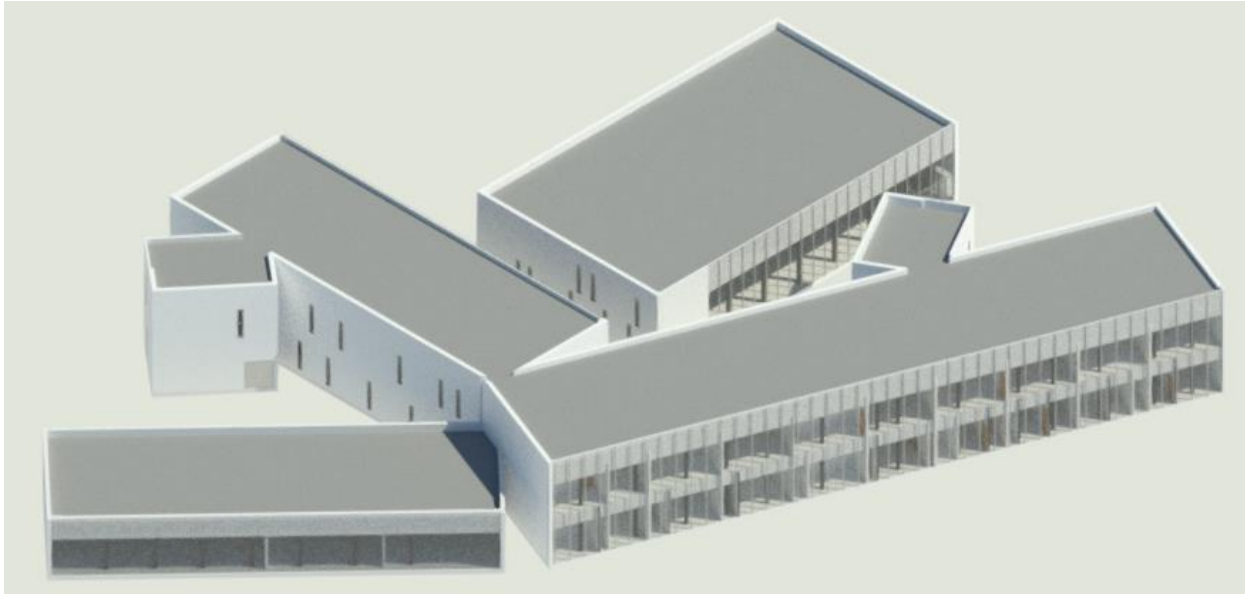


Figura 6. Renderizado en Revit de los edificios del proyecto.

2.1.1. Módulo A3

El módulo A3 consta de dos plantas. En la planta baja se encuentran distintas salas: una sala de exploración, una sala de moldes, una sala de podobit, dos almacenes, un archivo, un despacho, cuatro salas de quiropodología, una sala de espera de pacientes, dos aseos, una sala de esterilización, una sala de rayos x, un taller y una sala de pulidoras. En la primera planta se encuentran laboratorios docentes de podología y terapia ocupacional.

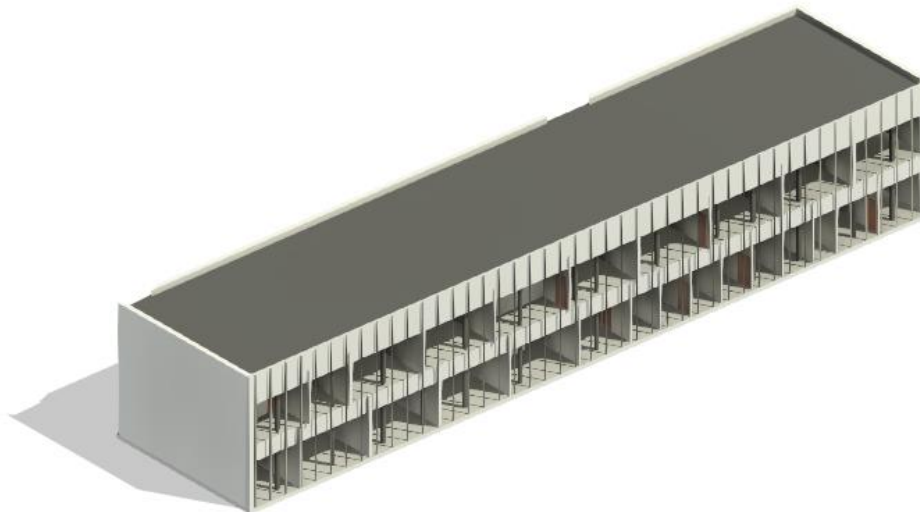


Figura 7. Modelado en Revit del módulo A3 vista delantera.

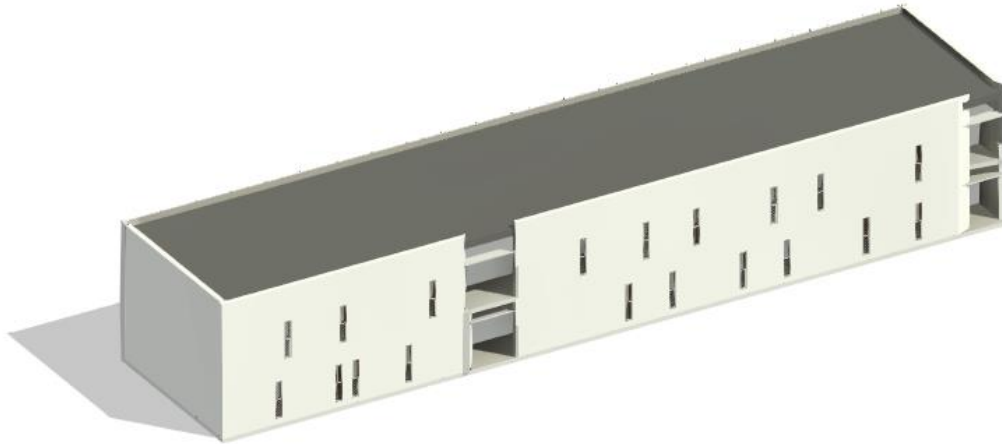


Figura 8. Modelado en Revit del módulo A3 vista trasera.

NOTA: Los huecos que aparecen en el modelado es debido a que el edificio conecta con otros módulos.

2.1.2. Módulo A4

El módulo A4 también tiene dos plantas. En la planta baja se sitúan cuatro espacios europeos salas de actividades, dos vestuarios y dos aseos. La planta primera tiene una disposición similar a la planta baja.

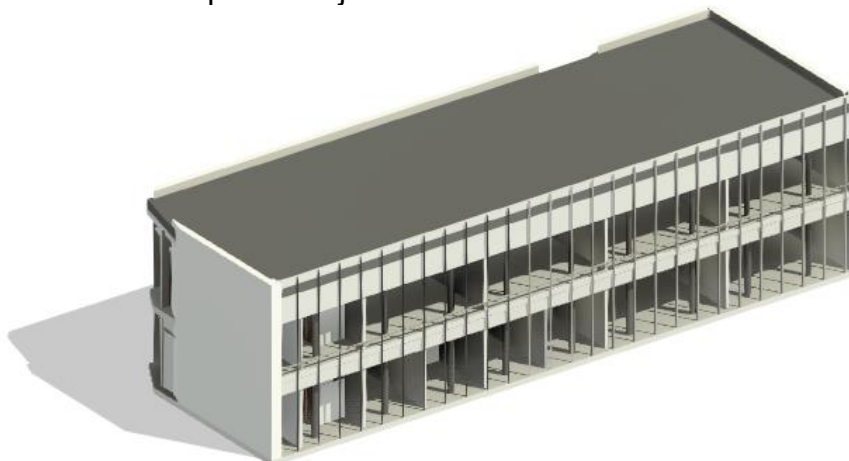


Figura 9. Modelado en Revit del módulo A3 vista delantera.

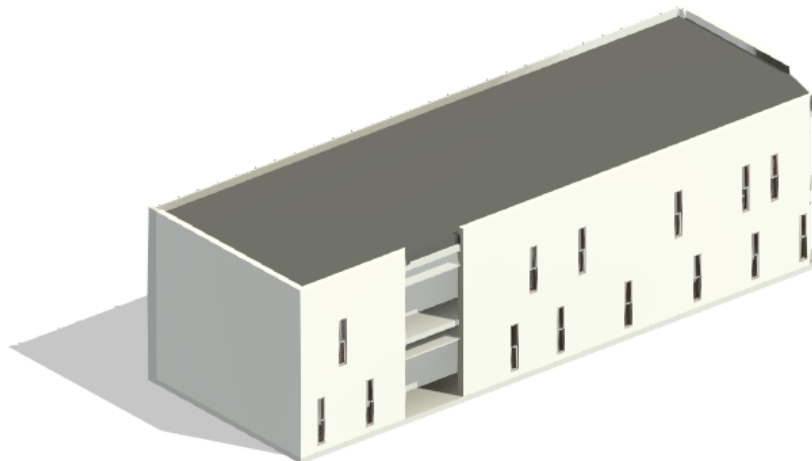


Figura 10. Modelado en Revit del módulo A3 vista trasera.

2.1.3. Módulo A5

En este caso, el módulo A5 consta de un sótano y una planta baja. En el sótano se encuentra un local en bruto, es decir, un espacio sin acondicionar, sin instalaciones ni acabados, ya que está en obra o sin terminar, en el futuro será un laboratorio de fisioterapia-SPA, dicho sótano no ha sido modelado por este motivo. En la planta baja hay dos laboratorios docentes de fisioterapia y otro espacio sin acondicionar.

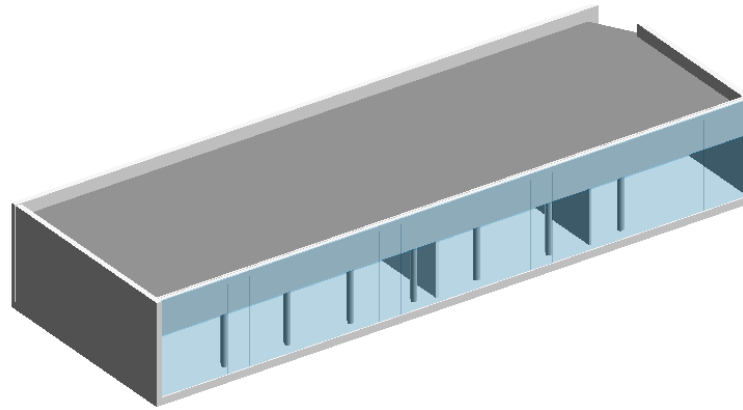


Figura 11. Modelado en Revit del módulo A5 vista delantera.

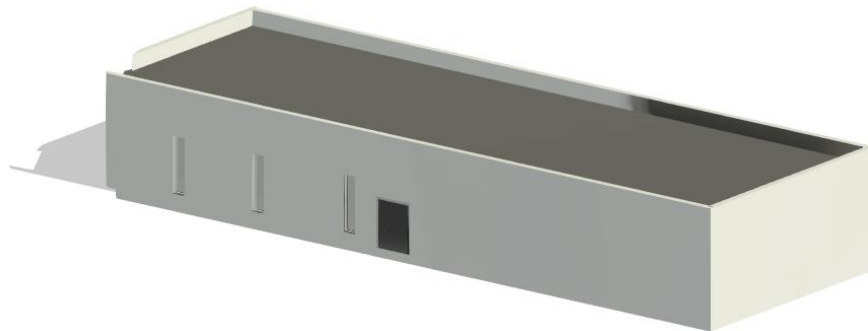


Figura 12. Modelado en Revit del módulo A5 vista trasera.

2.1.4. Módulos S2 y S3

Los dos módulos tienen dos plantas, una planta baja y una planta primera. Estos edificios se destinan a las instalaciones eléctricas, de telecomunicaciones y de ventilación. Los módulos S2 y S3 son iguales arquitectónicamente.

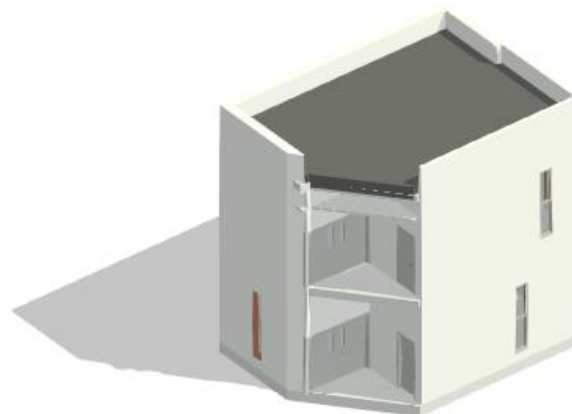


Figura 13. Modelado en Revit del módulo S2 vista trasera.

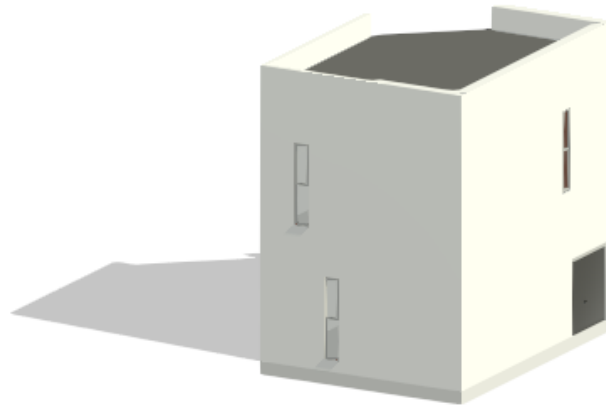


Figura 14. Modelado en Revit del módulo S2 vista trasera.

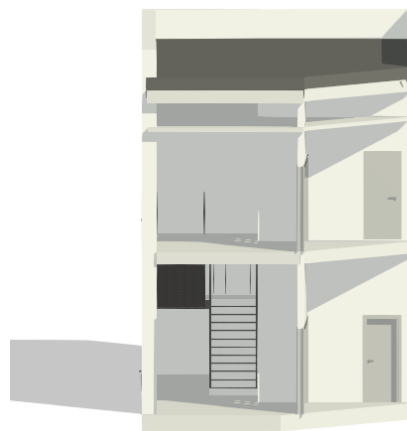


Figura 15. Modelado en Revit del módulo S2 vista interior.

El módulo S2 conecta con el módulo A3 y en él se encuentra el cuadro secundario CS-EDF A2-S3. El módulo S3 se conecta con el módulo A4 y en este módulo de instalaciones está el cuadro secundario CS-EDF A4-S3.

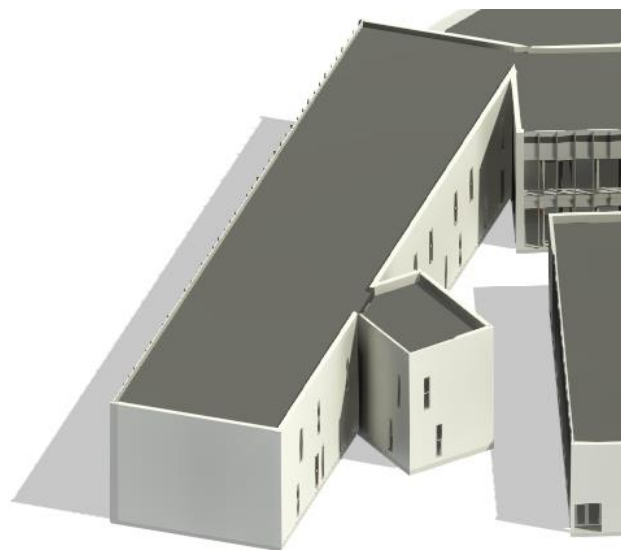


Figura 16. Modelado en Revit de los módulos A3 y S2.

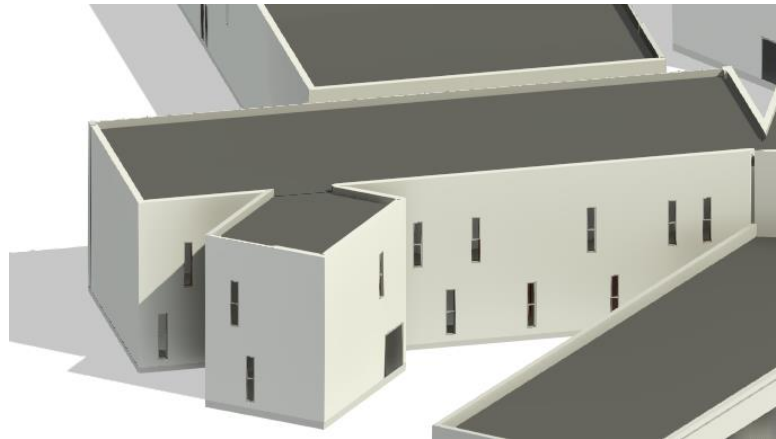


Figura 17. Modelado en Revit de los módulos A4 y S3.

2.1.5. Módulo E

Este edificio está destinado a la biblioteca de la facultad. Consta de dos plantas, cuyo mayor espacio es dedicado a la zona de lectura y una zona de estanterías, pero también tienen otras salas. En la planta baja se encuentra un aseo, una sala de fotocopias, un despacho, una sala de preparación y tres salas de trabajo. En la primera planta, se encuentran tres despachos, un depósito y una sala de instalaciones. La entrada es de cristal, como se puede observar en la siguiente imagen.

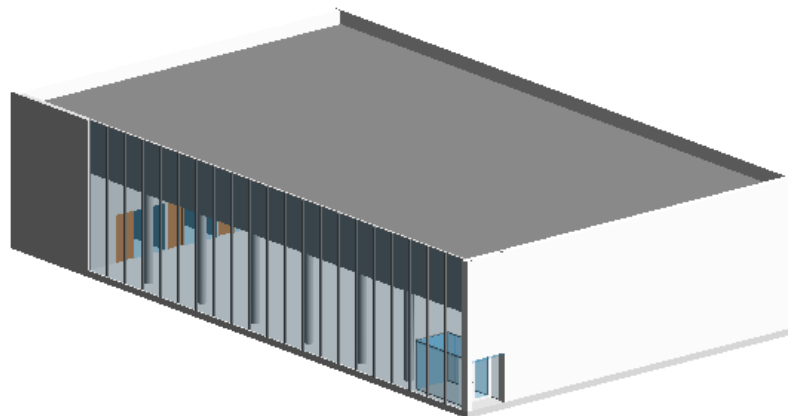


Figura 18. Modelado en Revit del módulo E vista delantera.

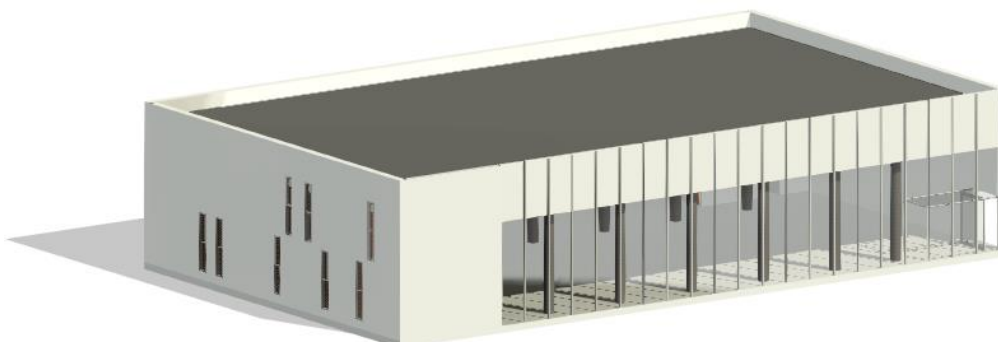


Figura 19. Modelado en Revit del módulo E vista delantera.



Figura 20. Modelado en Revit del módulo E vista trasera.

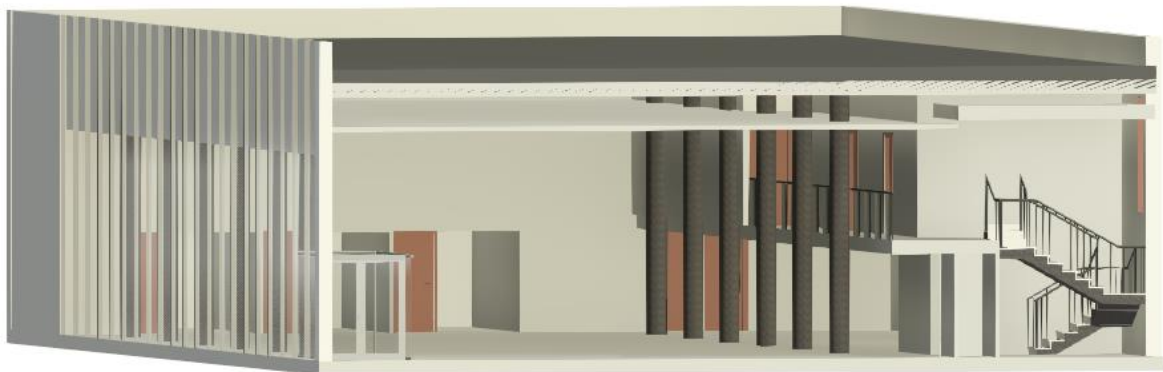


Figura 21. Modelado en Revit del módulo E vista interior.

3 INTEROPERABILIDAD BIM

La metodología BIM ofrece una gran ventaja al permitir la colaboración entre los profesionales involucrados en un proyecto. Cuando un miembro del equipo realiza modificaciones, éstas se reflejan de forma automática en los modelos utilizados por los demás, lo que disminuye considerablemente los errores derivados del trabajo en archivos separados.

Con el objetivo de optimizar el flujo de trabajo y facilitar la transferencia de información entre distintos programas, se opta por crear un archivo específico a partir del modelo arquitectónico existente, eliminando datos superfluos que podrían complicar el proceso de exportación e importación. De esta manera, se envía al BIM Server Center un archivo que abarca únicamente la información correspondiente al diseño de la instalación eléctrica.

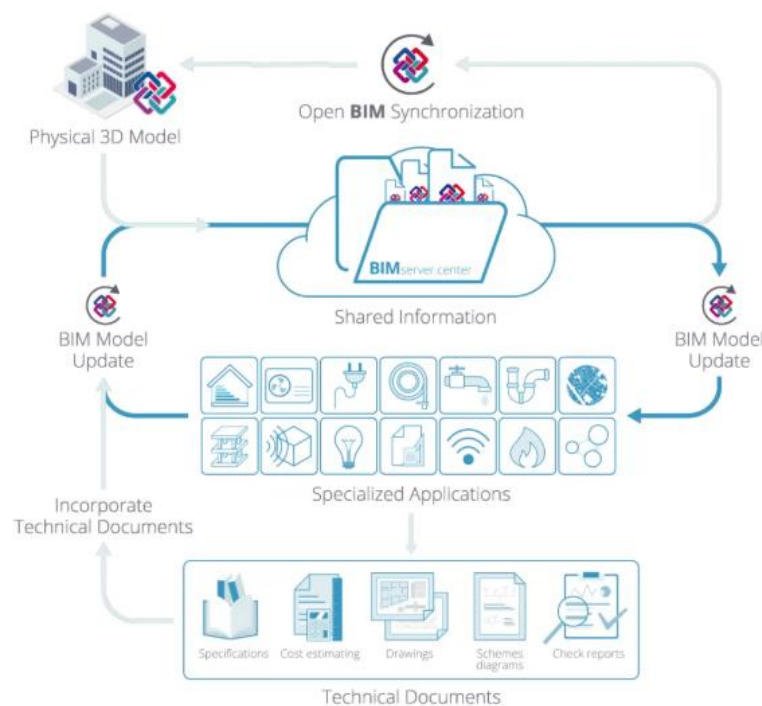


Figura 22. Tecnología Open BIM como herramienta de proyecto. [5]

El flujo de trabajo incorporando la metodología BIM será el siguiente:

1. En primer lugar, se exporta el modelo arquitectónico desde Revit a Open BIM, esto se ha realizado mediante la instalación del plugin Open BIM Revit.
2. Continuando con el flujo de trabajo, se crea un nuevo archivo en CYPELEC Mechanism vinculado a BIMserver.center, importando el modelo arquitectónico y colocando los mecanismos correspondientes. Este proyecto se guarda y sincroniza con BIM.
3. Posteriormente, se crea un archivo en CYPELEC Distribution y se vincula al mismo proyecto BIM, CYPELEC Distribution después de esto leerá los mecanismos colocados en el paso anterior y el modelo arquitectónico. En este programa se definen las canalizaciones y cuadros eléctricos. Se guarda el archivo y se vuelve a sincronizar con BIM.

4. Por último, se abre un nuevo archivo en CYPELEC REBT, se importa el modelo BIM y se hace el cálculo normativo y su validación, obteniendo también los esquemas unifilares.

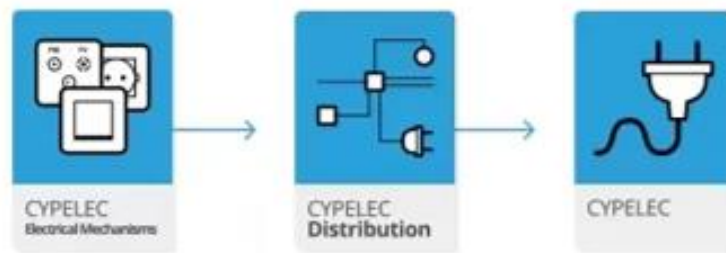


Figura 23. Flujo de trabajo. [6]

Por otra parte, se ha utilizado también la metodología BIM para el cálculo de las luminarias de los distintos módulos del proyecto.

1. Utilizando el modelo arquitectónico creado en Revit e importado a BIM, se crea un archivo nuevo en CYPElux y se vincula a este proyecto de BIM.
2. Tras importar el modelo arquitectónico se incluyen las luminarias a partir de los archivos .ldt o .ies
3. Una vez realizado el cálculo lumínico y comprobando el cumplimiento de la normativa asignada para las distintas zonas, se comparte el archivo en el entorno BIM.

4 INSTALACIÓN ELÉCTRICA

Como se ha comentado anteriormente, mediante los distintos programas de CYPELEC se va a modelar y calcular la instalación eléctrica de los edificios.

En primer lugar, con CYPELEC Electrical Mechanism se añadirán los mecanismos (interruptores, enchufes, etc.) y las ubicaciones de los puntos de luz.

A continuación, CYPELEC Distribution permitirá añadir los cuadros eléctricos, las canalizaciones y circuitos de la instalación.

Por último, con CYPELEC REBT se realizará el cálculo eléctrico, comprobando la protección de los circuitos, la caída de tensión y el cumplimiento de la normativa vigente.

4.1 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

La Facultad de Ciencias de la Salud dispone de su propio centro de transformación con un transformador de 630 kVA. Desde este centro, a través de una línea subterránea de 18 metros, se suministra energía al Cuadro General de Baja Tensión (C.G.B.T.) ubicado en la planta baja del módulo I.

Además, en el módulo I también se encuentra un grupo electrógeno de 413 kVA, que se trata de un motor con alternador que genera electricidad automáticamente en caso de fallo de red. Es decir, cuando haya suministro normal, funciona la electricidad que proviene del centro de transformación (red pública). Sin embargo, cuando falla, entra en servicio el grupo electrógeno automáticamente. El grupo electrógeno sólo va a alimentar a instalaciones críticas y cargas esenciales.

Para este punto del proyecto será modelado arquitectónicamente el módulo I en Revit, aunque no se le añadirán los mecanismos, ya que este módulo no es parte del proyecto que se está realizando. Tampoco se incluirá el grupo electrógeno ya que no influye directamente en la eficiencia eléctrica en condiciones normales, cuando hay suministro de la red, que es el caso en el que se centrará este estudio. Sólo se utilizará esta modelización para añadir el C.G.B.T.

Desde el C.G.B.T. salen conductores subterráneos que alimentan a los cuadros secundarios (C.S.) situados en los módulos objeto del presente estudio.

Además, existen cuadros auxiliares (C.A.) que se sitúan en ciertas salas, como son los talleres, laboratorios y quirófanos, con sus correspondientes circuitos.

En la siguiente tabla se detallan los circuitos que aparecen en el Cuadro General de Baja Tensión, sólo se incluirán los que competen a este trabajo. También se indica la potencia calculada, el conductor que alimenta a estos circuitos y el diámetro de los tubos en los que se alojan estos conductores. En este caso, para los conductores, el tipo de instalación es en canalizaciones enterradas con un número de conductores inferior a 6. El diámetro exterior mínimo de los tubos ha sido obtenido de la tabla 9 ITC-BT-21 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión. El diámetro exterior actual es el que se encuentra en la instalación actualmente.

CUADRO GENERAL	CIRCUITO	POTENCIA CALCULADA (kW)	CONDUCTOR (mm ²)	DIÁMETRO EXTERIOR TUBO MÍNIMO (mm)	DIÁMETRO EXTERIOR TUBO ACTUAL (mm)
C.G.B.T.	CS-EDF A3-S2 SP	78,20	Al 4(1x95)+50Ti	140	180
	CS-EDF A4-S3 SP	19,04	Al 4(1x70)+35Ti	125	125
	CS-BIBLIOTECA SP	15,55	Al 4x35+16Ti	90	110
	CS-EDF A3-S2 SN	58,70	Al 4(1x150)+70Ti	180	180
	CS-EDF A4-S3 SN	44,10	Al 4(1x150)+70Ti	180	180
	CS-BIBLIOTECA SN	33,37	Al 4x70+35Ti	125	140

Tabla 1. Descripción de circuitos eléctricos del Cuadro General de Baja tensión

Nota: Los circuitos terminados en SP alimentan al alumbrado y cuadros auxiliares (en el caso de los módulos en los que haya), mientras que los circuitos que terminan en SN alimentan las tomas de corriente de los distintos edificios.

Respecto a los cuadros secundarios hay un total de seis repartidos en las zonas dedicadas a las instalaciones de cada módulo.

- **Cuadro secundario CS-EDF A3-S2 SP:** Se encuentran en la planta baja del módulo S2 que está dedicado a instalaciones. Este cuadro alimenta al alumbrado general y de emergencia de los pasillos y distintas salas tanto del módulo A3 como del módulo A5, además de los cuadros auxiliares para el taller, el quirófano, los laboratorios T1, T2 y T3, los laboratorios tipo E y los laboratorios tipo F.
- **Cuadro secundario CS-EDF A4-S3 SP:** Está situado en la planta baja del módulo S3 que también está dedicado a instalaciones. Este cuadro alimenta a los circuitos del alumbrado general y emergencias del módulo A4.
- **Cuadro secundario CS-BIBLIOTECA SP:** En la primera planta del edificio de la biblioteca en una sala de instalaciones. Este cuadro alimenta al alumbrado general y de emergencia de los despachos, copistería, zona de lectura y estanterías y zona de depósito del módulo E.
- **Cuadro secundario CS-EDF A3-S2 SN:** Este cuadro secundario se sitúa en la planta baja del módulo S2, al lado del cuadro secundario CS-EDF A3-S2 SP. Éste alimenta a las tomas de las distintas salas del módulo A3, excepto las alimentadas por los cuadros auxiliares, y los secamanos de los aseos de dicho módulo. Además, alimenta a las extracciones y los aparatos de clima.
- **Cuadro secundario CS-EDF A4-S3 SN:** Se encuentra en la planta baja del módulo S3, junto al cuadro secundario CS-EDF A4-S3 SP. El cuadro alimenta a las tomas de corriente, secamanos de los aseos, extracción, ventilación y aparatos de clima del módulo A4.
- **Cuadro secundario CS-EDF BIBLIOTECA SN:** Situado junto al cuadro secundario CS-EDF BIBLIOTECA SP. Alimenta a los circuitos de tomas,

secamanos de los aseos, montacargas, alumbrado de las mesas de lectura y elementos de clima del módulo E.

Como también se ha mencionado, hay cuadros auxiliares alimentados por el cuadro secundario CS-EDF A3-S2 SP. Estos se describen a continuación:

- **Cuadro auxiliar CA-TALLER:** Situado en el taller de la planta baja del módulo A3, este cuadro auxiliar está destinado a el suministro de energía al alumbrado y las tomas de usos varios del taller.
- **Cuadros auxiliares CA-LABORATORIO T1 y T2:** Se encuentran en los laboratorios T1 y T2 de la planta baja del módulo A3, alimentan a la iluminación y las tomas de usos varios de dichos laboratorios.
- **Cuadro auxiliar CA-LABORATORIO T3:** En la sala de espera del laboratorio T3 de la planta baja del módulo A3. Este cuadro distribuye la energía a los distintos circuitos de alumbrado y tomas de usos varios e informáticas de la sala de espera del laboratorio, el laboratorio y los dos despachos de la planta baja de este módulo.
- **Cuadros auxiliares CA-LABORATORIO TIPO E:** Se encuentran en los laboratorios E1, E2, E3, E4, E5, E6, E7 y E8 de la primera planta del módulo A3, cabe destacar que cada laboratorio tiene su cuadro auxiliar. Alimentan la iluminación y las tomas de usos varios de dichos laboratorios.
- **Cuadros auxiliares CA-LABORATORIO TIPO F:** Se sitúan en los laboratorios F1 y F3 de la planta baja del módulo A5. Distribuye la energía a los circuitos de alumbrado y tomas de corriente de estos laboratorios.
- **Cuadro auxiliar CA-QUIRÓFANO:** Situado en el almacén que se encuentra al lado del quirófano quirófano de la planta baja del módulo A3, este cuadro distribuye la energía al alumbrado general y de emergencia del quirófano, las tomas de corriente, a un Sistema de Alimentación Ininterrumpida (S.A.I.) y un transformador de aislamiento para usos médicos.

Debido a que el quirófano tiene una normativa más restrictiva debido a ser una zona crítica según la ITC-BT-38, se va a explicar más en profundidad.

4.1.1 Instalación eléctrica en zonas críticas. Quirófano del módulo A3

En los módulos tratados en este proyecto, existe un quirófano, concretamente en la planta baja del módulo A3, que constituye una zona crítica de uso médico, y está dentro del campo de aplicación de la ITC-BT-38 "Instalaciones con fines especiales. Requisitos particulares para la instalación eléctrica en quirófanos y salas de intervención" del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, por lo tanto, tiene condiciones particulares de seguridad eléctrica y continuidad del suministro.

En primer lugar, respecto al sistema de puesta a tierra de protección y conexión equipotencial del quirófano, la barra de puesta a tierra del cuadro secundario CS-EDF A3-S2 SP se conecta con un cable de cobre de 35 mm² a la barra de puesta a tierra en la sala de operaciones (PT). La puesta a tierra de aparatos eléctricos y tomas de corriente se realiza a través de la barra de puesta a tierra "PT". La barra de equipotencial (EE) se une a la barra de puesta a tierra "PT". Se conectan a la barra "EE" todas las partes metálicas accesibles y las tomas para condiciones equipotenciales. Ambas barras, "PT" y "EE", quedan alojadas en una caja empotrada en la sala de operaciones, accesible únicamente por personal de mantenimiento.

Como se especifica su obligatoriedad en la ITC-BT-38, se dispone de un suministro complementario, en este caso un Sistema de Alimentación Ininterrumpida (S.A.I.) con

una autonomía de 2 horas que, en el caso de un fallo en el suministro principal, suministrará electricidad de forma continua y sin interrupciones a la lámpara de quirófano y los equipos de asistencia vital.

También es obligatorio el uso de un transformador de aislamiento para los equipos en los que la interrupción eléctrica pueda poner directa o indirectamente en peligro al paciente o al personal implicado. El transformador de usos médicos que se encuentra en el quirófano es de aislamiento galvánico, tensión 400/230 V y potencia 7,5 kVA. El transformador de aislamiento está aguas abajo del S.A.I. y es el encargado de alimentar con tensión monofásica aislada a los equipos críticos del quirófano.

En condiciones normales, con suministro de red, el S.A.I. está en by-pass, no interviene, y la red de distribución a través el cuadro auxiliar del quirófano alimenta directamente al transformador de usos médicos. En el caso de algún fallo de red, el S.A.I. entra en funcionamiento y garantiza la continuidad del suministro al transformador y a los equipos aislados, que son los más críticos.

Aguas abajo del transformador de aislamiento se encuentra un vigilador de aislamiento, dispositivo de vigilancia obligatorio. Se encarga de detectar fallos de aislamiento a tierra en los conductores del sistema monofásico aislado y avisa cuando la resistencia de aislamiento cae por debajo de un umbral para indicar el riesgo. Además, junto a la mesa de quirófano hay un repetidor del vigilador de aislamiento, que es una unidad remota que reproduce dicho aviso. Esto permite ver la alarma sin tener que ir al cuadro auxiliar, donde se encuentra el vigilador de aislamiento.

Los circuitos críticos o esenciales aguas abajo del transformador de usos médicos son los que alimentan a la lámpara de quirófano, la mesa de quirófano, las tomas de panel integrado, tomas de pared y una torreta de pared.

Aguas arriba de la lámpara de quirófano hay un transformador SELV (“Safety Extra Low Voltage”), esto se debe a que la lámpara de quirófano funciona a muy baja tensión de seguridad, en concreto a 48 V, ya que tiene riesgo de contacto directo al situarse cerca del paciente y, con esta medida, se evitan tensiones peligrosas.

A continuación, para clarificar más el esquema de un quirófano, se puede ver una imagen extraída del Reglamento de Baja Tensión, ITC-BT 38, apartado 2.2.

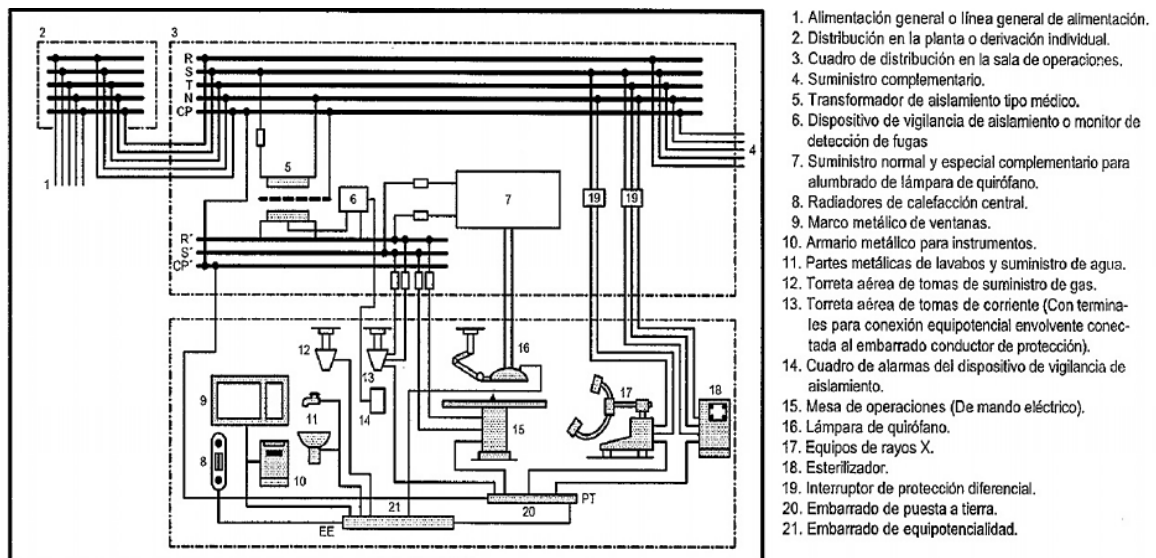


Figura 24. Ejemplo de un esquema general de la instalación eléctrica de un quirófano. [7]

Para finalizar con las menciones al cumplimiento de la normativa, en el esquema unifilar se podrá observar que la protección para los equipos que no críticos, los que no están alimentados por el transformador de aislamiento, los interruptores diferenciales utilizados son de alta sensibilidad (≥ 30 mA) y de clase A, como indica la norma.

4.1.2 Visita a la instalación

Para la realización de este Trabajo de Fin de Grado se visitó la Facultad de Ciencias de la Salud, para ver las instalaciones, las arquetas y las luminarias. Este apartado se va a centrar en las instalaciones eléctricas.

Las imágenes aportadas en este apartado son propias, tomadas in situ en la visita a la instalación de la facultad.

Al visitar el módulo I se pudo observar el Cuadro General de Baja Tensión, al tener muchos circuitos se recogían en varios armarios que formaban este cuadro.



Figura 25. Cuadros eléctricos en la sala de instalaciones

En la siguiente imagen se puede ver una imagen de dos armarios que forman parte del Cuadro General de Baja Tensión.



Figura 26. Cuadro General de Baja Tensión

En el Cuadro General de Baja Tensión se pudo observar que, como es común en instalaciones eléctricas complejas, hay tanto interruptores diferenciales como relés diferenciales en el mismo cuadro. Por tanto, protegiendo a los circuitos se encuentra para cada uno un interruptor automático con transformador toroidal y relé diferencial.

El transformador toroidal es el que mide la corriente diferencial, el relé diferencial recibe la señal de este transformador y, si detecta fuga, envía una señal para que el interruptor automático corte el circuito.

Esta combinación permite una mayor flexibilidad y selectividad, ya que el relé diferencial puede configurarse con diferentes sensibilidades y tiempos de respuesta, además de mayor protección en grandes sistemas.

A continuación, se muestran imágenes de los algunos relés diferenciales que protegen a los circuitos de este proyecto.

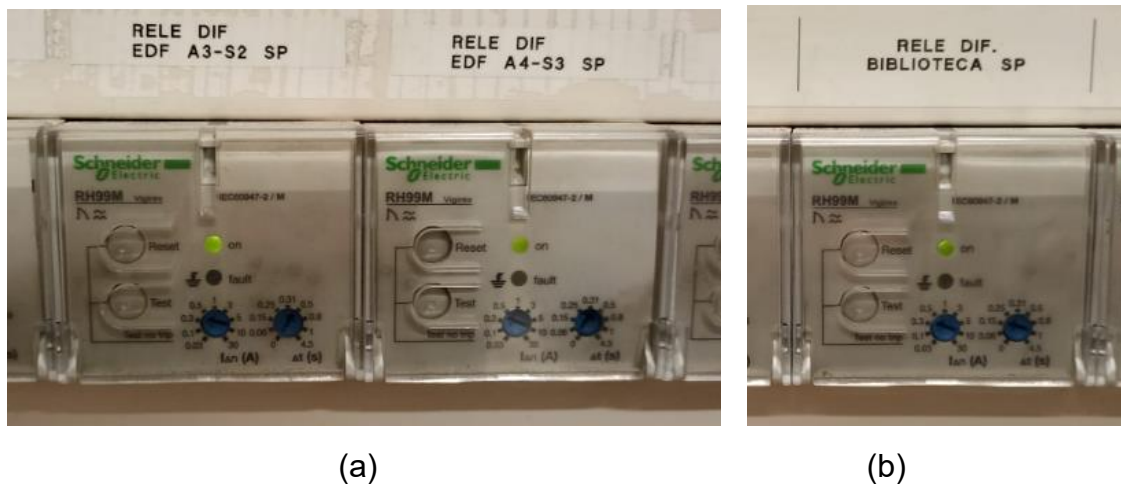


Figura 27. (a) Relés diferenciales EDF A2-S3 SP y EDF A4-S3.
(b) Relé diferencial BIBLIOTECA SP

En las siguientes imágenes se añaden las fotografías tomadas de algunos de los interruptores diferenciales.

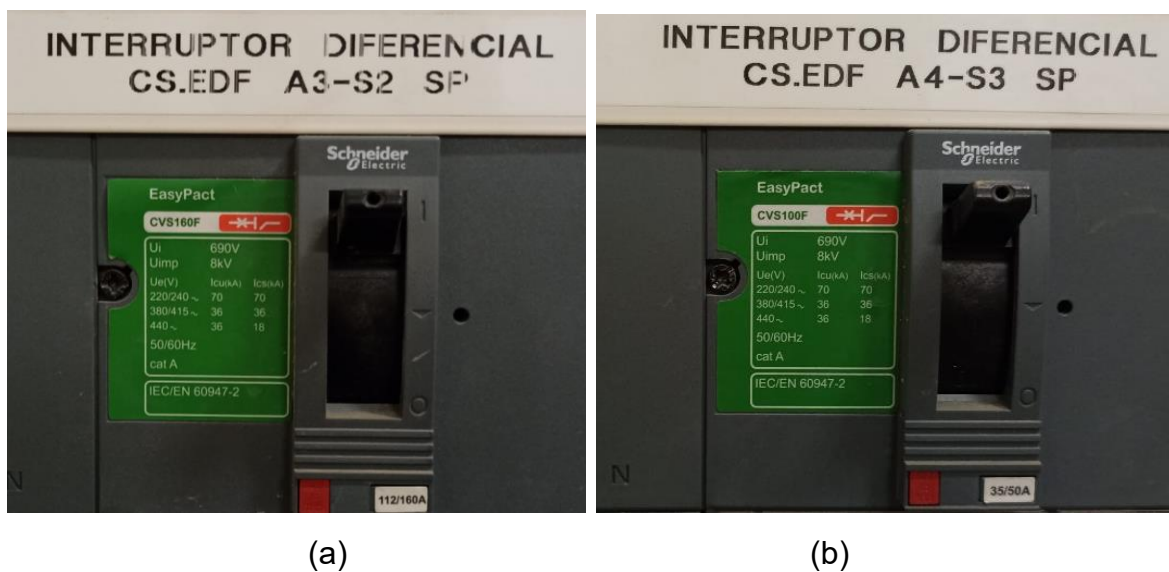


Figura 28. (a) Interruptor diferencial CS. EDF A3-S2 SP.
(b) Interruptor diferencial CS. A4-S3 SP



Figura 29. Interruptor diferencial CS. BIBLIOTECA SP

4.2 CYPELEC ELECTRICAL MECHANISM

Mediante este programa se instalarán los mecanismos (enchufes, interruptores, puntos de luz y sensores de movimiento) existentes en los edificios que competen a este Trabajo de Fin de Grado.

Al estar realizando un proyecto de mejora de eficiencia eléctrica, no se va a modificar la situación de los mecanismos, se van a insertar tal cual están dispuestos actualmente en los edificios.

Una vez añadidos todos los mecanismos, se ha sacado desde el programa de CYPELEC Electrical Mechanism un listado de materiales, expuestos en la siguiente tabla.

Cuadro de materiales

Código	Descripción	Cantidad
	Marco 1 elemento	359
	Marco 2 elementos	73
	Marco 3 elementos	42
	Marco 4 elementos	36
	Interruptor unipolar, con tecla	66
	Conmutador, con tecla	31
	Pulsador, con tecla	4
	Base de enchufe de 16A	524
	Base de enchufe de 20A	1
	Base de enchufe de 25A	5
	Base de enchufe estanca de 16A	25
	Detector de movimiento	28
	Fibra óptica	64
	Caja vacía	3
	Usb-Hdmi	24

Tabla 2. Cuadro materiales mecanismos eléctricos

4.3 CYPELEC DISTRIBUTION

Este programa se utilizará para añadir los mecanismos eléctricos, definir los circuitos eléctricos pertenecientes a la instalación eléctrica en Baja Tensión y el trazado de las canalizaciones.

En primer lugar, se van a importar mediante la tecnología BIM el modelado arquitectónico generado en Revit y los mecanismos eléctricos insertados en CYPELEC Mechanism.

Los pasos a seguir para el trabajo que se va a realizar con este programa son:

1. Crear el Cuadro General de Baja Tensión (CGBT)
2. Crear cuadros secundarios y auxiliares
3. Circuitos (de iluminación y tomas eléctricas)
4. Añadir los receptores eléctricos (insertados desde CYPELEC Mechanism)
5. Cajas de derivación
6. Canalizaciones
7. Generación de canalizaciones

A continuación, se muestran imágenes de varias salas de la Facultad de Ciencias de la Salud en las que se han seguido estos pasos. Estas imágenes son propias a partir de una captura de pantalla tomada a lo realizado en el programa CYPELEC Distribution.

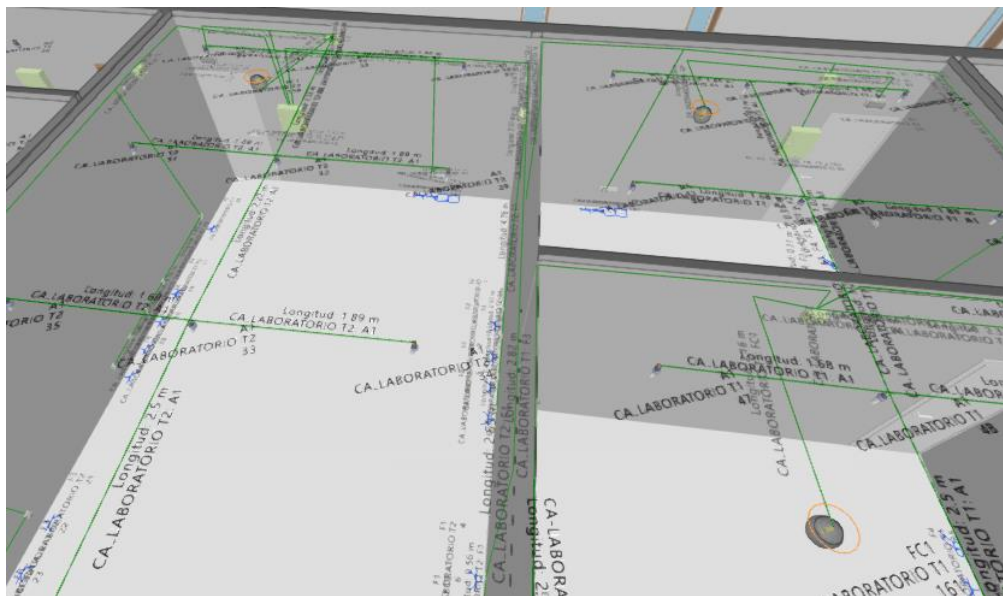


Figura 30. Distribución de canalizaciones y circuitos en CYPELEC Distribution

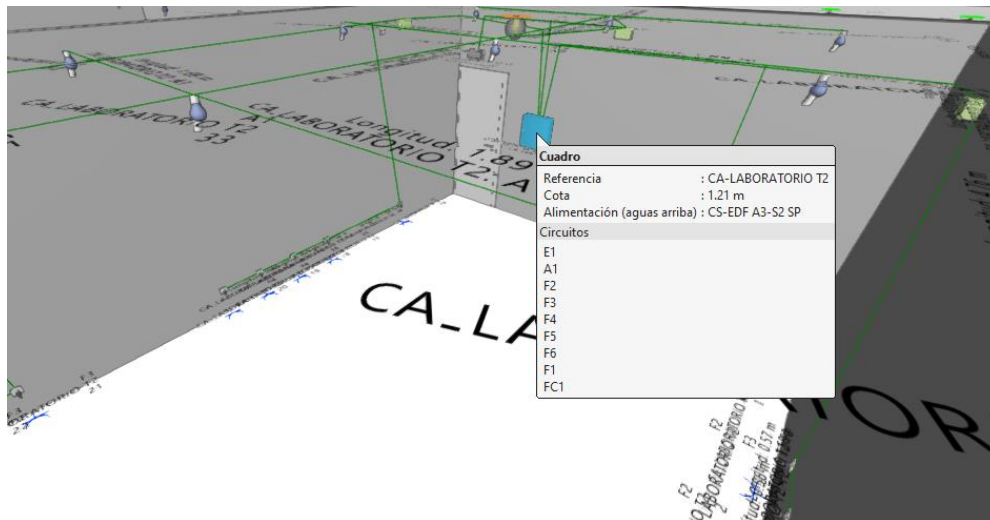


Figura 31. Distribución de canalizaciones y circuitos en CYPELEC Distribution

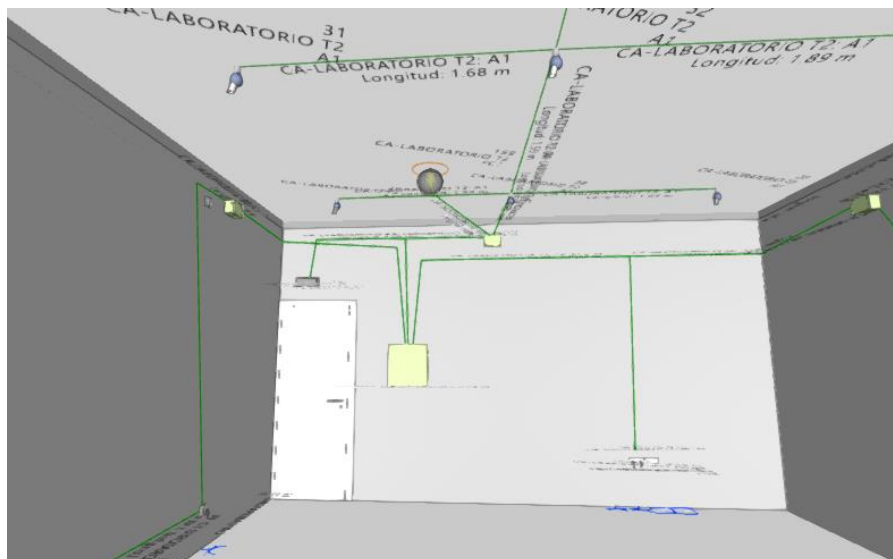


Figura 32. Distribución de canalizaciones y circuitos en CYPELEC Distribution

4.4 CYPELEC REBT

El programa CYPELEC permite realizar cálculos de instalaciones de baja tensión, dentro de éste, se escogió la opción CYPELEC REBT, para realizar dichos cálculos según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

Mediante este programa, donde se han importado los datos de los programas mencionados anteriormente con la metodología BIM, se generó un diagrama unifilar. Aunque gracias a la importación de los archivos en CYPELEC se pudo transferir gran parte de la información eléctrica (tipos de cargas con su potencia, factor de potencia y coeficiente de simultaneidad, longitud de las canalizaciones, circuitos, etc.), el esquema unifilar no se completó de forma automática, ya que se revisó y editó manualmente, añadiendo los elementos que faltaban o no eran correctos a partir de las imágenes tomadas al visitar la instalación in situ o mediante el diagrama unifilar que proporcionó el personal de la universidad para la realización de este proyecto. Estos elementos son interruptores automáticos, interruptores diferenciales y otros

elementos de protección y maniobra necesarios para el correcto funcionamiento de la instalación.

A partir del unifilar, el programa permitió:

- Realizar comprobaciones automáticas adecuándose a la normativa
- El cálculo de las caídas de tensión, corrientes, potencia, etc.
- La identificación de posibles incompatibilidades o errores en el diseño previo, facilitando así su corrección

Finalmente, después de haber obtenido y comprobado el diagrama unifilar de la instalación, se generaron los cuadros de resultados y los planos que han sido añadidos en los anexos de este documento. A partir de estos cuadros de resultados se pueden realizar los cálculos necesarios de eficiencia eléctrica y justificar cambios.

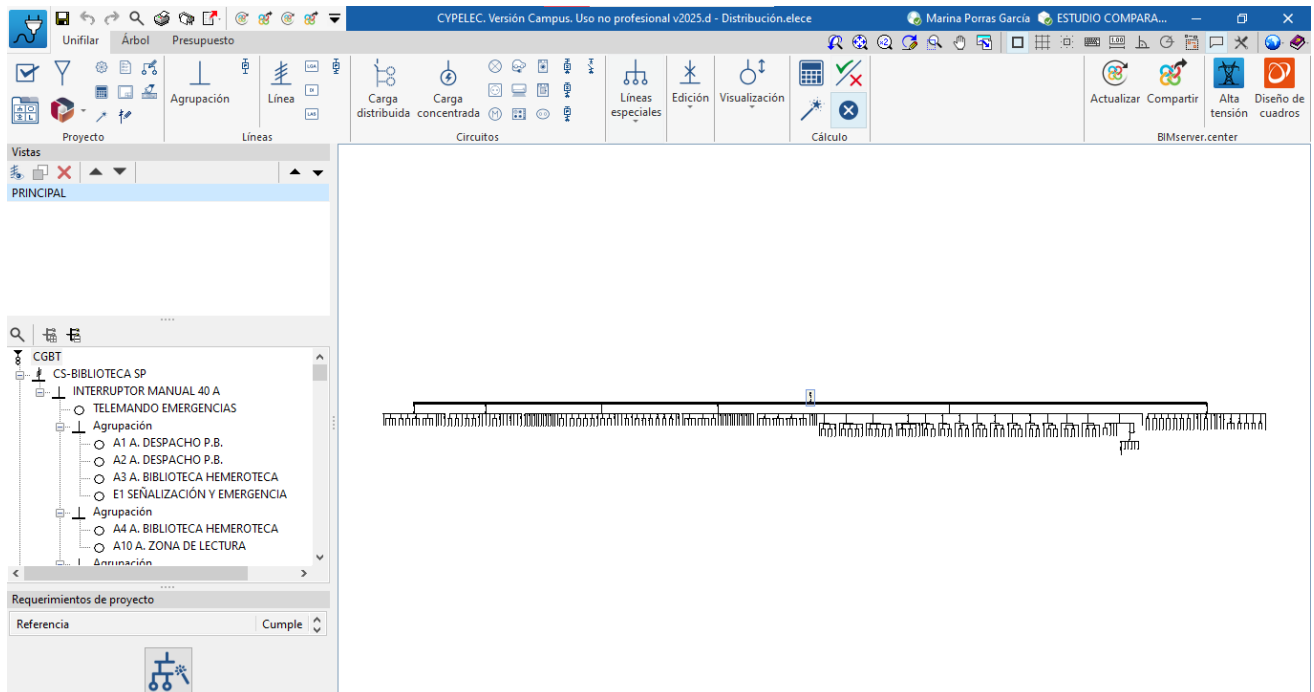


Figura 33. Entorno programa CYPELEC REBT con el unifilar de la instalación

5 ANALIZADOR DE REDES

Junto con el personal de mantenimiento de la Universidad de Málaga, se instaló un analizador de redes en el cuadro secundario CS-EDF A3-S2 SP de la Facultad de Ciencias de la Salud de Málaga con el objetivo de evaluar la calidad del suministro eléctrico.



Figura 34. Instalación de analizador de redes en el cuadro CS-EDF A3-S2-SP

A partir de las mediciones registradas por el analizador, se ha obtenido un fichero .fpqo que será leído a partir del software Power Log versión 5.8, específico para instrumentos de la serie Fluke 430-II.

5.1 EQUIPO DE MEDICIÓN

Para este estudio, se ha utilizado el analizador de redes Fluke con número de modelo 435-II, número de serie 45603122 y revisión de firmware V05.07.

El analizador Fluke 435 Serie II es un analizador trifásico portátil que mide la calidad de energía, eventos de tensión, consumo de energía y demanda, pérdidas energéticas, etc. Además, registra estas mediciones y diagnostica problemas eléctricos en sistemas de potencia.



Figura 35. Analizador de redes Fluke 435 serie II

5.2 RESUMEN DE MEDICIÓN

La medición mediante el analizador de redes se llevó a cabo durante 6 días, 23 horas y 20 minutos, utilizando una configuración de medición trifásica en estrella. El analizador operó en modo de aplicación de potencia y energía, registrando datos con un intervalo de un minuto.

El periodo en el que se han registrado los datos ha sido desde el viernes 04/10/2024 a las 10:24h hasta el viernes 11/10/2024 a las 9:43h.

Los parámetros nominales configurados fueron:

- Tensión nominal (F-T): 230 V (400 V F-F)
- Corriente nominal: 250 A
- Frecuencia nominal: 50 Hz

Se utilizó el método de medición de potencia unificado, y el tipo de conductor que se registró fue el cobre.

En el software se confirma la descarga completa de todos los datos.

5.3 CUADRO SECUNDARIO CS-EDF A3-S2 SP

El analizador de redes, como ya se ha comentado, se instaló en el cuadro secundario CS-EDF A3-S2 SP. Analizando el esquema unifilar de este circuito, se puede observar que el interruptor de entrada es de 160 A.

Este circuito incluye el alumbrado del módulo A3, tanto sus pasillos como las salas que se encuentran en él, y el alumbrado de emergencia. Aunque no sólo es un circuito de iluminación, sino que se trata de un circuito mixto y complejo, que alimenta además a cuadros auxiliares del taller, laboratorios y quirófano, alimentando así a fancoils, tomas de usos varios (ordenadores, pequeños motores, etc.) y equipos médicos en el caso del quirófano (negatoscopio, lámpara, transformador, vigiladores, tomas especializadas, etc.).

Por tanto, el circuito alimenta a una mezcla de cargas lineales y no lineales, algunas de ellas de carácter crítico.

En el ANEXO B: PLANOS, se puede ver dicho esquema unifilar.

5.4 RESULTADOS Y ANÁLISIS

Se va a realizar un análisis de cada uno de los parámetros: tensión, corriente, factor de potencia, eventos y armónicos. Para ello, los datos obtenidos del analizar de redes y reflejados en el software serán exportados a un .txt, para posteriormente recoger la información en un archivo Excel para poder encontrar de forma rápida el valor mínimo, máximo y realizar el promedio.

También se mostrarán estos resultados en las gráficas obtenidas del analizador de redes a través del software Power Log. Cabe añadir que, dependiendo del valor, las gráficas se representan de un color u otro:

- Curva roja: Valores máximos
- Curva verde: Valores mínimos
- Curva negra: Valores promedio

Tras esto, se analizarán e interpretarán los resultados, observando si hay algún valor fuera de lo común y a qué puede deberse.

5.4.1 Tensiones

En la siguiente tabla se van a recoger los valores promedio, mínimo y máximo de la tensión en cada una de las fases y el neutro a partir de los resultados obtenidos en el analizador de redes en el periodo en el cual se han realizado las medidas.

Conductor	Tensión mínima (V)	Tensión máxima (V)	Tensión promedio (V)
L1	223,060	237,240	230,331
L2	223,330	237,600	231,120
L3	223,470	239,580	232,841
N	0,760	31,600	1,361

Tabla 3. Tensiones medidas en CS-EDF A3-S2-SP

Los valores de los conductores L1, L2 y L3 se encuentran dentro de los márgenes de tolerancia permitidos. La norma UNE-EN 50160, que define las características de la tensión de alimentación en sistemas de distribución pública, establece límites de aceptación para las variaciones de tensión, con una toleración del $\pm 10\%$ con respecto a la tensión nominal. Como se puede observar, los valores se encuentran dentro de esta tolerancia.

En el caso del neutro (N), el valor promedio es bajo (1,36 V), lo cual es normal en redes bien equilibradas. Sin embargo, la tensión máxima en éste excede los valores normales y podría indicar un desequilibrio puntual. Más adelante se analiza en profundidad.

A continuación, se va a analizar en qué momento se dio la tensión mínima, la máxima y el valor de tensión máxima en el neutro. Mostrándose gráficas obtenidas de Power Log.

El valor de mínima tensión aparece el miércoles 09/10/2024 a las 10:01, con un valor en las tres fases alrededor de 223 V. Se puede observar en la siguiente gráfica.

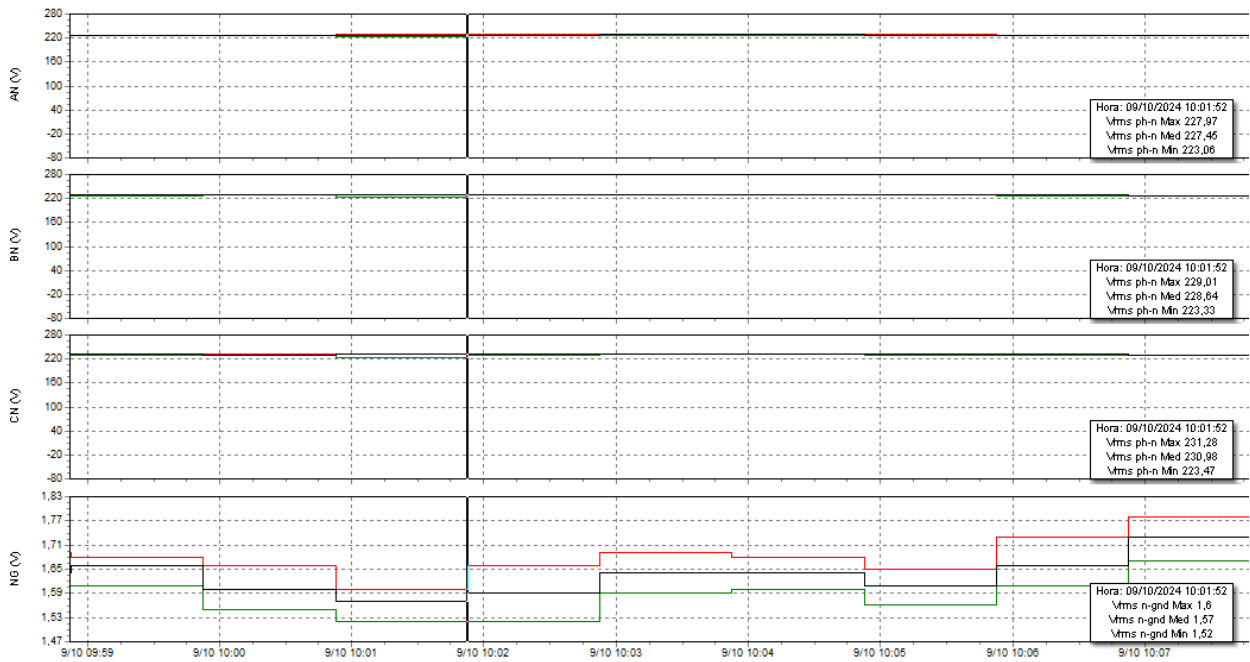


Figura 36. Gráfica de tensión mínima medida en el cuadro secundario CS-EDF A3-S2-SP

El valor de tensión mínima coincide con una hora punta de actividad en la facultad, cuando ya están en funcionamiento todos los equipos. Probablemente, la tensión haya descendido por un pico de demanda, siendo un fenómeno común en los edificios educativos en las primeras horas lectivas. Cuando la demanda de energía es alta, más corriente fluye por los cables, lo que aumenta la caída de tensión.

En el caso del valor de máxima tensión, este aparece el martes 08/10/2024 a las 5:30:52h. En la siguiente gráfica se muestra.



Figura 37. Gráfica de tensión máxima medida en el cuadro secundario CS-EDF A3-S2 SP

Este valor aparece antes de la apertura de la facultad, cuando la mayoría de cargas eléctricas aún están desconectadas. La tensión eléctrica suele ser mayor en periodos

de baja actividad, debido a la menor demanda y, por ello, menor caída de tensión en la red. Por tanto, estos valores son congruentes.

En el caso de la tensión máxima de 31,60 V en el neutro, se da el lunes 07/10/2024 a las 11:37. Se puede observar en la siguiente gráfica.

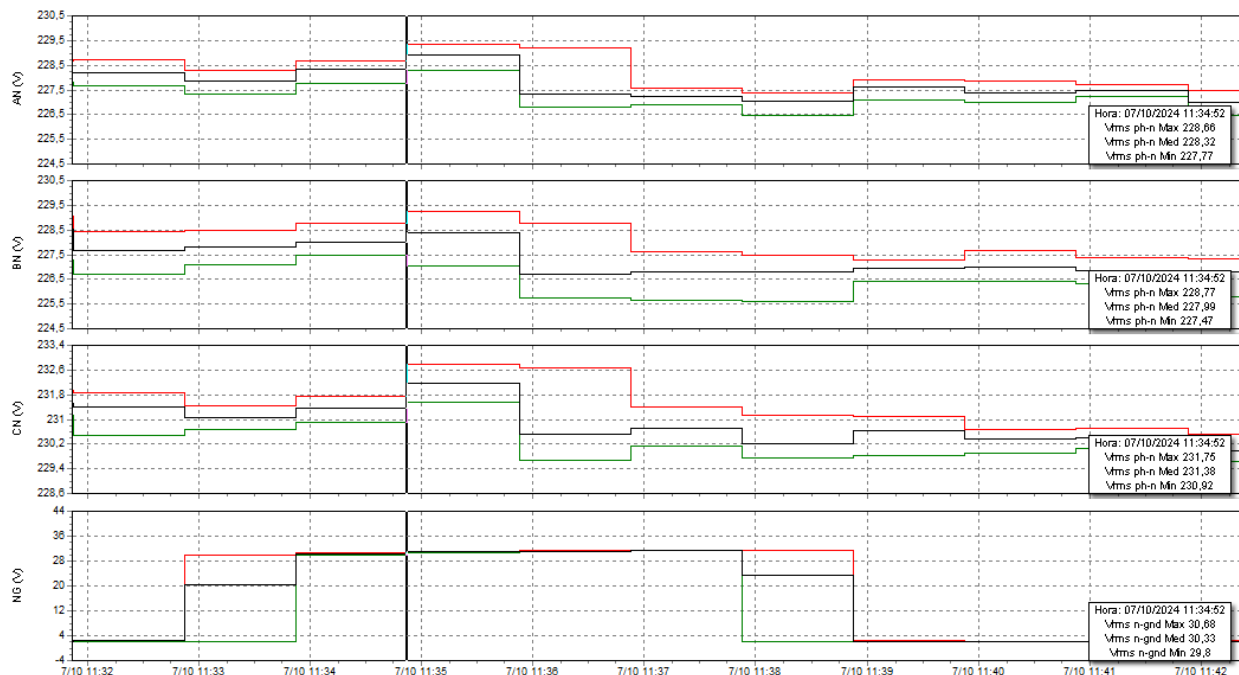


Figura 38. Gráfica de tensión máxima medida en el neutro en el cuadro secundario CS-EDF A3-S2 SP

Se puede observar que el valor máximo del neutro sucede en un horario de actividad normal. Además, no es un pico instantáneo o un error de medición, ya que ha durado alrededor de 6 minutos (desde 11:32 hasta 11:38), lo que comprueba que es un evento real y sostenido. Esto puede deberse a que hubo una descompensación significativa entre las tres fases, se conectase una carga monofásica intensa o se produjese una desconexión de alguna carga en otra fase. Aunque cabe la posibilidad de que existiese en ese momento una deficiencia en la conexión del neutro (mal conectado, flojo, deteriorado o interrumpido parcialmente), lo cual sería más peligroso para la instalación y los equipos conectados.

Analizando este caso, se han encontrado unas observaciones clave durante los 6 minutos que dura el evento (desde las 11:32 hasta las 11:38):

- Tensiones en las fases:
 - o L1: desde 229,5 V hasta 227,5 V
 - o L2: desde 229,3 V hasta 227,5 V
 - o L3: desde 231 V a 233 V y de nuevo a 231 V
- Durante la semana que se ha realizado la medición no se han vuelto a encontrar tensiones del neutro tan elevadas, lo máximo ha sido de 2,71 V.

Las tensiones de las fases no son extremas, se mantienen dentro de un margen aceptable, sin embargo, hay un desequilibrio entre L3 y las otras fases, L3 está más alta justo cuando el neutro alcanza su pico. Este desequilibrio provoca un desplazamiento del punto neutro, lo que genera esa tensión anómala respecto a tierra.

Probablemente no sea un fallo en el neutro, debido a que el evento no vuelve a repetirse durante la semana y el resto del tiempo la tensión en el neutro está dentro de los valores normales. Además, las tensiones de fase son estables.

La conclusión respecto a este evento es que se trata de un desequilibrio puntual en el reparto de cargas, no a una deficiencia física en el neutro, aunque no estaría de más verificar el cableado del neutro. Además, en el siguiente punto se analizarán las corrientes y se tendrá especial atención a la del neutro ya que conocemos este evento.

5.4.2 Intensidades

A continuación, se muestra una tabla con las intensidades mínimas, máximas y promedio de las tres fases y el neutro que han resultado de la medición del analizador de redes durante el periodo de medida.

Conductor	Intensidad mínima (A)	Intensidad máxima (A)	Intensidad promedio (A)
L1	2,000	36,000	6,326
L2	3,000	55,000	7,970
L3	3,000	14,000	5,803
N	2,000	45,000	7,236

Tabla 4. Intensidades medidas en CS-EDF A3-S2 SP

Con estas medidas podemos ver que hay un desequilibrio entre fases, ya que la corriente promedio por fase no es uniforme, la diferencia entre L2 y L3 es de más del 37%. Además, hay una corriente significativa en el neutro promedio, esto confirma que el sistema tiene cargas monofásicas conectadas de forma no uniforme entre fases.

La intensidad máxima en el neutro es de 45 A. Las posibles causas de que esto se dé pueden ser desequilibrio de cargas, debido a que una fase alimenta más cargas monofásicas que las otras, o debido a los armónicos, ya que las cargas electrónicas pueden generar armónicos y el tercer armónico se suma en el neutro, incluso si las fases están equilibradas, esto es muy grave teniendo en cuenta que se tienen numerosos equipos electrónicos, por ejemplo, en los laboratorios o el quirófano. Esto puede provocar calentamiento en el neutro, caídas de tensión y/o disparo de protecciones.

En la gráfica obtenida de la medición realizada por el analizador de redes en el momento en el que la intensidad en el neutro es máxima, se pueden sacar conclusiones. Esta intensidad se encuentra el lunes 07/10/2024 a las 11:16h.

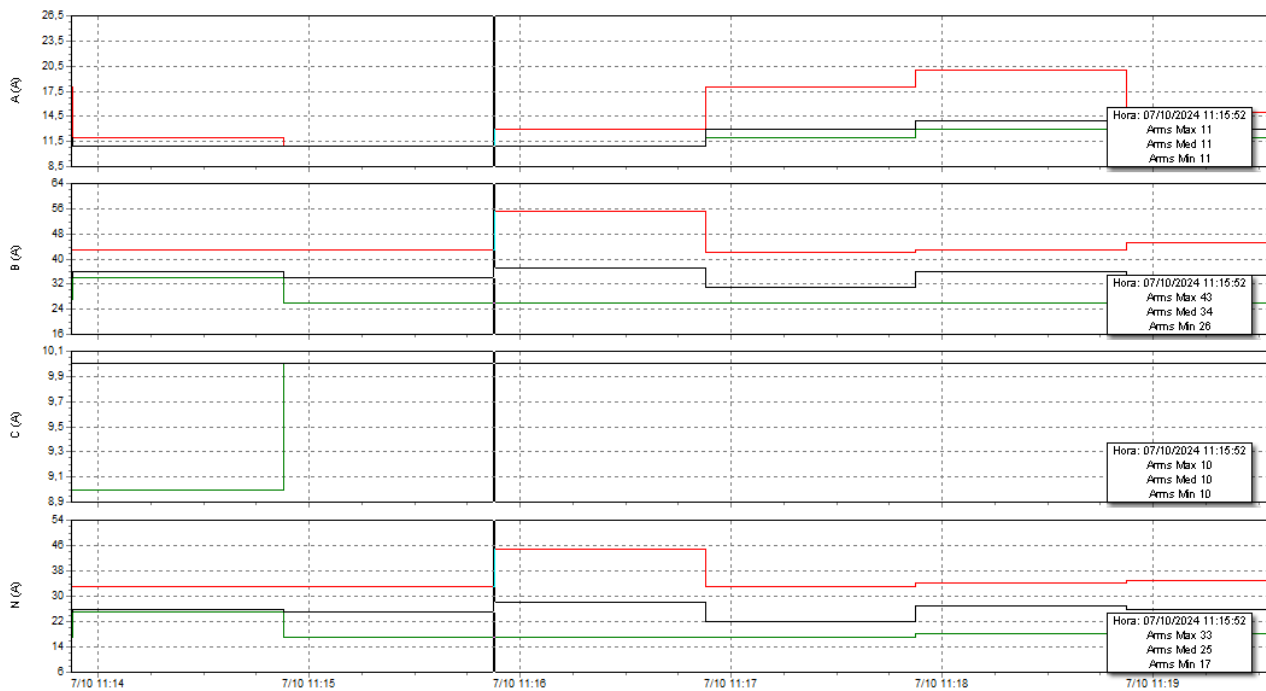


Figura 39. Gráfica de intensidad máxima medida en el neutro en el cuadro secundario CS-EDF A3-S2 SP

Se puede observar que en ese momento la intensidad en la fase L2 también está en la intensidad máxima (55 A), mientras que el resto de fases tienen una intensidad mucho menor. Esto confirma que la causa de los 45 A en el neutro es un desequilibrio severo de carga. Esto implica que el neutro trabaje casi al límite con riesgo de calentamiento, mayor pérdida energética y un problema de tensión en el neutro elevada.

Como se ha mencionado, la intensidad máxima registrada ha sido de 55 A, viendo los esquemas unifilares se comprueba que el interruptor magnetotérmico está calibrado a 160 A, por tanto, no va a disparar.

En las intensidades, para tener un estudio más representativo, se incluyen dos gráficas. En una de ellas se pueden observar la intensidad promedio en cada una de las fases y neutro en cada día de la semana. Y en otra se puede ver la intensidad promedio de las distintas fases y el neutro en un día laborable elegido, ya que es más representativo al estar en funcionamiento la facultad, como por ejemplo el 9/10/2024, y sus diferentes horarios (horario nocturno de 22:30 a 6:30, horario de mañana de 6:30 a 14:30, horario de tarde de 14:30 a 22:30).

La siguiente gráfica se utilizará para observar la intensidad dependiendo del día de la semana en una semana sin actividad extraordinaria.

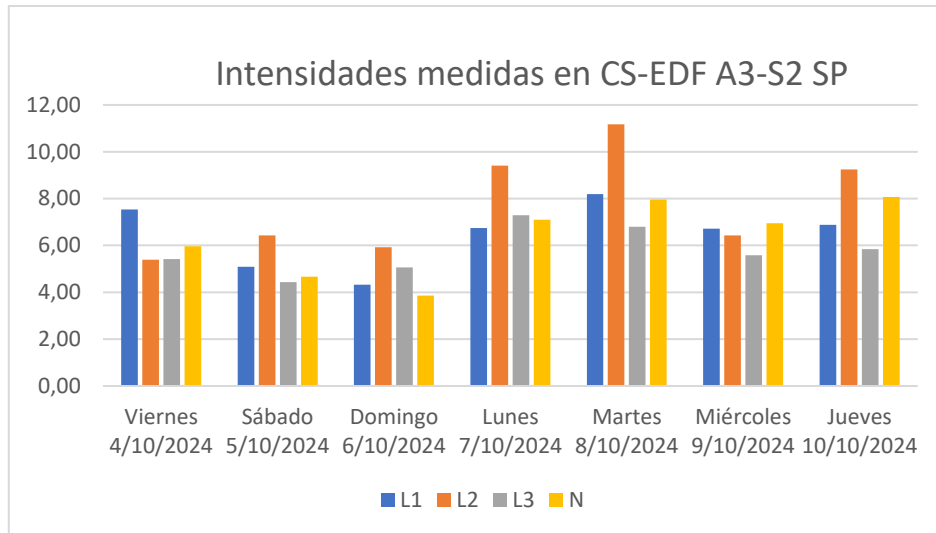


Figura 40. Gráfica de intensidades durante la semana medidas en CS-EDF A3-S2 SP

Un acontecimiento anómalo que se observa en esta gráfica es que las intensidades durante el fin de semana hay consumo. Se ha investigado y durante ese fin de semana no hubo ningún evento en el que la facultad estuviese activa ni durante la semana hubo ningún festivo o fue una semana extraordinaria. Esto puede deberse a los siguientes casos:

- Presencia de cargas permanentes: Cuadros auxiliares de salas técnicas, sistemas médicos en standby y equipos conectados de forma continua.
- Funcionamiento de equipos críticos o en modo espera: Hay equipos que no pueden apagarse por normativa o seguridad, como son los vigiladores de aislamiento, transformador médico, tomas de urgencia, climatización de salas sensibles..., debido a que se encuentran en zonas de uso hospitalario y educativo.
- Funcionamiento automático: Algunos sistemas pueden estar programados para encenderse automáticamente para mantener un mínimo de temperatura, humedad constante o renovar el aire.

La próxima tabla muestra las intensidades medidas el martes 08/10/2024, día lectivo y sin actividades fuera de lo común, para los distintos horarios del día, mañana, tarde y noche. De esta forma se puede analizar si las intensidades varían dependiendo del momento del día y en qué medida.

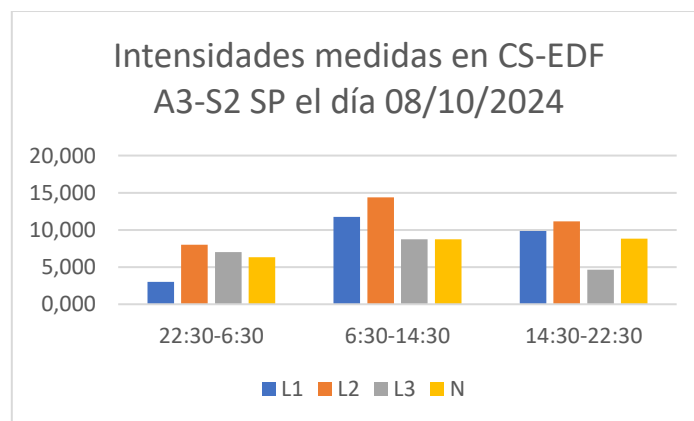


Figura 41. Gráfica de intensidades durante las distintas horas medidas el día 08/10/2024 en CS-EDF A3-S2 SP

Como era de esperar, en horario nocturno, de 22:30h a 6:30h, se encuentran las intensidades más bajas. En horario de mañana, las intensidades son las más altas del día, debido a la mayor actividad lectiva.

Con este análisis, se puede comprobar que L2 está constantemente más cargada, es la fase con mayor intensidad en todas las franjas horarias y la que mayor intensidad alcanza. Por el contrario, L3 tiene baja carga en general. El neutro absorbe tanto como una fase, por lo que se sigue confirmando un desequilibrio persistente.

En horario nocturno, sigue habiendo carga aunque la facultad no esté en funcionamiento. Esto puede deberse a lo comentado anteriormente respecto a las cargas conectadas permanentemente o el funcionamiento de equipos críticos o en modo espera.

5.4.3 Factor de potencia

Se han obtenidos los datos de las medidas realizadas por el analizador de redes. A continuación, se muestran estos datos en una tabla donde se ha cogido el valor mínimo de cada fase, el valor máximo y un promedio de los valores.

Conductor	FP mínima	FP máxima	FP promedio
L1	0,14	0,98	0,55
L2	0,25	0,98	0,74
L3	0,35	0,9	0,70
Total	0,41	0,9	0,69

Tabla 5. Factor de Potencia en CS-EDF A3-S2 SP

Observando estos valores, se sabe que un factor de potencia inferior a 0,9 suele considerarse ineficiente en un entorno como una facultad. El valor promedio total de 0,69 es bajo, lo que indica un exceso de potencia reactiva y posibles cargas inductivas sin compensación (como iluminación fluorescente, motores o transformadores sin baterías de condensadores). Además, la fase L1 tiene un promedio muy bajo, de 0,55, lo que puede indicar que esta fase alimenta cargas inductivas o mal compensadas.

Por tanto, estos valores muestran una baja eficiencia eléctrica.

5.4.4 Energía activa

Se van analizar los valores obtenidos de la energía activa medida por el analizador de redes, en este caso se ha resumido en una tabla la energía activa promedio por cada fase y la total.

Conductor	Energía activa promedio (kWh)	Porcentaje que representa a cada fase
L1	81,752	29,9%
L2	113,112	41,3%
L3	78,763	28,8%
Total	273,626	-

Tabla 6. Factor de Potencia en CS-EDF A3-S2 SP

En este caso, también se puede comprobar que las cargas están desequilibradas, L2 consume más energía que el resto de fases. Mediante el porcentaje de cada fase se observa que L2 consume un 41% del total.

Además, para analizar la energía activa, se va a comprobar mediante dos gráficas como en el caso de la intensidad.

En la siguiente tabla se muestran los valores de energía activa para los distintos días de la semana, de viernes a jueves.

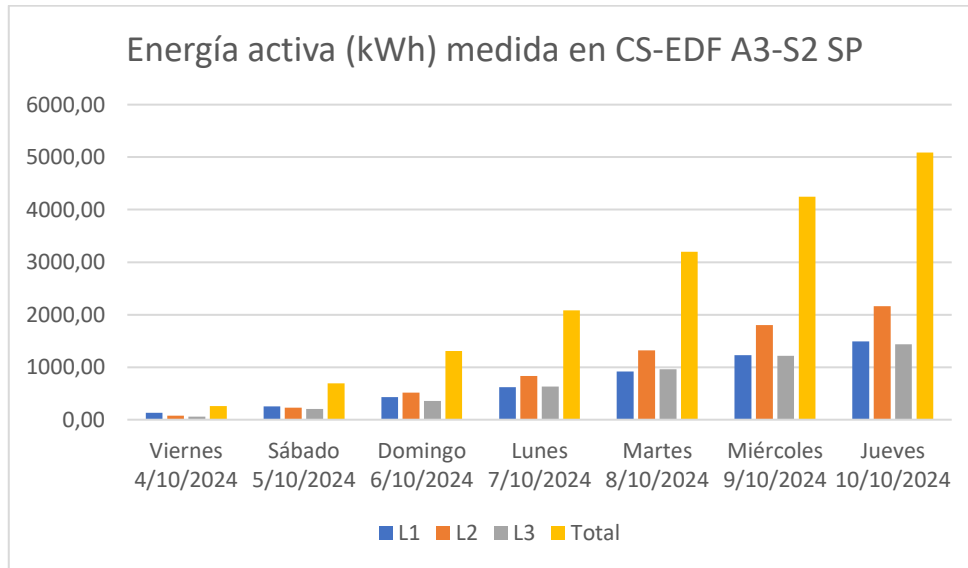


Figura 42. Energía activa medida en CS-EDF A3-S2 SP

Durante el fin de semana se encuentran los valores más bajos, esto es un valor esperado, ya que la facultad no suele abrir durante fines de semana y en esta semana en concreto, como ya se ha comentado, no hubo ningún evento extraordinario por el que cambiase su apertura. Se puede ver que los valores de energía activa van creciendo durante la semana, siendo el viernes el día con los valores más bajos y aumentando hasta llegar al jueves, el día con el consumo más elevado.

Puede verse contraproducente que los viernes se consuma menos energía que los sábados y domingos que el centro se encuentra cerrado, sin embargo, se pueden presentar algunos posibles motivos. El viernes no está completo en el registro, ya que el tiempo de medición, como se ha expuesto anteriormente, no incluye un viernes completo. Sumándole a esto que los viernes por razones logísticas no se suelen programar procedimientos técnicos (rayos X, quirófano, etc.). Además, el consumo que aparece del sábado y domingo puede tratarse de sistemas que permanecen encendidos o cargas permanentes. También es posible la existencia de alguna limpieza técnica.

El aumento progresivo durante la semana puede deberse a que los espacios de rayos X, moldes, pulidoras y quirófano se hayan utilizado más a partir de la mitad de la semana, esto modifica el consumo, ya que en estas zonas los equipos consumen mucha energía. También pueden existir ineficiencias, algunos equipos pueden no apagarse del todo o permanecer en stand-by durante días, lo que acumula consumo y genera ese crecimiento durante la semana.

En la siguiente gráfica se expone una comparación entre los distintos horarios. Horario nocturno, donde la facultad permanece cerrada, horario matutino, durante el cual la facultad está comenzando su actividad lectiva y horario de tarde, durante la cual se encuentra la mayor actividad.

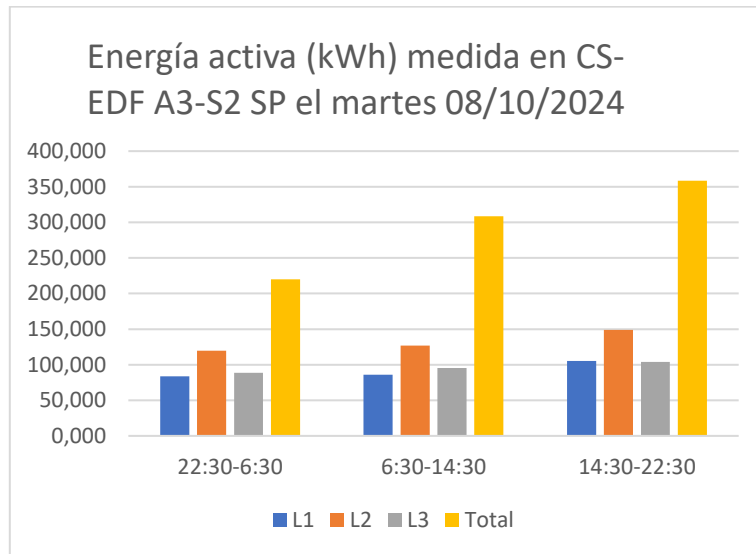


Figura 43. Energía activa medida en CS-EDF A3-S2 SP el 08/10/2024

5.4.5 Eventos

Mediante la medición realizada por el analizador de redes se ha encontrado un evento el domingo 06/10/2024 a las 3:45:09 511mseg.

- Evento de onda (CHG)

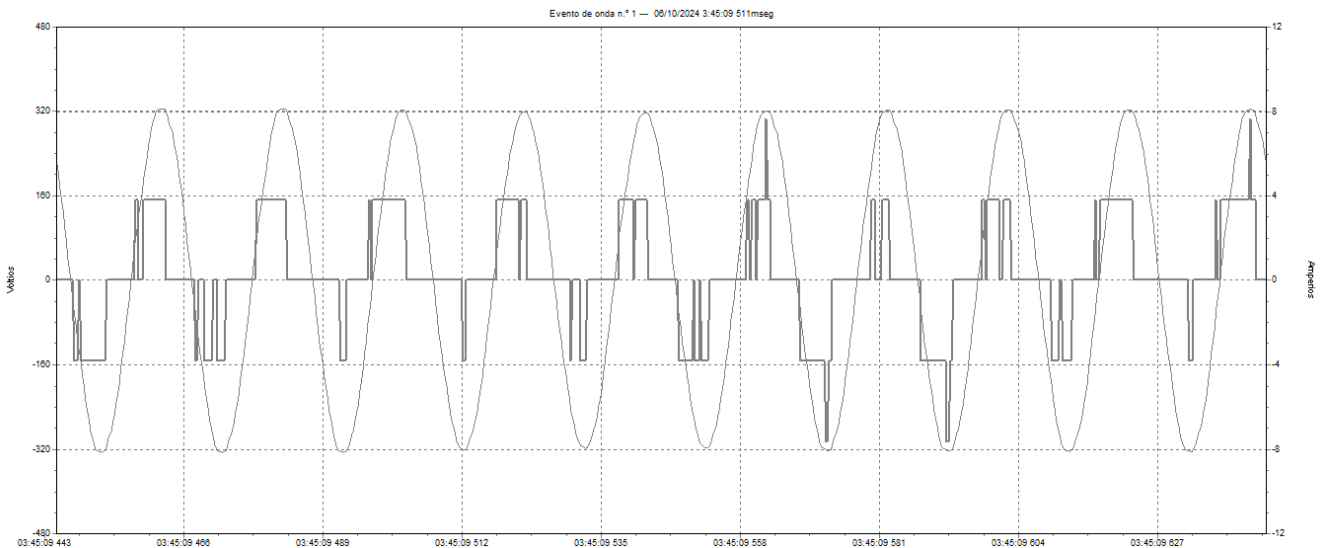


Figura 44. Evento de onda domingo 06/10/2024 a las 3:45:09 en el CS-EDF A3-S2 SP

- Evento de cambio significativo en el valor eficaz (RMS)

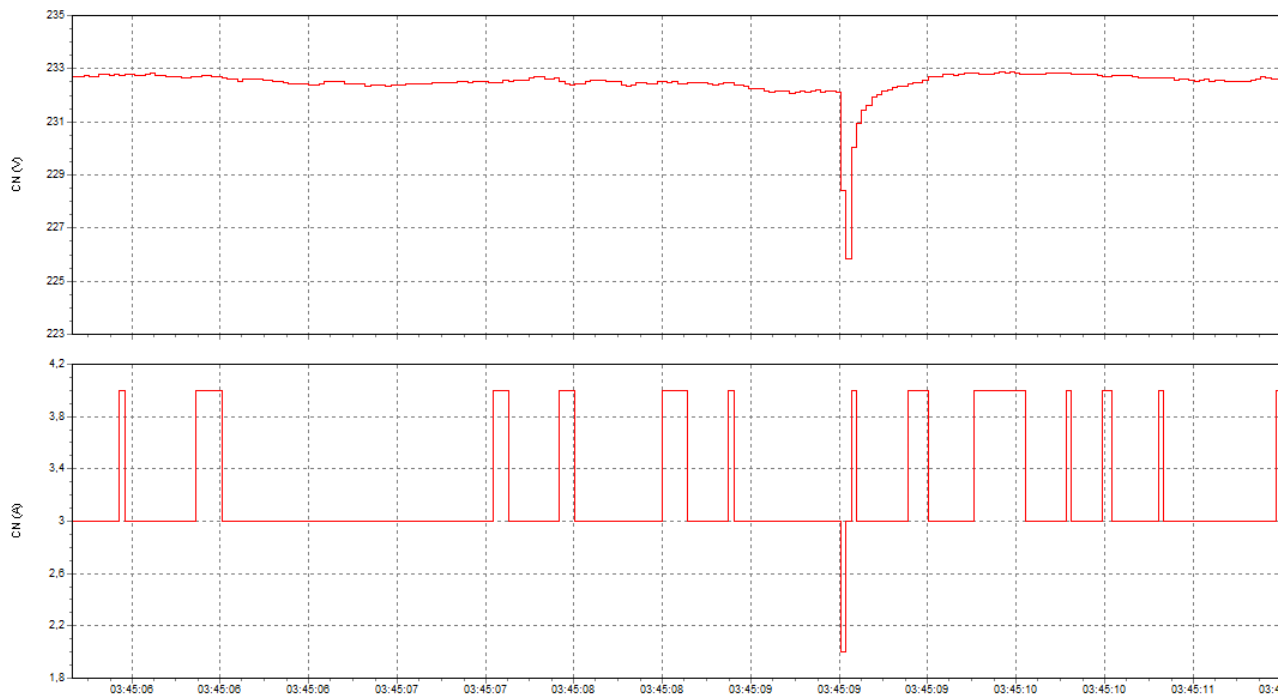


Figura 45. Evento RMS domingo 06/10/2024 a las 3:34:09 en el CS-EDF A3-S2 SP

En las gráficas aportadas se puede observar que la caída de tensión registrada por el analizador de redes fue de 5,68 V en un tiempo de 2-3 milisegundos. Esto equivale a un pulso de tensión muy corto. Analizando estas características del evento y teniendo en cuenta que el día indicado no hubo mala condición meteorológica y no se han encontrado noticias acerca de fallos en los equipos de los alrededores, es muy probable que se trate de un fallo transitorio de muy corta duración en la red de distribución, posiblemente en el circuito de alta tensión. Este fallo puede ser un cortocircuito o un arco momentáneo. La subestación Universidad 66/20 kV a la que se conecta el centro de transformación que da alimentación a la Facultad de Ciencias de la Salud se alimenta de la Línea 66 kV Ramos-Visos, por lo que una perturbación en ésta afectaría a la carga en baja tensión. Un fallo transitorio en el sistema de distribución produciría exactamente una caída de tensión casi instantánea y recuperación inmediata no perceptible, ya que se está hablando de milisegundos, salvo con equipos de monitoreo como es el caso del analizador de redes.

5.5 POSIBLES MEJORAS

Para mejorar la eficiencia se pueden tomar las siguientes medidas:

- Redistribución de cargas monofásicas: Se ha detectado un desequilibrio entre fases, especialmente una carga excesiva en L2. La solución planteada es redistribuir los circuitos monofásicos conectados al cuadro secundario para que estén más equilibrados entre las distintas fases. Esto puede requerir reorganizar los circuitos eléctricos o reasignar cargas desde el

Cuadro General de Baja Tensión. De esta forma se consigue reducir la intensidad por el neutro y se mejora el rendimiento del sistema.

- Verificación del neutro: Debido a que se ha observado un evento puntual de alta tensión e intensidad en el neutro, es necesario revisar la conexión del neutro en el cuadro y el embarrado principal, para mejorar así la seguridad eléctrica y evitar riesgos de sobretensiones y fallos de aislamiento.
- Compensación del factor de potencia: En el análisis realizado se ha comprobado que el f.d.p. promedio es de 0,69, esto indica la presencia de cargas inductivas (fancoils, motores, equipos electrónicos, etc.). Para mejorar el factor de potencia en el cuadro secundario se propone instalar baterías de condensadores automáticas, optimizando así el uso de energía activa y reduciendo pérdidas.
- Optimización del consumo en horario no lectivo: Mediante las gráficas realizadas a partir de los resultados del analizador de redes, se ha detectado un consumo continuo durante horarios nocturnos y fines de semana. Para paliar esta situación, es posible implementar sistemas de gestión energética o domótica que desconecten de forma automática ciertas cargas no críticas que consumen en horario no lectivo. Otra solución óptima sería que el personal técnico apagara equipos médicos no esenciales tras su uso y evitar dejar aparatos en stand-by.
- Sustitución de iluminación fluorescente por tecnología LED: Esto permitiría ahorros de energía, mejor rendimiento, menor mantenimiento y posibilidad de control inteligente, utilizando sistemas DALI o KNX. En el punto 6. Estudio de la iluminación, se plantea este cambio y el ahorro que podría generar.
- Revisión de horarios de climatización y ventilación: Revisar que el sistema HVAC no se quede encendido durante el horario nocturno en el cual la facultad está inactiva o fines de semana sin necesidad y que esté zonificado por ocupación real. Es posible el uso de sistemas de control BMS ("Building Management System) o SCADA.
- Instalación fotovoltaica para autoconsumo: Al ser un centro educativo con uso diurno y tener los techos disponibles, sería muy rentable añadir una instalación fotovoltaica para reducir la facturación.

Para la implementación de estas mejoras sería conveniente un estudio más detallado de las instalaciones de la Facultad de Ciencias de la Salud y sus patrones de uso. Aún así, las propuestas planteadas se fundamentan en datos obtenidos del analizador de redes y las visitas técnicas realizadas con el tutor y personal de mantenimiento a las instalaciones, por lo que pueden servir de base para iniciar un plan de mejora energética integral.

5.6 CONCLUSIONES DEL ESTUDIO REALIZADO CON EL ANALIZADOR DE REDES

Respecto a la calidad eléctrica, se han expuesto claras deficiencias y posibles mejoras a realizar para aumentar la eficiencia eléctrica, objetivo de este trabajo.

Entre estas deficiencias, destaca el desequilibrio eléctrico y los eventos puntuales anómalos que, aunque no suponen un fallo crítico, si indican problemas de eficiencia en la instalación. Además, el bajo factor de potencia y el consumo constante en periodo de inactividad de la facultad reflejan una baja utilización de la energía disponible, con repercusiones tanto técnicas como económicas, aunque no a corto



plazo. Este consumo en horario no lectivo refleja la oportunidad de mejora en la gestión energética.

Como recomendaciones a seguir para mejorar esta situación, es necesario realizar una estrategia de gestión energética, monitorizando de forma continua y haciendo mediciones por zonas o usos para detectar ineficiencias en tiempo real. También sería interesante una gestión automatizada de consumos, integrando sistemas de control inteligente para adaptar las instalaciones al uso real de los equipos de la facultad. Por último, se puede añadir una planificación de objetivos de sostenibilidad y eficiencia energética, como por ejemplo el cambio de las luminarias fluorescentes por luminarias LED, que proporcionan un mayor ahorro y cumplen la normativa RoHS.

6 ESTUDIO DE LA ILUMINACIÓN

6.1 INTRODUCCIÓN

La iluminación de los distintos módulos objeto de estudio se ha calculado mediante el programa CYPElux, ya que ofrece una integración con el flujo de trabajo Open BIM, permitiendo la interoperabilidad con el modelo arquitectónico generado en Revit. La finalidad de esto es optimizar el diseño de iluminación, asegurando eficiencia, confort y cumplimiento de la normativa. Se pretende calcular cuánta luz es realmente necesaria para cada espacio y seleccionar la lámpara más adecuada para cada zona, priorizando las que ofrecen un mayor rendimiento lumínico con un menor consumo.

Cabe destacar que muchas de las lámparas instaladas en la Facultad de Ciencias de la Salud son fluorescentes y por ello se encuentran descatalogadas, ya que no cumplen con la normativa europea Reglamento UE 2021/341 y Restricción de Sustancias Peligrosas (RoHS) – Directiva 2011/65/UE. Por lo que su sustitución por alternativas más eficientes, como luminarias tipo LED, es necesaria tanto desde el punto de vista eficiente como técnico.

El diseño y la comprobación se ha realizado conforme a la normativa UNE-EN 12464-1 (Iluminación en los lugares de trabajo – Parte 1: Lugares de trabajo en interiores), CTE DB-HE 3 y CTE DB-SUA 4.

En este estudio sólo se incluirán las zonas funcionales clave que afectan al desarrollo de la actividad docente y del alumnado (laboratorios, aulas, quirófanos, etc.). Por tanto, se eximirán de este proyecto las zonas de uso restringido o de soporte técnico (almacenes, instalaciones, etc.), los aseos y vestuarios y los pasillos, siendo su consumo bajo comparado con las zonas principales.

6.2 LÁMPARAS ACTUALES

En este apartado se van a mencionar y describir las luminarias que se encuentran actualmente en los módulos estudiados.

6.2.1 Philips MASTER TL5 HE 14W

Las lámparas Philips MASTER TL5 de 14W que se encuentran en la facultad de Ciencias de la Salud de Málaga, están instaladas en luminarias Phillips TBS165, que corresponde a un modelo de la serie TL5, cada unidad está equipada con cuatro de estos tubos.

Dentro de las especificaciones se debe destacar que el tipo de lámpara es tubo fluorescente compacto tipo T5, la potencia de cada uno es de 14W, la temperatura de color es 4000K (blanco neutro), el CRI de 80+ y base G5. El flujo luminoso de cada tubo es de 1200 lúmenes, en total de los cuatro tubos 4800 lm. En total cada luminaria consumiría 56W, además debido a la presencia de un balasto o equipo auxiliar que controla el encendido y funcionamiento de los tubos fluorescentes, se añade un consumo adicional. Por tanto, el consumo total de cada luminaria es de 61,5W. [8]



Figura 46. Lámpara Philips MASTER TL5 14W

Por la modificación de la directiva RoHS, acrónimo de Restriction of Hazardous Substances (Restricción de Sustancias Peligrosas), en Europa se prohíbe, desde el 24 de agosto de 2023, la fabricación, distribución e importación de tubos fluorescentes T5 y T8, y desde el 24 de febrero de 2023 limita las lámparas fluorescentes compactas enchufables. Estas regulaciones buscan eliminar el uso de sustancias peligrosas, como el mercurio, comúnmente presentes en los tubos fluorescentes, para proteger la salud humana y el medio ambiente. [9]

Este cambio responde al compromiso de Europa de buscar soluciones de iluminación más eficientes en el ahorro de costos de energía, que sean respetuosas con el medio ambiente y la salud de las personas, avanzando hacia un futuro más sostenible desde una perspectiva ambiental.

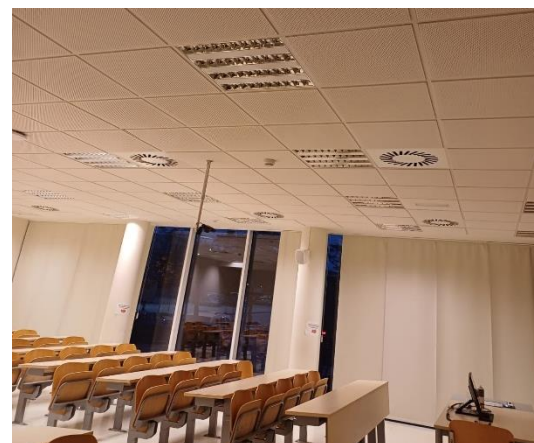
Por ello, las lámparas actuales que se encuentran en estas salas están descatalogadas y se buscará una solución alternativa dentro de norma y mejorando la eficiencia.

Las zonas en las que se encuentran son:

- Módulo A3: Sala de moldes, recepción, sala de espera, despachos, sala de esterilización, pulidoras, sala de esterilización, sala de rayos X y laboratorios.
- Módulo A4: Salas de actividades espacio europeo.
- Módulo A5: Laboratorios.
- Módulo E: Fotocopias, despachos y salas de trabajos.



(a)



(b)

Figura 47. (a) Laboratorios Docentes [10] (b) Sala de actividades espacio europeo

6.2.2 Philips MASTER TL5 HO 54W

Las lámparas Philips MASTER TL5 de 54W están instaladas en luminarias Philips TBS165, donde cada unidad está equipada con cuatro de estos tubos.

Dentro de las especificaciones se debe destacar que el tipo de lámpara es tubo fluorescente compacto tipo T5, la potencia de cada uno es de 54W, la temperatura de color es 4000K (blanco frío), el CRI de 80+ y base G5. En total cada luminaria consumiría 216W, además debido a la presencia de un balasto o equipo auxiliar que controla el encendido y funcionamiento de los tubos fluorescentes, se añade un consumo adicional. Por tanto, el consumo total de cada luminaria es de 221,5W. [11]



Figura 48. Lámpara Philips MASTER TL5 54W [11]

Como en el caso anterior, al tratarse de tubos fluorescentes, las luminarias están descatalogadas y se buscará una solución alternativa dentro de norma y tratando de mejorar la eficiencia.

Estas lámparas son de mayor potencia debido a que están instaladas en zonas de mayor exigencia lumínica para su cumplimiento normativo. Estas zonas son las siguientes:

- Módulo A3: Sala de exploración, salas quirodopológicas, sala de podobit y quirófano.

6.2.3 Philips PL-S 11W

Las lámparas Philips PL-S 11W son lámparas fluorescentes compactas de baja potencia. Las características más destacables de esta luminaria son la temperatura de color de 4000 K, el flujo luminoso de 900 lúmenes, con base G23, CRI de 80+. [12]

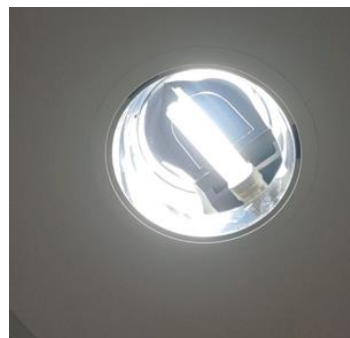


Figura 49. Philips PL-S 11W

Estas lámparas se sitúan en la siguiente zona:

- Módulo E: Zona de lectura de la biblioteca

En general, no es ideal como iluminación principal en bibliotecas, ya que comúnmente es usada para iluminación ambiental o auxiliar por su bajo nivel de

iluminación y su distribución lumínica limitada, ya que no cubre grandes áreas uniformemente. Además, están situadas a 5 metros de altura.

Para mejorar la iluminación y facilitar la lectura y el estudio en esta zona, hay lámparas de sobremesa compactas, instaladas en luminarias fijas sobre las mesas de lectura.



Figura 50. Zona de lectura de la biblioteca. [13]

6.2.4 Philips EFIX TCS260 1x54W

Las luminarias Philips EFIX TCS260 1x54W 840 HFP, fluorescentes de tipo TL5. Dentro de sus especificaciones cabe destacar que EFIX TCS260 es el modelo de la luminaria, el tipo de lámpara 1x54W indica que esta luminaria soporta un solo tubo fluorescente de 54W, generalmente de tipo T5, conocido por su alta eficiencia y diseño delgado. La temperatura de color es 840, donde el 8 indica un CRI (Índice de Reproducción Cromática) de aproximadamente 80 y el 40 se refiere a una temperatura de color de aproximadamente 4000K. HFP es el acrónimo de High-Frequency Preheat (Precalentamiento de Alta Frecuencia), este tipo de balasto es eficiente en el consumo de energía y proporciona una iluminación sin parpadeos al operar a alta frecuencia. [14]

Como en casos anteriores, al tratarse de tubos fluorescentes, las lámparas están descatalogadas y se buscará una solución alternativa dentro de norma y tratando de mejorar la eficiencia.



Figura 51. Philips EFIX TCS260 1x54W

6.3 LUMINARIAS PROPUESTAS

Las luminarias propuestas para las salas de los módulos que se van a tratar en este proyecto aparecen en este apartado, donde se dará una breve descripción de cada una de ellas.

6.3.1 Philips Coreline Panel g6 26W

Dada la necesidad por cumplir los requerimientos normativos de las normas UNE-EN 12464-1 y CTE-DB-HE 3 y mejorar la calidad de la iluminación, se ha optado por sustituir completamente las luminarias Philips TBS165 por paneles LED, siendo ésta una solución más eficiente en términos de consumo y de rendimiento lumínico.

Los paneles LED elegidos para sustituir las luminarias TBS165 con cuatro tubos fluorescentes Philips MASTER TL5 de 14W cada uno son los Philips Coreline Panel gen6, 26 W, 600x600 mm, VPC, 3600 lm, 4000 K. El código del producto es RC132V G6 36S/840 PSU W60L60 OC.



Figura 52. Luminaria Philips Coreline Panel gen6 [15]

El modelo de 26 W ofrece un flujo luminoso de 3600 lúmenes y una temperatura de color de 4000 K, proporcionando una luz blanca neutra adecuada para entornos educativos. Su óptica opalina (OC) garantiza una distribución uniforme de la luz, reduciendo deslumbramientos y mejorando el confort visual. Estos paneles se caracterizan por su alta eficiencia energética, su diseño ultrafino y su instalación rápida mediante conectores rápidos. Además, forman parte de la gama Interact Ready, lo que permite su integración en sistemas de iluminación conectada para una gestión inteligente del consumo energético. [15]

A continuación, se muestran sus curvas fotométricas, obtenida a partir del programa CYPELUX.

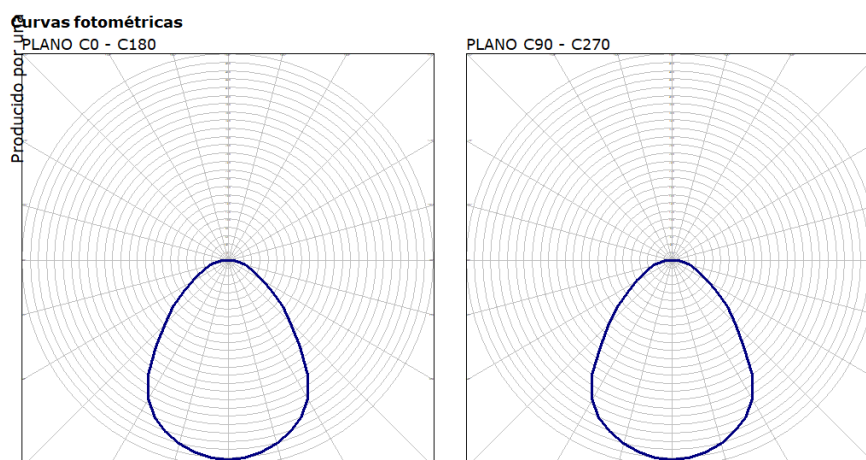


Figura 53. Curvas fotométricas RC132V G6 36S/840 PSU W60L60 OC

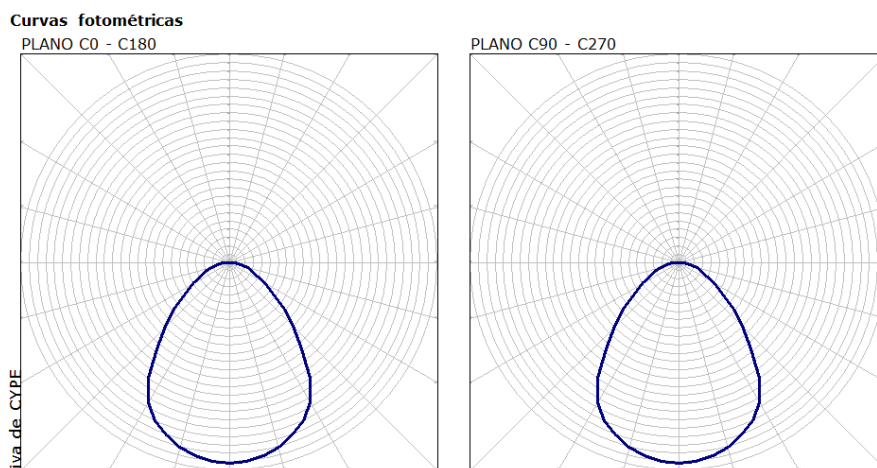
Las zonas en las que se situarán estas luminarias son las siguientes:

- Módulo A3: Sala de moldes, recepción, sala de espera, despachos, pulidoras, sala de esterilización, sala de rayos X, laboratorios y despachos.
- Módulo A4: Salas de actividades espacio europeo.
- Módulo A5: Laboratorios.
- Módulo E: Fotocopias, despachos y salas de trabajo.

6.3.2 Philips Coreline Panel gen6 38W

Para zonas con algo más de exigencia lumínica, se ha elegido Coreline Panel gen6, 38 W, 600x600 mm, VPC, 5000 lm, 4000 K, DALI, UGR19, que sustituyen a la mayoría de luminarias TBS165 con cuatro tubos Philips MASTER TL5 de 54W cada uno. Este panel LED ofrece una solución eficiente y fácil de integrar en techos modulares. El flujo luminoso es de 5000 lúmenes, idóneo para entornos donde se deben distinguir con claridad detalles o manipular instrumentación. La temperatura de color de 4000 K genera una luz blanca neutra. Además, el panel está equipado con un difusor tipo VPC que mejora la distribución de la luz y minimiza reflejos. El control de deslumbramiento está garantizado gracias a un índice UGR<19. También incorpora tecnología de regulación DALI, permitiendo adaptar la intensidad lumínica. [16]

A continuación, se muestran sus curvas fotométricas, obtenida a partir del programa CYPELUX.



Las zonas en las que se encontrarán estos paneles son las siguientes:

- Módulo A3: Sala de exploración, salas quiropodológicas, taller y sala de podobit.

6.3.3 Philips Coreline Panel gen6 45W

La luminaria Coreline Panel gen6, 38 W, 600x600 mm, VPC, 5000 lm, 4000 K, DALI, UGR19 ha sido elegida para un entorno tan crítico como un quirófano, en la que se encontraban luminarias TBS165 con cuatro tubos Philips MASTER TL5 de 54W, donde la calidad de la luz tiene un impacto directo en la precisión de las intervenciones médicas y la seguridad del paciente. Ofrece un rendimiento superior en términos de claridad y fidelidad cromática, elementos esenciales en el entorno quirúrgico.

El flujo luminoso de 4800 lúmenes proporciona una iluminación intensa y uniforme. Su temperatura de color de 4000 K genera una luz blanca neutra que evita alteraciones visuales. Un aspecto crítico en esta zona es la reproducción del color, por lo cual este modelo destaca al contar con un índice de reproducción cromática (CRI) superior a 90, lo que asegura que los colores se vean de forma natural y fiel. Además, el panel incorpora un difusor VPC que distribuye la luz de forma homogénea, mientras que su índice de deslumbramiento $UGR < 19$ garantiza un ambiente visual confortable, minimizando el cansancio ocular en jornadas extensas. [17]

A continuación, se muestran sus curvas fotométricas, obtenida a partir del programa CYPELUX.

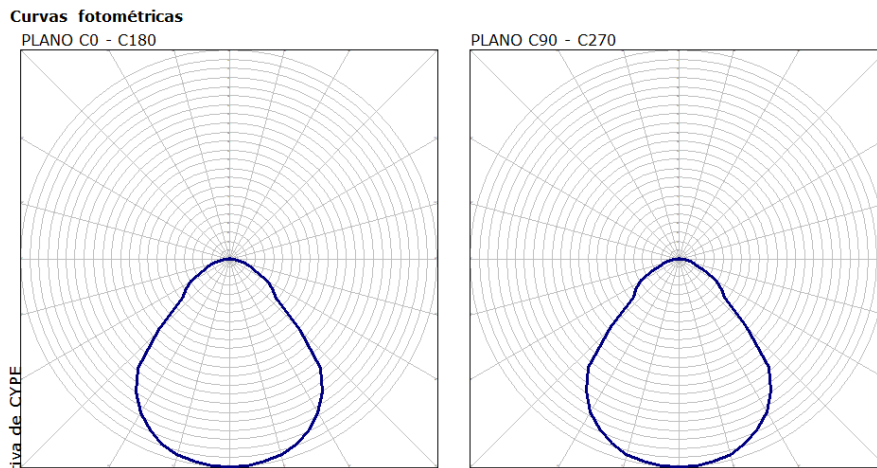


Figura 55. Curvas fotométricas RC132V G6 48S/840 PSu W60L60 OC IP65

Las luminarias se encontrarán, como se ha mencionado, en la siguiente zona:

- Módulo A3: Quirófano.

6.3.4 LuxSpace empotrable 44W

La luminaria Downlight LuxSpace 2 compact de Philips con referencia DN570B LED60S/840 DIA-VLC-E WH, será la encargada de sustituir a las luminarias Philips PL-S 11W.



Figura 56. Luminaria LuxSpace empotrable 44W

Está equipada con un módulo LED de 6200 lúmenes y una temperatura de color neutra de 4000 K, ofrece una iluminación uniforme, adecuada para entornos como bibliotecas. Incorpora tecnología DALI, para control digital de la intensidad y es Interact Ready, lo que permite su integración en sistemas de iluminación conectada. Su óptica es de alta calidad y bajo índice de deslumbramiento ($UGR < 19$). [18]

Además, el diseño no dista demasiado del actual, lo que facilitará su implementación.

En las siguientes imágenes se observan las curvas fotométricas de esta luminaria.

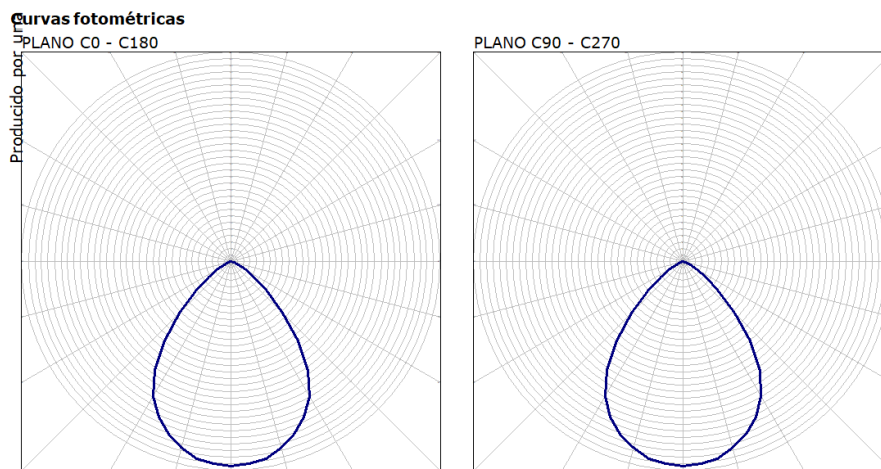


Figura 57. Curvas fotométricas DN570B LED60S/840 DIA-VLC-E WH

La zona en la que se encontrará instalada será:

- Módulo E: Zona de lectura de la biblioteca

6.3.5 Philips MASTER LEDtube HF 1200mm HE 16.5W 840 T5

Las luminarias Philips EFIX TCS260 1x54W 840 HFP han sido sustituidas por las Philips Master LEDtube HF 1200mm HE 16.5W 840 T5. Tienen un flujo lumínico de 2500 lúmenes, optimizado para zonas que no requieran altas exigencias lumínicas. Su temperatura de 4000K proporciona una luz blanca neutra. Además, al ser HE (High Efficiency), tiene una alta eficiencia lumínica. Por tanto, es una buena alternativa para sustituir luminarias con tubos fluorescentes. [19]

En las siguientes imágenes se muestran las curvas fotométricas obtenidas mediante el programa CYPElux.

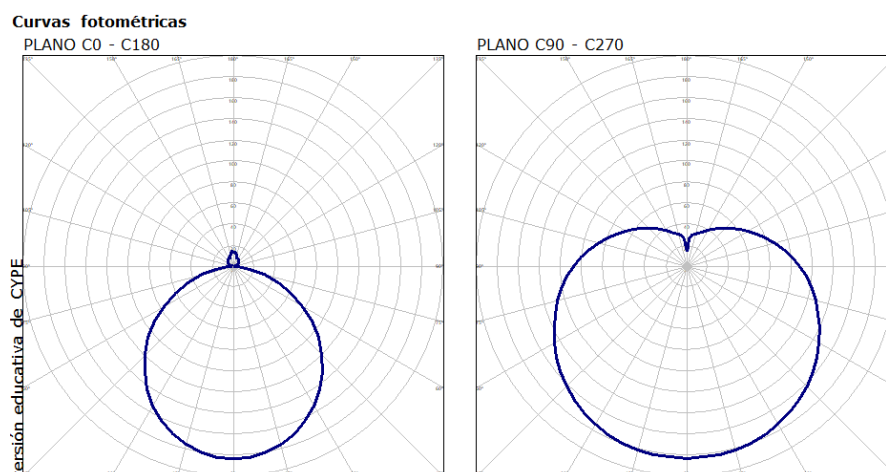


Figura 58. Curvas fotométricas Master LEDtube HF 1200mm HE 16.5W 840 T5

La zona en la que se encuentra esta luminaria es la siguiente:

- Módulo E: Zona de estanterías

6.3.6 Resumen de lámparas actuales y propuestas

A modo de resumen, se muestra una tabla con las luminarias actuales y las futuras sustitutas.

Módulo	Zonas	Luminaria Actual	Tipo de luminaria actual	Luminaria Propuesta	Tipo de luminaria propuesta
A3	Sala de moldes, recepción, sala de espera, despachos, pulidoras, sala de esterilización, sala de rayos X y laboratorios	TBS165 con cuatro tubos Philips MASTER TL5 HE 14W	Fluorescente	Philips Coreline Panel g6 26W	LED
	Sala de exploración, salas quiropodológicas, taller y sala de podobit	TBS165 con cuatro tubos Philips MASTER TL5 HO 54W	Fluorescente	Philips Coreline Panel g6 38W	LED
	Quirófano	TBS165 con cuatro tubos Philips MASTER TL5 HO 54W	Fluorescente	Philips Coreline Panel g6 45W	LED
A4	Salas de actividades espacio europeo	TBS165 con cuatro tubos Philips MASTER TL5 HE 14W	Fluorescente	Philips Coreline Panel g6 26W	LED
A5	Laboratorios	TBS165 con cuatro tubos Philips MASTER TL5 HE 14W	Fluorescente	Philips Coreline Panel g6 26W	LED
E	Biblioteca - Zona de lectura	Philips PL-S 11W	Fluorescente	LuxSpace empotrable 44W	LED
	Biblioteca - Zona de estanterías	Philips EFIX TCS260 1x54W	Fluorescente	Philips MASTER LEDtube HF 1200mm HE 16.5W 840 T5	LED
	Fotocopias, despachos y salas de trabajo	TBS165 con cuatro tubos Philips MASTER TL5 HE 14W	Fluorescente	Philips Coreline Panel g6 26W	LED

Tabla 7. Luminarias actuales y luminarias propuestas

6.4 COMPARACIÓN Y RESULTADOS

En este apartado se compararán las características más importantes respecto a la eficiencia de las luminarias actuales y las propuestas, mostrando la mejora de eficiencia y justificando esta necesidad de cambio.

Para los cálculos se ha tomado el precio medio anual del kWh a 0,1332317€. Se va a suponer un uso de las instalaciones de 13 horas diarias durante 210 días al año.

Estos cálculos se han realizado a partir de un archivo Excel mediante las siguientes fórmulas:

$$\text{Consumo anual} \left(\frac{\text{kWh}}{\text{año}} \right) = \text{Potencia por unidad (kW)} \cdot \text{Horas uso al año} \cdot \text{total luminarias} \quad (1)$$

$$\text{Ahorro económico anual} \left(\frac{\text{€}}{\text{año}} \right) = \text{Ahorro energ. anual} \left(\frac{\text{kWh}}{\text{año}} \right) \cdot \text{Precio del kWh} \left(\frac{\text{€}}{\text{kWh}} \right) \quad (2)$$

$$\text{Reducción CO}_2 \left(\frac{\text{kg CO}_2}{\text{año}} \right) = \text{Ahorro energ. anual} \left(\frac{\text{kWh}}{\text{año}} \right) \cdot \text{Factor de emisión} \left(\frac{\text{kg CO}_2}{\text{kWh}} \right) \quad (3)$$

$$\text{Retorno de la inversión (años)} = \frac{\text{Costo de inversión (€)}}{\text{Ahorro económico anual (€/año)}} \quad (4)$$

En los resultados obtenidos de las comprobaciones realizadas en CYPElux, añadidos en el ANEXO A: RESULTADOS, se mostrará el cumplimiento normativo tanto lumínico como de eficiencia de todas las luminarias propuestas.

6.4.1 TBS165 con cuatro tubos MASTER TL5 HE 14W VS Philips Coreline Panel g6 26W

En este apartado se van a analizar los parámetros más importantes respecto a la mejora de eficiencia eléctrica al sustituir las luminarias TBS165 con cuatro tubos Philips MASTER TL5 HE 14W por los paneles Philips Coreline Panel g6 26W.

Para los cálculos se ha tenido en cuenta que el precio de cada panel es de 60,18€ y el precio medio de kWh se ha obtenido de Red Eléctrica Española.

En la siguiente tabla se muestra un análisis comparativo.

Concepto	Luminarias actuales TBS165 (4x14W fluorescentes)	Paneles Philips CoreLine Panel G6 26W
Potencia por unidad	56 W (4 × 14 W)	26 W
Consumo anual	50450,40 kWh/año	23423,40 kWh/año
Ahorro energético anual	—	27027 kWh (54% menos)
Total luminarias	330 luminarias	330 luminarias
Ahorro económico anual	—	3600,85 €/año
Reducción emisiones CO ₂	—	10810,80 kg CO ₂ /año
Costo inversión	N/A	19925,40 € (60,38 € × 330 unidades)
Retorno de inversión	N/A	5,53 años
Vida útil estimada	8-12 años (fluorescentes)	15-20 años (LED)
Mantenimiento	Reemplazo tubos fluorescentes y reactancias	Muy bajo, generalmente solo limpieza
Calidad lumínica	Buena, pero menor reproducción cromática	Mejor reproducción cromática, luz más uniforme
Control de iluminación	Limitado	Fácil integración con sensores y reguladores

Tabla 8. Comparativa TBS165 (4x14W) con Coreline Panel g6 26W

Como conclusión,

- ✓ Los paneles Philips Coreline Panel G6 de 26W son una opción eficiente que reduce significativamente el consumo energético y los costes de mantenimiento. Supone un ahorro de 27027 kWh anuales, es decir, un 54% de ahorro energético.
- ✓ Reducción anual de emisiones de CO₂ de 10810,80 kg.
- ✓ Al ser el tiempo de amortización es de 5 años y medio, por lo que, al ser menor de 10 años, se va a considerar óptimo realizar el cambio.
- ✓ Se puede plantear cambiar solo un número rentable de luminarias y almacenar las sustituidas para cambiarlas por las que se mantengan cuando tengan fallos, ya que como se ha mencionado, están descatalogadas.

6.4.2 TBS165 con cuatro tubos MASTER TL5 HO 54W VS Philips Coreline Panel g6 38W

En este apartado se van a analizar los parámetros más importantes respecto a la mejora de eficiencia eléctrica al sustituir las luminarias TBS165 con cuatro tubos Philips MASTER TL5 HO 54W por los paneles Philips Coreline Panel g6 38W.

Teniendo en cuenta que el precio de cada luminaria es de 123,56€, se harán los cálculos necesarios y en la siguiente tabla se encontrarán las comparaciones.

Concepto	Luminarias actuales TBS165 (4x54W fluorescentes)	Paneles Philips Coreline Panel G6 38W
Potencia por unidad	216 W (4 × 54 W)	38 W
Consumo anual	14742 kWh/año	2593,50 kWh/año
Ahorro energético anual	—	12148,50 kWh (82,41% menos)
Total luminarias	25 luminarias	25 luminarias
Ahorro económico anual	—	1618,56 €/año
Reducción emisiones CO ₂	—	4859,40 kg CO ₂ /año
Costo inversión	N/A	3089 €
Retorno de inversión	N/A	1,90 años
Vida útil estimada	8-12 años (fluorescentes)	15-20 años (LED)
Mantenimiento	Reemplazo tubos y reactancias	Muy bajo, generalmente solo limpieza
Calidad lumínica	Buena, menor reproducción cromática	Mejor reproducción cromática y uniformidad
Control de iluminación	Limitado	Fácil integración con sensores y reguladores

Tabla 9. Comparativa TBS165 (4x54W) con Coreline Panel g6 38W

Como conclusión,

- ✓ Gran ahorro energético y económico con una reducción del consumo superior al 80%, lo que supone un ahorro de 12148,50 kWh anuales.
- ✓ Retorno de inversión rápido, en menos de 2 años, con beneficios que continúan durante la vida útil del panel

- ✓ Mejora en calidad lumínica y reducción significativa del mantenimiento
- ✓ Impacto ambiental positivo con una reducción alta de emisiones CO₂
- ✓ Posibilidad de mayor eficiencia añadiendo controles inteligentes

6.4.3 TBS165 con cuatro tubos MASTER TL5 HO 54W VS Philips Coreline Panel g6 45W

En este apartado se van a analizar los parámetros más importantes respecto a la mejora de eficiencia eléctrica al sustituir las luminarias TBS165 con cuatro tubos Philips MASTER TL5 HO 54W por los paneles Philips Coreline Panel g6 45W.

El precio de esta luminaria es de 160,05€, a partir de esto se realizará el cálculo de retorno de inversión.

Concepto	Luminarias actuales TBS165 (4x54W fluorescentes)	Paneles Philips Coreline Panel G6 45W
Potencia por unidad	216 W (4 × 54 W)	45 W
Consumo anual	3538,08 kWh/año	737,10 kWh/año
Ahorro energético anual	—	2.308,5 kWh/año (79,2% menos)
Total luminarias	6 luminarias	6 luminarias
Ahorro económico anual	—	373,18 €/año
Emisiones CO ₂ evitadas	—	1120,39 kg CO ₂ /año
Costo inversión	N/A	960,3 €
Retorno de inversión	N/A	2,57 años
Vida útil estimada	8–12 años (fluorescentes)	15–20 años (LED)
Mantenimiento	Reemplazo de tubos y reactancias	Muy bajo, generalmente solo limpieza
Calidad lumínica	Menor uniformidad, posible parpadeo	Luz uniforme, sin parpadeo, mejor reproducción cromática
Control de iluminación	Limitado	Fácil integración con sensores y reguladores

Tabla 10. Comparativa TBS165 (4x54W) con Coreline Panel g6 45W

Como conclusión a las ventajas de este cambio propuesto:

- ✓ Cambiar a paneles LED reduce el consumo energético un 79,2%, lo que representa un ahorro de 2800,98 kWh anuales, mejorando la eficiencia energética.
- ✓ Con un ahorro anual de casi 400€, el retorno de inversión se logra en menos de cinco años, no es valor tan favorable como en otros casos, sin embargo, se han elegido estas luminarias para asegurar el cumplimiento de las exigencias lumínicas en un ambiente tan crítico como un quirófano
- ✓ Se evita la emisión de más de 1120,39 kg de CO₂ anuales, contribuyendo al cumplimiento de metas de sostenibilidad
- ✓ Estos paneles ofrecen una luz más uniforme, sin parpadeo y con mejor reproducción cromática, algo muy importante en los quirófanos, ya que mejora el confort visual y la eficiencia en el entorno de trabajo

- ✓ El sistema LED requiere menos mantenimiento, lo que ahorra costes y evita posibles problemas.
- ✓ Permiten integración de sistemas inteligentes para presencia, luz natural o gestión remota, lo que puede aumentar más el ahorro.

6.4.4 Philips PL-S 11W VS Philips LuxSpace empotrable 44W

Se van a analizar los parámetros más importantes respecto a la mejora de eficiencia eléctrica y justificar la sustitución de las luminarias Philips PL-S 11W/840 G23 por las luminarias Downlight LuxSpace 2 compact.

Concepto	Philips PL-S 11W (fluorescente compacta)	Luxline empotrable 44W (LED)
Potencia por unidad	11 W	44 W
Consumo anual	1051,05 kWh/año	4204,20 kWh/año
Costo anual energía	140,03 €/año	560,13 €/año
Total luminarias	35 luminarias	35 luminarias
Diferencia coste anual	—	-226,35 €/año (más gasto con LED)
Emisiones CO ₂	420,42 kg CO ₂ /año	1681,68 kg CO ₂ /año
Diferencia emisiones CO ₂	—	-1261,26 kg CO ₂ /año (más emisiones con LED)
Costo inversión	—	1434,65 €
Retorno inversión	—	No hay ahorro, inversión difícil de amortizar por energía
Vida útil estimada	13.000 h	100.000 h
Mantenimiento	Reemplazo frecuente de lámparas	Mantenimiento muy bajo durante 10-15 años
Flujo luminoso por unidad	900 lm	6.200 lm
Eficiencia luminosa	82 lm/W	141 lm/W
Temperatura de color	2.700 K (cálido)	4.000 K (neutro)
Control iluminación	Limitado, requiere balasto	Compatible con DALI, Interact Ready, VLC

Tabla 11. Comparativa Philips PL-S 11W con Philips LuxSpace empotrada 44W

A priori, solo viendo los datos obtenidos y la comparación en la tabla anterior, se puede llegar a pensar que no tiene sentido este cambio ya que es un aumento innecesario de consumo, sin embargo, la clave está en las necesidades reales de la iluminación del espacio y las normativas que establecen los niveles mínimos.

En primer lugar, es necesario el cambio a tecnología LED debido a que las luminarias actuales son fluorescentes compactas.

En segundo lugar, se ha comprobado mediante el software CYPElux que las lámparas Philips PL-S 11W no cumplen las exigencias lumínicas por normativa de una zona de lectura de una biblioteca debido a que el flujo luminoso es muy bajo y que, al

estar situadas empotradas al techo, a más de 5 metros del suelo, esto provoca una pérdida importante de la luz en la zona de la lectura y las PL-S 11W no alcanzan la iluminancia mínima requerida. Para suplir esto, la biblioteca cuenta con lámparas en las mesas para poder tener una iluminación adecuada para el lector. Sin embargo, las lámparas en las mesas no cuentan como iluminación general para cumplir la norma porque esta se refiere a la iluminación ambiental y general del espacio. Por ello, en este estudio sólo se han tenido en cuenta las luminarias Philips PL-S 11W.

Las luminarias propuestas ofrecen un flujo luminoso mucho mayor (6200 lúmenes frente a los 900 lúmenes de las luminarias actuales), con mejor calidad y distribución, lo que permite cumplir las exigencias normativas sin necesidad de iluminación suplementaria.

En conclusión,

- ✓ Consumo energético mayor con las luminarias propuestas, no se ha conseguido una mejora de la eficiencia energética, pero sí cumplir con las exigencias lumínicas de la zona de lectura.
- ✓ No hay ahorro y es difícil amortizar la inversión
- ✓ El cumplimiento de la norma UNE-EN 12464-1 y el confort visual justifican la sustitución
- ✓ Un buen diseño de control y gestión puede optimizar el uso y minimizar el impacto energético

6.4.5 Philips EFIX TCS260 1x54W VS Philips MASTER LEDtube HF 1200mm HE 16.5W 840 T5

Se van a analizar los parámetros más importantes respecto a la mejora de eficiencia eléctrica al sustituir las luminarias Philips EFIX TCS260 1x54W por las luminarias MASTER LEDtube HF 1200mm HE 16,5W T5.

El precio de cada una de estas luminarias es de 47,58€.

A continuación, en la siguiente tabla se realiza dicha comparativa.

Concepto	EFIX TCS260 1x54W (fluorescente)	MASTER LEDtube HF 16.5W T5
Potencia por unidad	54 W	16,5 W
Consumo anual	4864,86 kWh/año	1486,49 kWh/año
Ahorro energético anual	—	3378,38 kWh/año
Total luminarias	33 luminarias	33 luminarias
Ahorro económico anual	—	450,11 €
Reducción emisiones CO ₂	—	1352,35 kg CO ₂ /año
Costo de inversión	—	1.570,14 €
Retorno de inversión (ROI)	—	3,49 años
Vida útil estimada	20.000 h (con balasto electrónico)	50.000 h

Mantenimiento	Requiere cambio de tubos y cebadores	Mantenimiento mínimo, sin cebadores ni reactancias
Flujo luminoso (aprox.)	4.450 lm	2.100 lm
Eficiencia luminosa	82 lm/W	127 lm/W
Temperatura de color	4000 K (neutro)	4000 K (neutro)
Compatibilidad	Necesita balasto electrónico	Compatible con balastos HF (sin recableado)

Tabla 12. Comparativa Philips EFIX TCS260 1x54W con Philips MASTER LEDtube HF 16,5W T5

En conclusión,

- ✓ El ahorro energético es muy alto, se reduce el consumo en más de un 70%, lo que representa 3378,38 kWh al año menos consumidos.
- ✓ La inversión inicial se amortiza en 3 años y medio, razonable ya que es un proyecto con visión a largo plazo.
- ✓ Se gana en eficiencia lumínica, mantenibilidad y sostenibilidad
- ✓ Se han ajustado los lúmenes para cumplir la normativa sin necesidad de excederse
- ✓ Facilidad de instalación, sin recableado, se puede aprovechar lo existente

6.5 ESTUDIO EN CYPELUX

Como se ha comentado anteriormente, el estudio de la iluminación se ha realizado a través del programa CYPELUX. En este se han introducido tanto las luminarias actuales como las luminarias propuestas. Mediante la normativa UNE-EN 12464-1 para la iluminación interior en lugares de trabajo se han realizado las comprobaciones de las zonas estudiadas para ver si con las luminarias que hay tanto como con las luminarias propuestas se cumplen todos los requisitos recogidos en esta norma. Para las luminarias propuestas, además, se ha comprobado la norma CTE-DB-HE para el ahorro de energía, en concreto el HE3 para las condiciones de las instalaciones de iluminación, para comprobar que las luminarias propuestas han sido escogidas correctamente.

En la imagen siguiente se pueden ver las curvas fotométricas en 3D de las luminarias elegidas.

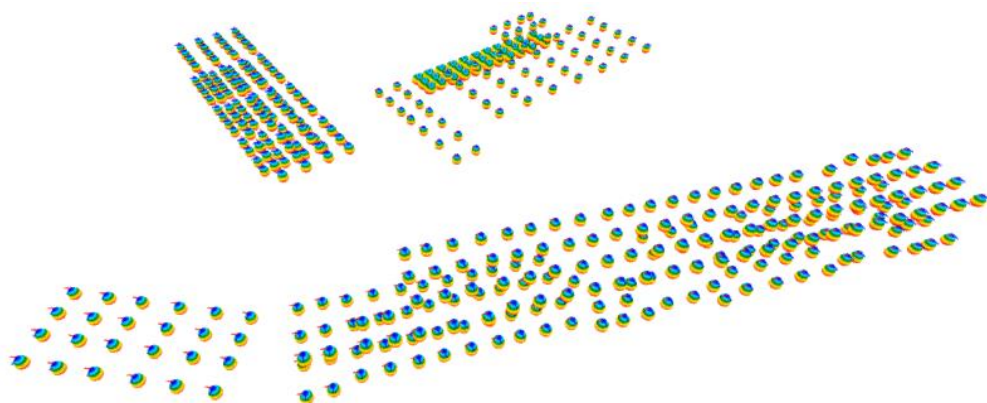


Figura 59. Curvas fotométricas en 3D de las luminarias propuestas en CYPELUX.

Para el caso de las luminarias actuales, se han detectado deficiencias en el cumplimiento de la norma UNE-EN 12464-1 en distintos módulos de la Facultad de Ciencias de la Salud, principalmente por valores inadecuados en la uniformidad (U_0), iluminancia media (E_m) y deslumbramiento (UGR).

- Módulo A3 y A4 - Laboratorios: En los laboratorios la uniformidad (U_0) medida por el programa es menor de 50, cuando la necesaria para cumplir la norma debe ser igual o superior a 60. Esto puede deberse a un diseño poco optimizado o el envejecimiento de los equipos de iluminación actuales, lo que provoca zonas oscuras que comprometen la calidad visual necesaria en zonas técnicas como es un laboratorio.
- Módulo E - Zona de lectura: En este caso, se han detectado varios problemas de incumplimiento de la norma. En primer lugar, la iluminancia media (E_m) es muy inferior a la que se exige en zonas de lectura de bibliotecas en la norma, que establece que esta sea igual o superior a 500 lx, esto compromete la visibilidad y la comodidad en tareas de lectura prolongada. Por otra parte, la uniformidad (U_0) debe ser superior a 60, en este caso el resultado es 58,64 así que es muy próxima, lo que indica una distribución algo irregular de la iluminación. Por último, el índice unificado de deslumbramiento, que en bibliotecas debe ser menor de 19, alcanza un 22,46, lo cual puede generar fatiga visual y molestias. Estos valores reflejan una mala elección de las luminarias para la actividad de lectura en una biblioteca, como se ha comentado en el punto anterior, esto ha llevado a que se instalase iluminación suplementaria.

En CYPELUX se muestran los resultados de deslumbramiento (UGR) de alumbrado normal en la vista 3D para las luminarias propuestas

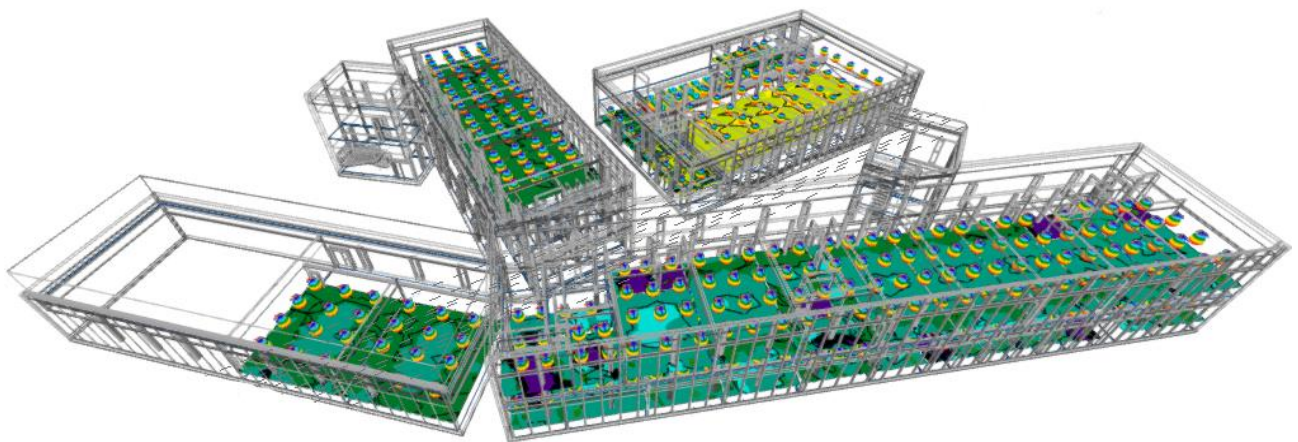


Figura 60. Curvas fotométricas en 3D de las luminarias propuestas en CYPELUX.

Los colores que aparecen en cada una de las salas demuestran que se cumplen los valores de deslumbramiento respecto a lo exigido en la normativa.

También, se muestran los resultados de los mapas de isovalores y las curvas de isolíneas para cada una de las zonas.

Los mapas de isovalores representan mediante colores las distintas zonas del plano de cálculo en función de la cantidad de luxes que reciben. Cada color se corresponde con un rango de lux determinado, lo que permite visualizar de forma rápida las zonas

con mayor iluminación y, dependiendo de la actividad, si hay zonas con déficit de iluminación o con demasiada iluminación. Esto no indica si se cumple o no la normativa, sino que representan visualmente la cantidad de iluminación en luxes recibida en las zonas.

En las siguientes imágenes se muestran los mapas de isovalores y las curvas de isolíneas, resultados obtenidos a partir de las luminarias propuestas, tanto para la planta baja como la primera planta de los módulos.

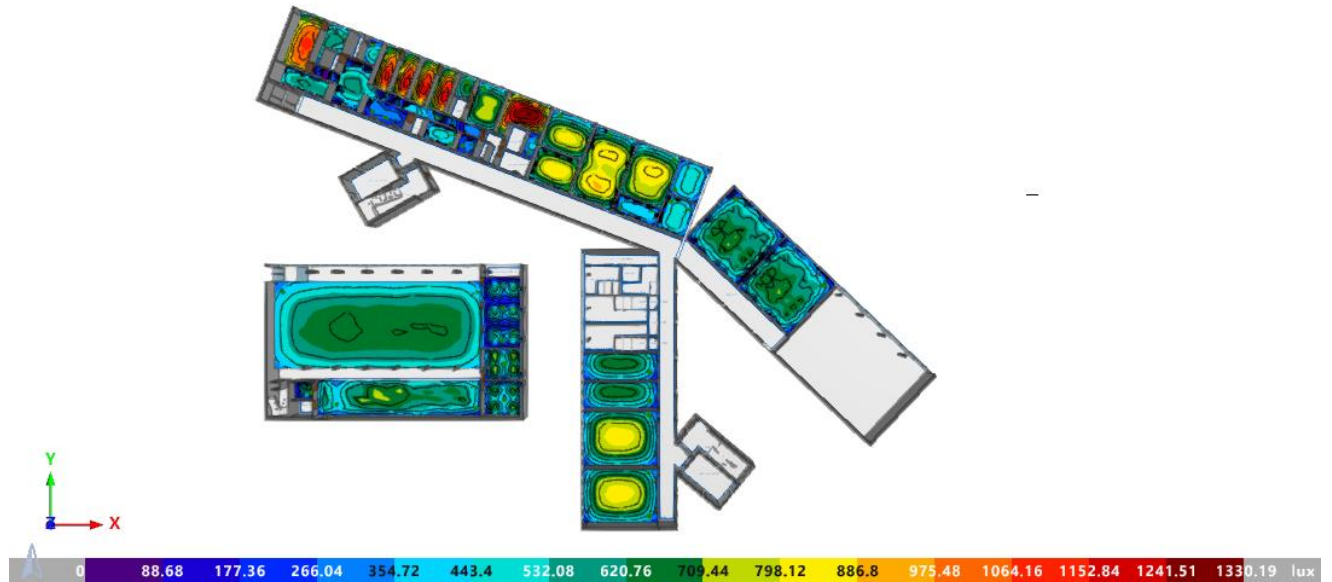


Figura 61. Isovalores e isolíneas en CYPElux de planta baja con las luminarias propuestas

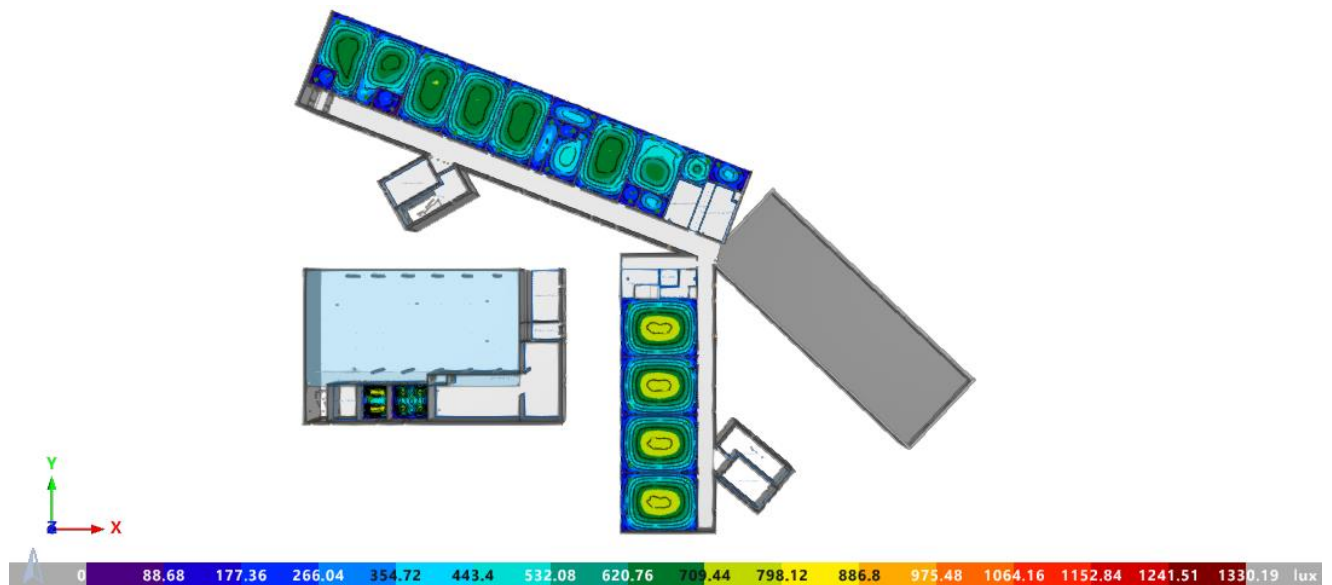


Figura 62. Isovalores e isolíneas en CYPElux de 1ª planta con las luminarias propuestas

Analizando los resultados de las luminarias escogidas, se puede observar que en su mayoría, los colores corresponden a los luxes que se necesitan en cada zona, por ejemplo, los rojos están en las sala quiropodológicas y el quirófano, zonas donde se necesitan más de 1000 luxes.

Respecto a las curvas de isolíneas, se ven en general suaves y uniformes, sin saltos abruptos, lo que indica que la distribución de las luminarias es homogénea.

7 EFICIENCIA ELÉCTRICA

Para mejorar la eficiencia eléctrica de la instalación, se van a estudiar las pérdidas por efecto Joule en los conductores. Se pretende reducir estas pérdidas aumentando la sección de los cables, lo que mejorará la eficiencia, ya que llegará más energía a los receptores, sin sobrepasar los límites de caída de tensión establecidos por normativa, y teniendo en cuenta los costes económicos para que su amortización sea rentable.

En este punto, a partir de los datos que se tienen de la instalación eléctrica y los resultados obtenidos del programa CYPELEC, se van a calcular las pérdidas en cada uno de los circuitos que se han tratado en este proyecto. Después de realizar estos cálculos, se va a cambiar la sección de los conductores de los circuitos, volviendo a calcular sus pérdidas y el ahorro energético que supondría. Por último, se analizará si es rentable realizar este cambio de secciones.

7.1 PÉRDIDAS EN LOS CONDUCTORES POR EFECTO JOULE

La energía se pierde en los conductores ya que todos los conductores tienen una resistencia, y al circular una corriente se disipa la energía en forma de calor, como esta resistencia depende de la sección de dicho conductor, al aumentar la sección, disminuye la resistencia y, por tanto, se reducen las pérdidas.

Para calcular estas pérdidas, se tendrá en cuenta que los cables que distribuyen la electricidad desde el C.G.B.T. hasta los cuadros secundarios son de aluminio y los cables que van desde los cuadros secundarios a los cuadros auxiliares y los circuitos son de cobre.

Para el cobre se ha obtenido el valor de la conductividad de la norma UNE 20003:1954 Cobre-tipo recocido e industrial. Para el aluminio de la norma UNE 21096:1969, alambre industrial recocido, para conductores eléctricos.

$$\gamma_{Cu} = 58 \cdot 10^6 \text{ S/m}$$

$$\gamma_{Al} = 35,71 \cdot 10^6 \text{ S/m}$$

Para calcular las pérdidas las ecuaciones utilizadas son las siguientes:

$$\text{Circuito monofásico: } P = 2 \cdot I^2 \cdot R \quad (5)$$

$$\text{Circuito trifásico: } P = R \cdot (I_{L1}^2 + I_{L2}^2 + I_{L3}^2 + I_N^2) \quad (6)$$

Donde P es la potencia de pérdidas en vatios, I la intensidad en amperios y R la resistencia del conductor en ohmios.

Esta resistencia se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$R = \frac{L}{\gamma \cdot S} \quad (7)$$

Donde L es la longitud del conductor en metros, γ es la conductividad en Siemens/metro y S la sección del cable en metro².

Las longitudes son las medidas por el programa CYPELEC Distribution al añadir las canalizaciones. Las intensidades que circulan por las fases y neutros son los resultados obtenidos del programa CYPELEC REBT.

A continuación, se muestran las tablas con las pérdidas correspondientes a cada circuito de los distintos cuadros.

7.1.1 CUADRO GENERAL DE BAJA TENSIÓN

Para los conductores que alimentan desde el Cuadro General de Baja Tensión a los cuadros secundarios.

Circuito	Tipo circuito	Sección (mm ²)	Longitud (m)	Pérdidas totales (W)
CS-BIBLIOTECA SP	Trifásico (3F+N)	35	103,25	134,13
CS-BIBLIOTECA SN	Trifásico (3F+N)	70	102,79	381,13
CS-EDF A4-S3 SN	Trifásico (3F+N)	150	126,65	610,11
CS -EDF A4-S3 SP	Trifásico (3F+N)	70	126,21	125,93
CS-EDF A3-S2 SP	Trifásico (3F+N)	95	84,83	1135,13
CS-EDF A3-S2 SN	Trifásico (3F+N)	150	85,27	434,19

Tabla 13. Pérdidas en los conductores en el circuito C.G.B.T.

7.1.2 CS-BIBLIOTECA SP

Circuito	Tipo de conductor	Sección (mm ²)	Longitud (m)	Pérdidas totales [W]
TELEMANDO EMERGENCIAS	Monofásico (F+N)	2,5	2,00	0,004
A1 (A. Despacho P. Baja)	Monofásico (F+N)	2,5	12,88	2,928
A2 (A. Despacho P. Baja)	Monofásico (F+N)	2,5	31,22	5,581
A3 (A. Biblioteca hemeroteca)	Monofásico (F+N)	2,5	26,94	9,476
E1 (Señalización y emergencias)	Monofásico (F+N)	2,5	29,11	0,061
A4 (A. Biblioteca hemeroteca)	Monofásico (F+N)	2,5	28,78	10,124
A10 (A. Zona de lectura)	Monofásico (F+N)	2,5	25,01	0,052
A5 (A. Biblioteca hemeroteca)	Monofásico (F+N)	2,5	25,57	5,066
A11 (A. Zona de lectura)	Monofásico (F+N)	2,5	30,04	7,876
A6 (Alumbrado pasillos)	Monofásico (F+N)	2,5	33,64	2,740
A12 (A. Zona de lectura)	Monofásico (F+N)	2,5	17,85	5,936
E2 (Señalización y emergencias)	Monofásico (F+N)	2,5	33,04	0,069
A7 (A. Despacho P. Primera)	Monofásico (F+N)	2,5	31,19	13,109
A8 (Alumbrado depósito)	Monofásico (F+N)	2,5	21,81	7,193
A9 (A. Zona de lectura)	Monofásico (F+N)	2,5	28,95	10,673

Circuito	Tipo de conductor	Sección (mm ²)	Longitud (m)	Pérdidas totales [W]
E3 (Señalización y emergencia)	Monofásico (F+N)	2,5	27,82	0,065
AS (Arco seguridad)	Monofásico (F+N)	2,5	25,53	1,658
SUB05 (Subestación Gestión)	Monofásico (F+N)	2,5	3	0,195
RACK VOZ-DATOS	Monofásico (F+N)	4	3,32	1,209
TOMAS MANTENIMIENTO	Trifásico (3F+N)	4	5,43	0,408

Tabla 14. Pérdidas en los conductores en el circuito CS-BIBLIOTECA SP

7.1.3 CS-BIBLIOTECA SN

Circuito	Tipo de conductor	Sección [mm ²]	Longitud [m]	Pérdidas totales [W]
S1 (Tomas informáticas)	Monofásico (F+N)	4	25,39	12,776
S2 (Tomas informáticas)	Monofásico (F+N)	4	31,37	15,785
S3 (Tomas informáticas)	Monofásico (F+N)	4	18,15	9,133
S4 (Tomas informáticas)	Monofásico (F+N)	4	9,76	4,911
S5 (Tomas informáticas)	Monofásico (F+N)	4	31,57	15,886
F1 (Tomas usos varios)	Monofásico (F+N)	4	18,28	9,198
F2 (Tomas usos varios)	Monofásico (F+N)	4	15,84	7,970
F3 (Tomas usos varios)	Monofásico (F+N)	4	29,53	14,859
F4 (Tomas usos varios)	Monofásico (F+N)	4	29,25	14,718
F5 (Tomas usos varios)	Monofásico (F+N)	4	16	8,051

Circuito	Tipo de conductor	Sección [mm²]	Longitud [m]	Pérdidas totales [W]
F6 (Tomas usos varios)	Trifásico (3F+N)	4	6,5	0,525
MC (Montacargas)	Trifásico (3F+N)	4	31,52	4,122
FS1 (Secamanos)	Monofásico (F+N)	4	30,77	29,692
ML1 (Alumbrado mesas lectura)	Monofásico (F+N)	2,5	21,52	1,398
ML2 (Alumbrado mesas lectura)	Monofásico (F+N)	2,5	13,88	0,902
ML3 (Alumbrado mesas lectura)	Monofásico (F+N)	2,5	20,06	1,303
CLIMA (VRV Interior 1)	Monofásico (F+N)	2,5	18,4	0,926
CLIMA (Recuperador 1.1)	Monofásico (F+N)	4	29,03	0,875
CLIMA (Recuperador 1.2)	Monofásico (F+N)	4	29,03	0,875
CLIMA (ROOF TOP)	Trifásico (3F+N)	6	31,47	165,245
CLIMA (VRV Exterior)	Trifásico (3F+N)	4	35,54	99,038

Circuito	Tipo de conductor	Sección [mm ²]	Longitud [m]	Pérdidas totales [W]
TOMAS MANTENIMIENTO	Trifásico (3F+N)	4	5	0,034

Tabla 15. Pérdidas en los conductores en el circuito CS-BIBLIOTECA SN

7.1.4 CS-EDF A4-S3 SP

Circuito	Tipo de conductor	Sección (mm ²)	Longitud (m)	Pérdidas totales (W)
TELEMANDO EMERGENCIAS	Monofásico (F+N)	2,5	4,05	0,008
A1 (A. Pasillos PB-P1)	Monofásico (F+N)	2,5	24,06	3,441
A9 (Alumbrado Aseos)	Monofásico (F+N)	2,5	24,12	7,443
A10 (Alumbrado Aseos)	Monofásico (F+N)	2,5	28,76	5,849
E1 (Señalización y emergencia)	Monofásico (F+N)	2,5	27,95	0,065
A2 (A . Pasillos PB)	Monofásico (F+N)	2,5	25,73	3,173
ESC1 (Alumbrado escalera)	Monofásico (F+N)	2,5	5,32	0,596
A19 (Alumbrado vestuarios)	Monofásico (F+N)	2,5	29,23	5,945
E2 (Señalización y emergencia)	Monofásico (F+N)	2,5	28,05	0,065
A20 (Alumbrado instalaciones)	Monofásico (F+N)	2,5	7,32	1,272
SUB01 (Subestación S. Gestión)	Monofásico (F+N)	2,5	3,77	0,245
A3 (Alumbrado aula)	Monofásico (F+N)	2,5	8,22	1,527
A4 (Alumbrado aula)	Monofásico (F+N)	2,5	12,38	2,300
A5 (Alumbrado aula)	Monofásico (F+N)	2,5	10,26	1,906
A6 (Alumbrado aula)	Monofásico (F+N)	2,5	13,84	2,571
A7 (Alumbrado aula)	Monofásico (F+N)	2,5	16,01	2,974
A8 (Alumbrado aula)	Monofásico (F+N)	2,5	18,3	3,400
A11 (Alumbrado aula)	Monofásico (F+N)	2,5	9,85	1,830
A12 (Alumbrado aula)	Monofásico (F+N)	2,5	13,51	2,510

Circuito	Tipo de conductor	Sección (mm ²)	Longitud (m)	Pérdidas totales (W)
A13 (Alumbrado aula)	Monofásico (F+N)	2,5	11,56	2,148
A14 (Alumbrado aula)	Monofásico (F+N)	2,5	14,83	2,755
A15 (Alumbrado aula)	Monofásico (F+N)	2,5	16,66	3,095
A16 (Alumbrado aula)	Monofásico (F+N)	2,5	19,05	3,539
A17 (Alumbrado aula)	Monofásico (F+N)	2,5	23,05	4,282
A18 (Alumbrado aula)	Monofásico (F+N)	2,5	24,68	4,585
RACK VOZ-DATOS	Monofásico (F+N)	2,5	3,77	0,975
TOMAS MANTENIMIENTO	Trifásico (3F+N)	4	4,2	0,039

Tabla 16. Pérdidas en los conductores en el circuito CS-EDF A4-S3 SP

7.1.5 CS-EDF A4-S3 SN

Circuito	Tipo de conductor	Sección (mm ²)	Longitud (m)	Pérdidas totales (W)
F1 (Tomas en aulas)	Monofásico (F+N)	4	12,04	6,058
F2 (Tomas en aulas)	Monofásico (F+N)	4	11,09	5,580
F3 (Tomas en aulas)	Monofásico (F+N)	4	11,92	5,998
F4 (Tomas en aulas)	Monofásico (F+N)	4	14,65	7,372
F5 (Tomas en aulas)	Monofásico (F+N)	4	15,21	7,653
F6 (Tomas en aulas)	Monofásico (F+N)	4	15,31	7,704
F7 (Tomas en aulas)	Monofásico (F+N)	4	12,31	6,194
F8 (Tomas en aulas)	Monofásico (F+N)	4	12,2	6,139
F9 (Tomas en aulas)	Monofásico (F+N)	4	12,22	6,149
F10 (Tomas en aulas)	Monofásico (F+N)	4	14,9	7,497
F11 (Tomas en aulas)	Monofásico (F+N)	4	15,45	7,774
F12 (Tomas en aulas)	Monofásico (F+N)	4	19,92	10,023

Circuito	Tipo de conductor	Sección (mm²)	Longitud (m)	Pérdidas totales (W)
F13 (Tomas en aulas)	Monofásico (F+N)	4	19,2	9,661
F14 (Tomas en aulas)	Monofásico (F+N)	4	25,58	12,872
CS (Centrales seguridad)	Monofásico (F+N)	2,5	1,95	0,127
F15 (Tomas usos varios)	Monofásico (F+N)	4	27	13,586
F16 (Tomas usos varios)	Monofásico (F+N)	4	27,13	13,651
F17 (Tomas combinadas)	Trifásico (3F+N)	4	3,96	0,241
FS1 (Secamanos)	Monofásico (F+N)	4	17,39	18,839
FS2 (Secamanos)	Monofásico (F+N)	4	21,78	23,595
FS3 (Secamanos)	Monofásico (F+N)	4	21,94	23,768
FS4 (Secamanos)	Monofásico (F+N)	4	26,45	28,654
FS5 (Secamanos)	Monofásico (F+N)	4	25,22	27,321
FS6 (Secamanos)	Monofásico (F+N)	4	27,86	30,181
FS7 (Secamanos)	Monofásico (F+N)	4	26,58	28,794
FS8 (Secamanos)	Monofásico (F+N)	4	25,37	27,484
FS9 (Secamanos)	Monofásico (F+N)	4	28	30,333
EXT01 (Extracción aseos)	Monofásico (F+N)	2,5	20,65	2,092
EXT02 (Extracción aseos)	Monofásico (F+N)	2,5	23,51	2,382
VE01 (Extracción general)	Monofásico (F+N)	2,5	2,55	0,580
VE02 (Extracción general)	Monofásico (F+N)	2,5	6,29	1,430
CLIMA (VRV Exterior 1)	Trifásico (3F)	10	29,94	2,985

Circuito	Tipo de conductor	Sección (mm²)	Longitud (m)	Pérdidas totales (W)
CLIMA (VRV Exterior 2)	Trifásico (3F)	10	30,94	3,084
CLIMA (VRV Exterior 3)	Trifásico (3F)	10	31,94	2,348
CLIMA (VRV Interior 1)	Monofásico (F+N)	4	9,45	0,738
CLIMA (VRV Interior 2)	Monofásico (F+N)	4	10,54	0,823
CLIMA (Ventilación)	Monofásico (F+N)	4	12,22	0,152
CLIMA (Recuperador 1.1)	Trifásico (3F)	4	10,32	1,209
CLIMA (Recuperador 1.2)	Trifásico (3F)	4	10,96	0,692
CLIMA (Recuperador 2.1)	Trifásico (3F)	4	16,45	1,927
CLIMA (Recuperador 2.2)	Trifásico (3F)	4	16,23	1,025
CLIMA (Recuperador 3.1)	Monofásico (F+N)	4	17,65	0,997
CLIMA (Recuperador 3.2)	Monofásico (F+N)	4	17,98	1,016
CLIMA (Recuperador 4.1)	Monofásico (F+N)	4	22,1	1,249
CLIMA (Recuperador 4.2)	Monofásico (F+N)	4	23,2	1,311
CLIMA (Recuperador 5.1)	Trifásico (3F)	4	14,54	0,918

Circuito	Tipo de conductor	Sección (mm ²)	Longitud (m)	Pérdidas totales (W)
CLIMA (Recuperador 5.2)	Trifásico (3F)	4	14,87	0,939
CLIMA (Recuperador 6.1)	Trifásico (3F)	4	25,21	1,592
CLIMA (Recuperador 6.2)	Trifásico (3F)	4	26,4	1,667
SUB07 (Subestación Gestión)	Monofásico (F+N)	2,5	2,5	0,162
TOMAS MANTENIMIENTO	Trifásico (3F+N)	4	3	0,020

Tabla 17. Pérdidas en los conductores en el circuito CS-EDF A4-S3 SN

7.1.6 CS-EDF A3-S2 SP

En la siguiente tabla se muestran las pérdidas en los conductores que alimentan a los receptores y cuadros auxiliares desde el cuadro secundario CS-EDF A3-S2 SP.

Circuito	Tipo de conductor	Sección (mm ²)	Longitud (m)	Pérdidas totales (W)
TELEMANDO EMERGENCIAS	Monofásico (F+N)	2,5	4,05	0,009
A1 (A. Pasillos PB)	Monofásico (F+N)	2,5	52,45	6,296
A3 (A. Pasillos P1)	Monofásico (F+N)	2,5	34,86	4,184
ESC1 (Alumbrado escalera)	Monofásico (F+N)	2,5	9,1	0,329
E1 (Señalización y emergencia)	Monofásico (F+N)	2,5	53,09	0,123
A2 (A. Pasillos PB)	Monofásico (F+N)	2,5	53,86	5,659
A4 (A. Pasillos P1)	Monofásico (F+N)	2,5	36,54	3,303
A9 (A. Despachos P1)	Monofásico (F+N)	2,5	28,39	10,265
E2 (Señalización y emergencia)	Monofásico (F+N)	2,5	39,94	0,093

Circuito	Tipo de conductor	Sección (mm²)	Longitud (m)	Pérdidas totales (W)
A5 (A. Terapia ocupacional PB)	Monofásico (F+N)	2,5	15,84	4,744
A6 (A. Terapia ocupacional PB)	Monofásico (F+N)	2,5	15,33	9,749
A10 (Alumbrado instalaciones)	Monofásico (F+N)	2,5	9,11	0,700
E3 (Señalización y emergencia)	Monofásico (F+N)	2,5	21,4	0,050
A7 (A. Terapia ocupacional PB)	Monofásico (F+N)	2,5	16,05	10,117
A8 (A. Terapia ocupacional PB)	Monofásico (F+N)	2,5	22,34	9,085
E4 (Señalización y emergencia)	Monofásico (F+N)	2,5	14,95	0,035
RACK VOZ-DATOS	Monofásico (F+N)	2,5	3,72	0,962
SUB06 (Subestación Gestión)	Monofásico (F+N)	2,5	2,64	0,171
RACK VOZ-DATOS	Monofásico (F+N)	2,5	3,11	0,202
CS (Centrales seguridad)	Monofásico (F+N)	2,5	3,72	0,962
CA-TALLER	Monofásico (F+N)	10	16,52	18,252
CA-LABORATORIO T1	Monofásico (F+N)	16	22,74	56,654
CA-LABORATORIO T2	Monofásico (F+N)	25	22,74	42,246
CA-LABORATORIO T3	Monofásico (F+N)	25	34,85	40,148
CA-LABORATORIO E1	Monofásico (F+N)	10	13,74	26,635
CA-LABORATORIO E2	Monofásico (F+N)	10	9,64	18,687
CA-LABORATORIO E3	Monofásico (F+N)	10	8,86	17,175
CA-LABORATORIO E4	Monofásico (F+N)	10	10,73	20,800
CA-LABORATORIO E5	Monofásico (F+N)	10	14,48	28,069
CA-LABORATORIO E6	Monofásico (F+N)	10	20,63	39,991
CA-LABORATORIO E7	Monofásico (F+N)	10	26,64	51,642

Circuito	Tipo de conductor	Sección (mm ²)	Longitud (m)	Pérdidas totales (W)
CA-LABORATORIO E8	Monofásico (F+N)	10	30,94	59,977
CA-LABORATORIO F1	Monofásico (F+N)	10	33,17	41,031
CA-LABORATORIO F3	Monofásico (F+N)	10	48,54	66,952
CA-QUIRÓFANO	Trifásico (3F+N)	10	19,81	44,672
TOMAS MANTENIMIENTO	Trifásico (3F+N)	4	4,01	0,037

Tabla 18. Pérdidas en los conductores en el circuito CS-EDF A3-S2 SP

7.1.7 CS-EDF A3-S2 SN

Circuito	Tipo de conductor	Sección [mm ²]	Longitud [m]	Pérdidas [W/m]	Pérdidas totales [W]
S1 (Tomas informáticas)	Monofásico (F+N)	4	15,59	0,490	7,845
S2 (Tomas informáticas)	Monofásico (F+N)	4	40,39	0,490	20,324
F1 (Tomas usos varios)	Monofásico (F+N)	4	12,32	0,490	6,199
F2 (Tomas usos varios)	Monofásico (F+N)	4	51,38	0,490	25,854
F11 (Tomas usos varios)	Monofásico (F+N)	4	35,58	0,490	17,903
F12 (Tomas usos varios)	Monofásico (F+N)	4	40,34	0,490	20,299
F3 (Tomas salas podolog.)	Monofásico (F+N)	4	19,32	0,490	9,722
F4 (Tomas sala quiropod.)	Monofásico (F+N)	4	15,41	0,490	7,754
F5 (Tomas salas podolog.)	Monofásico (F+N)	4	16,82	0,490	8,464
F6 (Tomas sala quiropod.)	Monofásico (F+N)	4	13,73	0,490	6,909
F7 (Tomas salas podolog.)	Monofásico (F+N)	4	15,64	0,490	7,870
F8 (Tomas sala quiropod.)	Monofásico (F+N)	4	15,56	0,490	7,830

Circuito	Tipo de conductor	Sección [mm²]	Longitud [m]	Pérdidas [W/m]	Pérdidas totales [W]
F9 (Tomas sala esterilización)	Monofásico (F+N)	4	13,05	0,437	5,864
F10 (Tomas sala RX)	Monofásico (F+N)	4	15,55	0,437	6,988
RX (Toma equipo RX)	Monofásico (F+N)	6	7,01	2,072	14,929
AC (Autoclave)	Trifásico (3F+N)	6	7,01	0,776	5,593
F13 (Tomas combinadas)	Trifásico (3F+N)	4	13	0,082	1,093
FS1 (Secamanos)	Monofásico (F+N)	4	10,24	1,054	11,093
FS2 (Secamanos)	Monofásico (F+N)	4	16,59	1,054	17,972
EXT02 (Extracciones)	Monofásico (F+N)	2,5	3,71	0,122	0,464
AT02 (Unidad ext. Almacén quirófano)	Monofásico (F+N)	2,5	20,15	0,485	10,039
CLIMA (VRV exterior 1)	Trifásico (3F+N)	6	25,75	3,440	91,027
CLIMA (VRV exterior 2)	Trifásico (3F+N)	6	27,65	5,185	147,312
CLIMA (VRV exterior 3)	Trifásico (3F+N)	6	30,64	3,440	108,313
CLIMA (VRV interior 1)	Monofásico (F+N)	4	16,75	0,049	0,839
CLIMA (VRV interior 2)	Monofásico (F+N)	4	19,87	0,049	0,995
CLIMA (VRV interior 3)	Monofásico (F+N)	4	14,65	0,049	0,734

Circuito	Tipo de conductor	Sección [mm²]	Longitud [m]	Pérdidas [W/m]	Pérdidas totales [W]
CLIMA (Recuperador 1.1)	Trifásico (3F)	4	18,54	0,061	1,171
CLIMA (Recuperador 1.2)	Trifásico (3F)	4	18,54	0,061	1,171
CLIMA (Recuperador 2.1)	Trifásico (3F)	4	11,34	0,061	0,716
CLIMA (Recuperador 2.2)	Trifásico (3F)	4	11,34	0,061	0,716
CLIMA (Recuperador 3.1)	Trifásico (3F)	4	14,32	0,009	0,131
CLIMA (Recuperador 3.2)	Trifásico (3F)	4	14,32	0,009	0,131
CLIMA (Quirófano 1)	Trifásico (3F+N)	4	14,75	0,245	3,709
CLIMA (Quirófano 2)	Trifásico (3F+N)	4	15,75	2,620	42,408
TOMAS MANTENIMIENTO	Trifásico (3F+N)	4	2	0,010	0,020

Circuito	Tipo de conductor	Sección [mm ²]	Longitud [m]	Pérdidas [W/m]	Pérdidas totales [W]

Tabla 19. Pérdidas en los conductores en el circuito CS-EDF A3-S2 SN

7.1.8 CUADROS AUXILIARES

En las siguientes tablas se pueden observar las pérdidas en los conductores que alimentan a los receptores desde los cuadros auxiliares.

CA-TALLER				
Circuito	Tipo de conductor	Sección (mm ²)	Longitud (m)	Pérdidas totales (W)
E1 (Señalización y emergencia)	Monofásico (F+N)	2,5	1,77	0,004
A1 (Alumbrado taller)	Monofásico (F+N)	2,5	3,86	0,463
FC1 (Fancoil)	Monofásico (F+N)	2,5	3,69	0,048
F1 (Tomas usos varios)	Monofásico (F+N)	4	4,04	2,033
F2 (Tomas usos varios)	Monofásico (F+N)	4	4,35	2,189
F3 (Tomas usos varios)	Monofásico (F+N)	4	3,81	1,917

Tabla 20. Pérdidas en los conductores en el circuito CA-TALLER

CA-LABORATORIO T1				
Circuito	Tipo de conductor	Sección (mm ²)	Longitud (m)	Pérdidas totales (W)
E1 (Señalización y emergencia)	Monofásico (F+N)	2,5	4,11	0,010
A1 (Alumbrado taller)	Monofásico (F+N)	2,5	14,29	5,412
FC1 (Fancoil)	Monofásico (F+N)	2,5	2,46	0,186
F1 (Tomas usos varios)	Monofásico (F+N)	4	8,27	4,161
F2 (Tomas usos varios)	Monofásico (F+N)	4	2,52	1,268
F3 (Tomas usos varios)	Monofásico (F+N)	4	8,21	4,131
F4 (Tomas usos varios)	Monofásico (F+N)	4	4,81	2,420
F5 (Tomas usos varios)	Monofásico (F+N)	4	2,54	1,278

Tabla 21. Pérdidas en los conductores en el circuito CA-LABORATORIO T1

CA-LABORATORIO T2				
Circuito	Tipo de conductor	Sección (mm²)	Longitud (m)	Pérdidas totales (W)
E1 (Señalización y emergencia)	Monofásico (F+N)	2,5	4,11	0,010
A1 (Alumbrado taller)	Monofásico (F+N)	2,5	14,29	5,412
FC1 (Fancoil)	Monofásico (F+N)	2,5	2,46	0,186
F1 (Tomas usos varios)	Monofásico (F+N)	4	8,27	4,161
F2 (Tomas usos varios)	Monofásico (F+N)	4	2,52	1,268
F3 (Tomas usos varios)	Monofásico (F+N)	4	8,21	4,131
F4 (Tomas usos varios)	Monofásico (F+N)	4	4,81	2,420
F5 (Tomas usos varios)	Monofásico (F+N)	4	2,54	1,278
F6 (Tomas usos varios)	Monofásico (F+N)	4	9	4,529

Tabla 22. Pérdidas en los conductores en el circuito CA-LABORATORIO T2

CA-LABORATORIO T3				
Circuito	Tipo de conductor	Sección (mm²)	Longitud (m)	Pérdidas totales (W)
E1 (Señalización y emergencia)	Monofásico (F+N)	2,5	5,52	0,013
A1 (Alumbrado taller)	Monofásico (F+N)	2,5	8,29	2,441
A1 (Alumbrado taller)	Monofásico (F+N)	2,5	9,64	2,838
FC1 (Fancoil)	Monofásico (F+N)	2,5	8,47	0,996
F1 (Tomas usos varios)	Monofásico (F+N)	4	8,14	4,096
F2 (Tomas usos varios)	Monofásico (F+N)	4	7,93	3,990
F3 (Tomas usos varios)	Monofásico (F+N)	4	8,88	4,468
S1 (Tomas informáticas)	Monofásico (F+N)	4	9,73	4,896

Tabla 23. Pérdidas de los conductores en el circuito CA-LABORATORIO T3

CA-LABORATORIO TIPO E				
Circuito	Tipo de conductor	Sección (mm²)	Longitud (m)	Pérdidas totales (W)
E1 (Señalización y emergencia)	Monofásico (F+N)	2,5	6,74	0,016
A1 (Alumbrado laboratorio)	Monofásico (F+N)	2,5	8,04	3,379
FC1 (Fancoil)	Monofásico (F+N)	2,5	5,22	0,614
F1 (Tomas usos varios)	Monofásico (F+N)	4	3,8	1,912
F2 (Tomas usos varios)	Monofásico (F+N)	4	8,27	4,161

Tabla 24. Pérdidas en los conductores en el circuito CA-LABORATORIO TIPO E

CA-LABORATORIO TIPO F				
Circuito	Tipo de conductor	Sección (mm²)	Longitud (m)	Pérdidas totales (W)
E1 (Señalización y emergencia)	Monofásico (F+N)	2,5	5,9	0,014
A1 (Alumbrado taller)	Monofásico (F+N)	2,5	7,44	0,893
FC1 (Fancoil)	Monofásico (F+N)	2,5	7,69	0,100
F1 (Tomas usos varios)	Monofásico (F+N)	4	5,87	2,954
F2 (Tomas usos varios)	Monofásico (F+N)	4	6,9	3,472
F3 (Tomas usos varios)	Monofásico (F+N)	4	9,6	4,831

Tabla 25. Pérdidas en los conductores en el circuito CA-LABORATORIO TIPO F

CA-QUIRÓFANO				
Circuito	Tipo de conductor	Sección (mm²)	Longitud (m)	Pérdidas totales (W)
A1 (Alumbrado general)	Monofásico (F+N)	2,5	5,05	5,794
E1 (Alumbrado emergencia)	Monofásico (F+N)	2,5	3,37	0,002
R (Reloj)	Monofásico (F+N)	2,5	2,51	0,026
N (Negatoscopio)	Monofásico (F+N)	2,5	2,31	0,252
RX (Toma rayos X portátil)	Monofásico (F+N)	2,5	2,4	6,893
S.A.I.	Trifásico (3F+N)	10	10	6,900
TR1 (Trafo usos médicos)	Trifásico (3F+N)	-	-	-
LQ (Lámpara quirófano)	Monofásico (F+N)	16	5,56	0,207
MQ (Mesas quirófano)	Monofásico (F+N)	4	3,72	1,892
M1 (Tomas panel integrado)	Monofásico (F+N)	4	3,32	1,688
M2 (Tomas pared)	Monofásico (F+N)	4	3,32	1,688
M3 (Tomas pared)	Monofásico (F+N)	4	5,77	3,128
M4 (Torreta 1 pared)	Monofásico (F+N)	4	3,51	1,903

Tabla 26. Pérdidas en los conductores en el circuito CA-QUIRÓFANO

Las pérdidas totales en la instalación son de 5,265 KW, lo que supone un 2,10% de la potencia demandada. Por lo tanto, es una instalación eficiente, ya que las pérdidas se encuentran dentro de los márgenes recomendables.

7.2 MEJORA DE LA EFICIENCIA ELÉCTRICA

Se pueden reducir aún más las pérdidas aumentando las secciones, aunque la instalación tenga un dimensionado de los conductores eficiente, se comprobará si este aumento es rentable.

Para ello, se calculará el ahorro energético que supone el aumento de sección, el coste de este conductor de mayor sección y el tiempo de amortización de este cambio. Si el tiempo de amortización es inferior a 10 años se aceptará el cambio de sección como mejora de la eficiencia eléctrica. Además, se comprueba que la caída de tensión con el aumento de sección cumpla la normativa mediante el programa CYPELEC REBT.

Las fórmulas utilizadas han sido las siguientes:

$$\text{Ahorro pérdidas (W)} = \text{Pérdidas sección actual (W)} - \text{Pérdidas sección propuesta (W)} \quad (8)$$

$$\text{Ahorro energético anual} \left(\frac{\text{kWh}}{\text{año}} \right) = \text{Ahorro pérdidas (W)} \cdot \frac{\text{horas uso}}{\text{día}} \cdot \frac{\text{días uso}}{\text{año}} \quad (9)$$

$$\text{Ahorro económico anual} \left(\frac{\text{€}}{\text{año}} \right) = \text{Ahorro energ. anual} \left(\frac{\text{kWh}}{\text{año}} \right) \cdot \text{precio kWh} \left(\frac{\text{€}}{\text{kWh}} \right) \quad (10)$$

$$\text{Sobrecoste (€)} = \text{Precio conductor propuesto (€)} - \text{Precio conductor actual (€)} \quad (11)$$

$$\text{Tiempo amortización (años)} = \frac{\text{Ahorro económico anual} \left(\frac{\text{€}}{\text{año}} \right)}{\text{Sobrecoste (€)}} \quad (12)$$

Como se ha calculado y comprobado que con un cambio actualmente no saldría rentable, se va a analizar si hubiera compensado invertir más desde el principio en una sección mayor que la mínima exigida por la normativa.

Por tanto, el planteamiento será calcular el tiempo de amortización dividiendo el sobrecoste inicial que supondría haber instalado conductores de una sección mayor, siempre que cumplan con la caída de tensión, entre el ahorro energético anual. Si este tiempo es inferior a 10 años, entonces hubiera sido mejor sobredimensionar desde el inicio.

Para el precio de la electricidad se ha tomado el valor de 0,1332317€. Para el tiempo de uso de la instalación se ha supuesto 13 horas de uso diario, 210 días al año.

A continuación, se van a mostrar tablas con los resultados de los cálculos realizados de cada cuadro eléctrico. Para facilitar la visualización de los conductores que sí se amortizarían en menos de 10 años, estas filas se van a marcar en color verde.

7.2.1 CUADRO GENERAL DE BAJA TENSIÓN

C.G.B.T.								
Circuito	Sección propuesta (mm ²)	Pérdidas sección propuesta (W)	Ahorro pérdidas (W)	Ahorro energético anual (kWh)	Ahorro económico anual (€)	Precio del conductor propuesto (€)	Sobrecoste (€)	Tiempo amortización (años)
CS-BIBLIOTECA SP	50	93,890	40,240	109,855	14,633	1028,37	23,541	1,609
CS-BIBLIOTECA SN	95	280,840	100,290	273,792	36,469	1350,661	310,426	8,512
CS-EDF A4-S3 SP	185	494,680	115,430	315,124	41,975	3028,151	621,294	14,802
CS-EDF A4-S3 SP	95	92,970	32,960	89,981	11,985	1658,399	381,154	31,801
CS-EDF A3-S2 SP	120	898,650	236,480	645,590	85,993	1316,721	202,055	2,350
CS-EDF A3-S2 SN	185	352,040	82,150	224,270	29,873	2038,772	418,301	14,003

Tabla 27. Tiempo amortización en años de los conductores del C.G.B.T.

Como se puede observar, el cambio de sección es rentable para los conductores que salen del C.G.B.T. hacia los cuadros secundarios CS-BIBLIOTECA SP, CS-BIBLIOTECA SN y CS-EDF A3-S2 SP.

Para ambos circuitos se ha realizado el cambio de sección en CYPELEC REBT y se ha comprobado que cumplen con la caída de tensión.

7.2.2 CS-BIBLIOTECA SP

Circuito	Sección propuesta (mm ²)	Pérdidas sección propuesta (W)	Ahorro pérdidas (W)	Ahorro energético anual (kWh)	Ahorro económico anual (€)	Precio del conductor propuesto (€)	Sobre coste (€)	Tiempo amortización (años)
TELEMANDO EMERGENCIAS	4	0,003	0,002	0,004	0,001	4,600	0,700	1223,429
A1 (A. DESPACHO P. BAJA)	4	1,830	1,098	2,998	0,399	29,624	4,508	11,289
A2 (A. DESPACHO P. BAJA)	4	3,488	2,093	5,713	0,761	71,806	10,927	14,358
A3 (A. BIBLIOTECA HEMEROTECA)	4	5,923	3,554	9,701	1,292	61,962	9,429	7,297
E1 (SEALIZACIÓN EMERGENCIAS)	4	0,038	0,023	0,063	0,008	66,953	10,189	1223,429
A4 (A. BIBLIOTECA HEMEROTECA)	4	6,327	3,796	10,364	1,380	66,194	10,073	7,297
A10 (A. ZONA DE LECTURA)	4	0,033	0,020	0,054	0,007	57,523	8,754	1223,429
A5 (A. BIBLIOTECA HEMEROTECA)	4	3,166	1,900	5,186	0,691	58,811	8,949	12,955
A11 (A. ZONA DE LECTURA)	4	4,923	2,954	8,064	1,074	69,092	10,514	9,789
A6 (ALUMBRADO PASILLOS)	4	1,712	1,027	2,805	0,374	77,372	11,774	31,513
A12 (A. ZONA DE LECTURA)	4	3,710	2,226	6,077	0,809	41,055	6,248	7,719
E2 (SEÑALIZACIÓN Y EMERGENCIA)	4	0,043	0,026	0,071	0,009	75,992	11,564	1223,429
A7 (A. DESPACHO P. 1)	4	8,193	4,916	13,420	1,788	71,737	10,917	6,107
A8 (ALUMBRADO DEPÓSITO)	4	4,496	2,698	7,364	0,981	50,163	7,634	7,782
A9 (A. ZONA DE LECTURA)	4	6,671	4,002	10,927	1,455	66,585	10,133	6,962
E3 (SEÑALIZACIÓN Y EMERGENCIA)	4	0,040	0,024	0,066	0,009	63,986	9,737	1106,981
AS (ARCO SEGURIDAD)	4	1,036	0,622	1,698	0,226	58,719	8,936	39,517
SUB05 (SUBESTACIÓN GESTIÓN)	4	0,122	0,073	0,199	0,027	6,900	1,050	39,517

Circuito	Sección propuesta (mm ²)	Pérdidas sección propuesta (W)	Ahorro pérdidas (W)	Ahorro energético anual (kWh)	Ahorro económico anual (€)	Precio del conductor propuesto (€)	Sobre coste (€)	Tiempo amortización (años)
RACK VOZ-DATOS	6	0,806	0,403	1,100	0,147	9,794	2,158	14,723
TOMAS MANTENIMIENTO	6	0,265	0,143	0,392	0,052	32,037	7,059	135,353

Tabla 28. Tiempo amortización en años de los conductores del CS-BIBLIOTECA SP

7.2.3 CS-BIBLIOTECA SN

Circuito	Sección propuesta (mm ²)	Pérdidas sección propuesta (W)	Ahorro pérdidas (W)	Ahorro energético anual (kWh)	Ahorro económico anual (€)	Precio del conductor propuesto (€)	Sobre coste (€)	Tiempo amortización (años)
S1 (Tomas informáticas)	6	8,517	4,259	11,626	1,549	74,901	16,504	10,657
S2 (Tomas informáticas)	6	10,523	5,262	14,364	1,913	92,542	20,391	10,657
S3 (Tomas informáticas)	6	6,089	3,044	8,311	1,107	53,543	11,798	10,657
S4 (Tomas informáticas)	6	3,274	1,637	4,469	0,595	28,792	6,344	10,657
S5 (Tomas informáticas)	6	10,590	5,295	14,456	1,926	93,132	20,521	10,657
F1 (Tomas usos varios)	6	6,132	3,066	8,370	1,115	53,926	11,882	10,657
F2 (Tomas usos varios)	6	5,314	2,657	7,253	0,966	46,728	10,296	10,657
F3 (Tomas usos varios)	6	9,906	4,953	13,522	1,801	87,114	19,195	10,657
F4 (Tomas usos varios)	6	9,812	4,906	13,394	1,784	86,288	19,013	10,657
F5 (Tomas usos varios)	6	5,367	2,684	7,326	0,976	47,200	10,400	10,657
F6 (Tomas usos varios)	6	0,350	0,175	0,478	0,064	35,880	10,660	167,514
MC (Montacargas)	6	2,748	1,374	3,751	0,500	173,990	51,693	103,461
FS1 (Secamanos)	6	19,795	9,897	27,020	3,599	90,772	20,001	5,557

Circuito	Sección propuesta (mm ²)	Pérdidas sección propuesta (W)	Ahorro pérdidas (W)	Ahorro energético anual (kWh)	Ahorro económico anual (€)	Precio del conductor propuesto (€)	Sobre coste (€)	Tiempo amortización (años)
ML1 (Alumbrado mesas lectura)	4	0,874	0,524	1,431	0,191	49,496	7,532	39,517
ML2 (Alumbrado mesas lectura)	4	0,563	0,338	0,923	0,123	31,924	4,858	39,517
ML3 (Alumbrado mesas lectura)	4	0,814	0,489	1,334	0,178	69,207	10,532	59,276
CLIMA (VRV Interior 1)	6	0,579	0,347	0,948	0,126	35,696	12,512	99,102
CLIMA (Recuperador 1.1)	6	0,583	0,292	0,796	0,106	80,123	23,805	224,410
CLIMA (Recuperador 1.2)	6	0,583	0,292	0,796	0,106	80,123	23,805	224,410
CLIMA (ROOF TOP)	6	99,147	66,098	180,448	24,036	265,607	91,892	3,823
CLIMA (VRV Exterior)	6	66,025	33,013	90,125	12,005	196,181	58,286	4,855
TOMAS MANTENIMIENTO	6	0,022	0,012	0,033	0,004	29,500	6,500	1458,586

Tabla 29. Tiempo amortización en años de los conductores del CS-BIBLIOTECA SN

7.2.4 CS-EDF A4-S3 SP

Circuito	Sección propuesta (mm ²)	Pérdidas sección propuesta (W)	Ahorro pérdidas (W)	Ahorro energético anual (kWh)	Ahorro económico anual (€)	Precio del conductor propuesto (€)	Sobre coste (€)	Tiempo amortización (años)
TELEMANDO EMERGENCIAS	4	0,005	0,003	0,009	0,001	9,315	1,418	1223,429
A1 (A. Pasillos PB-P1)	4	2,151	1,290	3,523	0,469	55,338	8,421	17,947
A9 (Alumbrado Aseos)	4	4,652	2,791	7,620	1,015	55,476	8,442	8,317
A10 (Alumbrado Aseos)	4	3,656	2,194	5,988	0,798	66,148	10,066	12,620
E1 (Señalización y emergencia)	4	0,041	0,024	0,066	0,009	64,285	9,783	1106,981

Circuito	Sección propuesta (mm ²)	Pérdidas sección propuesta (W)	Ahorro pérdidas (W)	Ahorro energético anual (kWh)	Ahorro económico anual (€)	Precio del conductor propuesto (€)	Sobre coste (€)	Tiempo amortización (años)
A2 (A . Pasillos PB)	4	1,983	1,190	3,248	0,433	59,179	9,006	20,814
ESC1 (Alumbrado escalera)	4	0,373	0,224	0,610	0,081	12,236	1,862	22,910
A19 (Alumbrado vestuarios)	4	3,716	2,229	6,086	0,811	67,229	10,231	12,620
E2 (Señalización y emergencia)	4	0,041	0,024	0,067	0,009	64,515	9,818	1106,981
A20 (Alumbrado instalaciones)	4	0,795	0,477	1,303	0,174	16,836	2,562	14,766
SUB01 (Subestación S. Gestión)	4	0,153	0,092	0,251	0,033	8,671	1,320	39,517
A3 (Alumbrado aula)	4	0,954	0,573	1,563	0,208	18,906	2,877	13,816
A4 (Alumbrado aula)	4	1,437	0,862	2,355	0,314	28,474	4,333	13,816
A5 (Alumbrado aula)	4	1,191	0,715	1,951	0,260	23,598	3,591	13,816
A6 (Alumbrado aula)	4	1,607	0,964	2,632	0,351	31,832	4,844	13,816
A7 (Alumbrado aula)	4	1,859	1,115	3,045	0,406	36,823	5,604	13,816
A8 (Alumbrado aula)	4	2,125	1,275	3,480	0,464	42,090	6,405	13,816
A11 (Alumbrado aula)	4	1,144	0,686	1,873	0,250	22,655	3,448	13,816
A12 (Alumbrado aula)	4	1,569	0,941	2,569	0,342	31,073	4,729	13,816
A13 (Alumbrado aula)	4	1,342	0,805	2,199	0,293	26,588	4,046	13,816
A14 (Alumbrado aula)	4	1,722	1,033	2,821	0,376	34,109	5,191	13,816
A15 (Alumbrado aula)	4	1,934	1,161	3,169	0,422	38,318	5,831	13,816
A16 (Alumbrado aula)	4	2,212	1,327	3,623	0,483	43,815	6,668	13,816
A17 (Alumbrado aula)	4	2,676	1,606	4,384	0,584	53,015	8,068	13,816
A18 (Alumbrado aula)	4	2,866	1,719	4,694	0,625	56,764	8,638	13,816
RACK VOZ-DATOS	4	0,609	0,366	0,998	0,133	8,671	1,320	9,925
TOMAS MANTENIMIENTO	6	0,026	0,013	0,035	0,005	24,780	5,460	1155,001

Tabla 30. Tiempo amortización en años de los conductores del CS-EDF A4-S3 SP

7.2.5 CS-EDF A4-S3 SN

Circuito	Sección propuesta (mm ²)	Pérdidas sección propuesta (W)	Ahorro pérdidas (W)	Ahorro energético anual (kWh)	Ahorro económico anual (€)	Precio del conductor propuesto (€)	Sobre coste (€)	Tiempo amortización (años)
F1 (Tomas en aulas)	6	4,039	2,019	5,513	0,734	35,518	7,826	10,657
F2 (Tomas en aulas)	6	3,720	1,860	5,078	0,676	32,716	7,209	10,657
F3 (Tomas en aulas)	6	3,999	1,999	5,458	0,727	35,164	7,748	10,657
F4 (Tomas en aulas)	6	4,914	2,457	6,708	0,894	43,218	9,523	10,657
F5 (Tomas en aulas)	6	5,102	2,551	6,965	0,928	44,870	9,887	10,657
F6 (Tomas en aulas)	6	5,136	2,568	7,010	0,934	45,165	9,952	10,657
F7 (Tomas en aulas)	6	4,129	2,065	5,637	0,751	36,315	8,002	10,657
F8 (Tomas en aulas)	6	4,093	2,046	5,586	0,744	35,990	7,930	10,657
F9 (Tomas en aulas)	6	4,099	2,050	5,596	0,745	36,049	7,943	10,657
F10 (Tomas en aulas)	6	4,998	2,499	6,823	0,909	43,955	9,685	10,657
F11 (Tomas en aulas)	6	5,183	2,591	7,075	0,942	45,578	10,043	10,657
F12 (Tomas en aulas)	6	6,682	3,341	9,121	1,215	58,764	12,948	10,657
F13 (Tomas en aulas)	6	6,441	3,220	8,792	1,171	56,640	12,480	10,657
F14 (Tomas en aulas)	6	8,581	4,291	11,713	1,560	75,461	16,627	10,657
CS (Centrales seguridad)	4	0,079	0,047	0,130	0,017	4,485	0,683	39,517
F15 (Tomas usos varios)	6	9,057	4,529	12,363	1,647	79,650	17,550	10,657
F16 (Tomas usos varios)	6	9,101	4,550	12,423	1,655	80,034	17,635	10,657
F17 (Tomas combinadas)	6	0,161	0,080	0,218	0,029	21,859	6,494	223,245
FS1 (Secamanos)	6	12,559	6,280	17,143	2,283	51,301	11,304	4,950
FS2 (Secamanos)	6	15,730	7,865	21,471	2,860	64,251	14,157	4,950
FS3 (Secamanos)	6	15,845	7,923	21,629	2,881	64,723	14,261	4,950
FS4 (Secamanos)	6	19,102	9,551	26,075	3,473	78,028	17,193	4,950
FS5 (Secamanos)	6	18,214	9,107	24,862	3,312	74,399	16,393	4,950
FS6 (Secamanos)	6	20,121	10,060	27,465	3,658	82,187	18,109	4,950
FS7 (Secamanos)	6	19,196	9,598	26,203	3,490	78,411	17,277	4,950
FS8 (Secamanos)	6	18,322	9,161	25,010	3,331	74,842	16,491	4,950
FS9 (Secamanos)	6	20,222	10,111	27,603	3,677	82,600	18,200	4,950
EXT01 (Edxtracción aseos)	4	1,307	0,784	2,141	0,285	47,495	7,227	25,338
EXT02 (Edxtracción aseos)	4	1,488	0,893	2,438	0,325	54,073	8,229	25,338

Circuito	Sección propuesta (mm ²)	Pérdidas sección propuesta (W)	Ahorro pérdidas (W)	Ahorro energético anual (kWh)	Ahorro económico anual (€)	Precio del conductor propuesto (€)	Sobre coste (€)	Tiempo amortización (años)
VE01 (Extracción general)	4	0,362	0,217	0,594	0,079	5,865	0,893	11,289
VE02 (Extracción general)	4	0,894	0,536	1,464	0,195	14,467	2,202	11,289
CLIMA (VRV Exterior 1)	16	1,865	1,120	3,058	0,407	277,544	88,024	216,130
CLIMA (VRV Exterior 2)	16	1,928	1,156	3,156	0,420	286,814	90,964	216,393
CLIMA (VRV Exterior 3)	16	1,468	0,880	2,402	0,320	296,084	93,904	293,449
CLIMA (VRV Interior 1)	6	0,492	0,246	0,672	0,089	26,082	7,749	86,615
CLIMA (VRV Interior 2)	6	0,549	0,274	0,749	0,100	29,090	8,643	86,615
CLIMA (Ventilación)	6	0,101	0,051	0,138	0,018	33,727	10,020	544,959
CLIMA (Recuperador 1.1)	6	0,806	0,403	1,100	0,147	42,725	12,694	86,619
CLIMA (Recuperador 1.2)	6	0,461	0,231	0,631	0,084	45,374	13,481	160,486
CLIMA (Recuperador 2.1)	6	1,285	0,642	1,753	0,233	68,103	20,234	86,670
CLIMA (Recuperador 2.2)	6	0,683	0,342	0,934	0,124	67,192	19,963	160,521
CLIMA (Recuperador 3.1)	6	0,665	0,332	0,907	0,121	48,714	14,473	119,742
CLIMA (Recuperador 3.2)	6	0,677	0,339	0,924	0,123	49,625	14,744	119,742
CLIMA (Recuperador 4.1)	6	0,832	0,416	1,136	0,151	60,996	18,122	119,742
CLIMA (Recuperador 4.2)	6	0,874	0,437	1,193	0,159	64,032	19,024	119,742
CLIMA (Recuperador 5.1)	6	0,612	0,306	0,835	0,111	60,196	17,884	160,724
CLIMA (Recuperador 5.2)	6	0,626	0,313	0,854	0,114	61,562	18,290	160,696
CLIMA (Recuperador 6.1)	6	1,061	0,531	1,450	0,193	104,369	31,008	160,589
CLIMA (Recuperador 6.2)	6	1,112	0,555	1,515	0,202	109,296	32,472	160,897
SUB07 (Subestación Gestión)	4	0,101	0,061	0,168	0,022	5,750	0,875	39,205
TOMAS MANTENIMIENTO	6	0,013	0,007	0,018	0,002	17,700	3,900	1644,060

Tabla 31. Tiempo amortización en años de los conductores del CS-EDF A4-S3 SN

7.2.6 CS-EDF A3-S2 SP

Circuito	Sección propuesta (mm ²)	Pérdidas sección propuesta (W)	Ahorro pérdidas (W)	Ahorro energético anual (kWh)	Ahorro económico anual (€)	Precio del conductor propuesto (€)	Sobre coste (€)	Tiempo amortización (años)
TELEMANDO EMERGENCIAS	4	0,006	0,004	0,010	0,001	9,315	1,418	1106,981
A1 (A. Pasillos PB)	4	3,935	2,361	6,445	0,859	120,635	18,358	21,383
A3 (A. Pasillos P1)	4	2,615	1,569	4,284	0,571	80,178	12,201	21,383
ESC1 (Alumbrado escalera)	4	0,206	0,124	0,337	0,045	20,930	3,185	70,905
E1 (Señalización y emergencia)	4	0,077	0,046	0,126	0,017	122,107	18,582	1106,981
A2 (A. Pasillos PB)	4	3,537	2,122	5,793	0,772	123,878	18,851	24,428
A4 (A. Pasillos P1)	4	2,064	1,239	3,381	0,450	84,042	12,789	28,394
A9 (A. Despachos P1)	4	6,416	3,849	10,509	1,400	65,297	9,937	7,099
E2 (Señalización y emergencia)	4	0,058	0,035	0,095	0,013	91,862	13,979	1106,981
A5 (A. Terapia ocupacional PB)	4	2,965	1,779	4,857	0,647	36,432	5,544	8,569
A6 (A. Terapia ocupacional PB)	4	6,093	3,656	9,980	1,329	35,259	5,366	4,036
A10 (Alumbrado instalaciones)	4	0,437	0,262	0,716	0,095	20,953	3,189	33,411
E3 (Señalización y emergencia)	4	0,031	0,019	0,051	0,007	49,220	7,490	1106,981
A7 (A. Terapia ocupacional PB)	4	6,323	3,794	10,357	1,380	36,915	5,618	4,072
A8 (A. Terapia ocupacional PB)	4	5,678	3,407	9,301	1,239	51,382	7,819	6,311
E4 (Señalización y emergencia)	4	0,022	0,013	0,035	0,005	34,385	5,233	1106,981
RACK VOZ-DATOS	4	0,601	0,361	0,985	0,131	8,556	1,302	9,925
SUB06 (Subestación Gestión)	4	0,107	0,064	0,176	0,023	6,072	0,924	39,517
RACK VOZ-DATOS	4	0,126	0,076	0,207	0,028	7,153	1,089	39,517
CS (Centrales seguridad)	4	0,601	0,361	0,985	0,131	8,556	1,302	9,925
CA-TALLER	16	11,408	6,845	18,686	2,489	102,094	19,659	7,898
CA-LABORATORIO T1	25	36,259	20,395	55,680	7,417	250,140	109,607	14,779
CA-LABORATORIO T2	35	30,176	12,070	32,952	4,389	305,626	31,836	7,253
CA-LABORATORIO T3	35	28,677	11,471	31,315	4,171	468,384	48,790	11,697
CA-LABORATORIO E1	16	16,647	9,988	27,268	3,632	84,913	16,351	4,502

CA-LABORATORIO E2	16	11,679	7,008	19,131	2,548	59,575	11,472	4,502
CA-LABORATORIO E3	16	10,734	6,441	17,583	2,342	54,755	10,543	4,502
CA-LABORATORIO E4	16	13,000	7,800	21,294	2,836	66,311	12,769	4,502
CA-LABORATORIO E5	16	17,543	10,526	28,736	3,828	89,486	17,231	4,502
CA-LABORATORIO E6	16	24,994	14,997	40,941	5,453	127,493	24,550	4,502
CA-LABORATORIO E7	16	32,276	19,366	52,868	7,042	164,635	31,702	4,502
CA-LABORATORIO E8	16	37,486	22,491	61,402	8,179	191,209	36,819	4,502
CA-LABORATORIO F1	16	25,644	15,386	42,005	5,595	204,991	39,472	7,055
CA-LABORATORIO F3	16	41,845	25,107	68,542	9,130	299,977	57,763	6,327
CA-QUIRÓFANO	16	27,920	16,707	45,610	6,075	244,852	77,655	12,782
TOMAS MANTENIMIENTO	6	0,025	0,012	0,033	0,004	23,659	5,213	1194,647

Tabla 32. Tiempo amortización en años de los conductores del CS-EDF A3-S2 SP

7.2.7 CS-EDF A3-S2 SN

Circuito	Sección propuesta (mm ²)	Pérdidas sección propuesta (W)	Ahorro pérdidas (W)	Ahorro energético anual (kWh)	Ahorro económico anual (€)	Precio del conductor propuesto (€)	Sobre coste (€)	Tiempo amortización (años)
S1 (Tomas informáticas)	6	5,230	2,404	6,564	0,874	45,991	10,134	11,591
S2 (Tomas informáticas)	6	13,549	6,229	17,005	2,265	119,151	26,254	11,591
F1 (Tomas usos varios)	6	4,133	1,900	5,187	0,691	36,344	8,008	11,591
F2 (Tomas usos varios)	6	17,236	7,924	21,632	2,881	151,571	33,397	11,591
F11 (Tomas usos varios)	6	11,936	5,487	14,980	1,995	104,961	23,127	11,591
F12 (Tomas usos varios)	6	13,532	6,221	16,984	2,262	119,003	26,221	11,591
F3 (Tomas salas podolog.)	6	6,481	2,980	8,134	1,083	56,994	12,558	11,591
F4 (Tomas sala quiropod.)	6	5,169	2,377	6,488	0,864	45,460	10,017	11,591
F5 (Tomas salas podolog.)	6	5,642	2,594	7,082	0,943	49,619	10,933	11,591
F6 (Tomas sala quiropod.)	6	4,606	2,117	5,781	0,770	40,504	8,925	11,591

Circuito	Sección propuesta (mm ²)	Pérdidas sección propuesta (W)	Ahorro pérdidas (W)	Ahorro energético anual (kWh)	Ahorro económico anual (€)	Precio del conductor propuesto (€)	Sobre coste (€)	Tiempo amortización (años)
F7 (Tomas salas podolog.)	6	5,247	2,412	6,585	0,877	46,138	10,166	11,591
F8 (Tomas sala quiropod.)	6	5,220	2,400	6,551	0,873	45,902	10,114	11,591
F9 (Tomas sala esterilización)	6	3,910	1,797	4,907	0,654	38,498	8,483	12,978
F10 (Tomas sala RX)	6	4,659	2,142	5,847	0,779	45,873	10,108	12,978
RX (Toma equipo RX)	10	8,957	5,571	15,208	2,026	34,980	14,300	7,059
AC (Autoclave)	10	3,356	2,086	5,696	0,759	59,164	20,469	26,979
F13 (Tomas combinadas)	6	0,729	0,335	0,913	0,122	71,760	21,320	175,233
FS1 (Secamanos)	6	7,197	3,598	9,824	1,309	30,208	6,656	5,087
FS2 (Secamanos)	6	11,660	5,830	15,916	2,120	48,941	10,784	5,087
EXT02 (Extracciones)	4	0,282	0,169	0,462	0,062	8,533	1,299	21,105
AT02 (Unidad ext. Almacén quirófano)	4	6,1059	3,6635	10,0014	1,3322	46,345	7,053	5,293
CLIMA (VRV exterior 1)	10	53,1499	35,4333	96,7328	12,8848	162,9975	56,393	4,377
CLIMA (VRV exterior 2)	10	86,0146	57,3431	156,5466	20,8520	175,0245	60,554	2,904
CLIMA (VRV exterior 3)	10	63,2432	42,1621	115,1026	15,3317	193,9512	67,102	4,377
CLIMA (VRV interior 1)	6	0,5441	0,2721	0,7427	0,0989	46,23	13,735	138,839
CLIMA (VRV interior 2)	6	0,6455	0,3227	0,8810	0,1174	54,8412	16,294	138,839
CLIMA (VRV interior 3)	6	0,4759	0,2379	0,6496	0,0865	40,434	12,013	138,839
CLIMA (Recuperador 1.1)	6	0,7597	0,3798	1,0369	0,1381	76,7556	22,804	165,105
CLIMA (Recuperador 1.2)	6	0,7597	0,3798	1,0369	0,1381	76,7556	22,804	165,105
CLIMA (Recuperador 2.1)	6	0,4646	0,2323	0,6342	0,0845	46,9476	13,948	165,105
CLIMA (Recuperador 2.2)	6	0,4646	0,2323	0,6342	0,0845	46,9476	13,948	165,105
CLIMA (Recuperador 3.1)	6	0,0848	0,0424	0,1157	0,0154	59,2848	17,614	1142,841
CLIMA (Recuperador 3.2)	6	0,0848	0,0424	0,1157	0,0154	59,2848	17,614	1142,841
CLIMA (Quirófano 1)	6	2,4065	1,2033	3,2849	0,4376	81,42	24,190	55,285
CLIMA (Quirófano 2)	6	27,5129	13,7565	37,5552	5,0023	86,94	25,830	5,164
TOMAS MANTENIMIENTO	6	0,0130	0,0065	0,0177	0,0024	11,8	2,600	1100,569

Tabla 33. Tiempo amortización en años de los conductores del CS-EDF A3-S2 SN

7.2.8 CUADROS AUXILIARES

En las tablas siguientes se mostrarán los pérdidas, el ahorro y el tiempo de amortización que supone el aumento de sección de los conductores que van desde los cuadros auxiliares y alimentan a los receptores.

CA-TALLER								
Circuito	Sección propuesta (mm ²)	Pérdidas sección propuesta (W)	Ahorro pérdidas (W)	Ahorro energético anual (kWh)	Ahorro económico anual (€)	Precio del conductor propuesto (€)	Sobre coste (€)	Tiempo amortización (años)
E1 (Señalización y emergencia)	4	0,003	0,002	0,004	0,001	4,071	0,620	1106,981
A1 (Alumbrado taller)	4	0,290	0,174	0,474	0,063	8,878	1,351	21,383
FC1 (Fancoil)	4	0,030	0,018	0,049	0,007	8,487	1,292	197,772
F1 (Tomas usos varios)	6	1,355	0,678	1,850	0,246	11,918	2,626	10,657
F2 (Tomas usos varios)	6	1,459	0,730	1,992	0,265	12,8325	2,828	10,657
F3 (Tomas usos varios)	6	1,278	0,639	1,745	0,232	11,2395	2,477	10,657

Tabla 34. Tiempo amortización en años de los conductores del CA-TALLER

CA-LABORATORIO T1								
Circuito	Sección propuesta (mm ²)	Pérdidas sección propuesta (W)	Ahorro pérdidas (W)	Ahorro energético anual (kWh)	Ahorro económico anual (€)	Precio del conductor propuesto (€)	Sobre coste (€)	Tiempo amortización (años)
E1 (Señalización y emergencia)	4	0,006	0,004	0,010	0,001	9,453	1,439	1106,981
A1 (Alumbrado taller)	4	3,382	2,029	5,541	0,738	32,867	5,002	6,777
FC1 (Fancoil)	4	0,116	0,070	0,190	0,025	5,658	0,861	33,984
F1 (Tomas usos varios)	6	2,774	1,387	3,787	0,504	24,3965	5,376	10,657
F2 (Tomas usos varios)	6	0,845	0,423	1,154	0,154	7,434	1,638	10,657
F3 (Tomas usos varios)	6	2,754	1,377	3,759	0,501	24,2195	5,337	10,657
F4 (Tomas usos varios)	6	1,614	0,807	2,202	0,293	14,1895	3,127	10,657
F5 (Tomas usos varios)	6	0,852	0,426	1,163	0,155	7,493	1,651	10,657

Tabla 35. Tiempo amortización en años de los conductores del CA-LABORATORIO 1

CA-LABORATORIO T2								
Circuito	Sección propuesta (mm ²)	Pérdidas sección propuesta (W)	Ahorro pérdidas (W)	Ahorro energético anual (kWh)	Ahorro económico anual (€)	Precio del conductor propuesto (€)	Sobre coste (€)	Tiempo amortización (años)
E1 (Señalización y emergencia)	4	0,006	0,004	0,010	0,001	9,453	1,439	1106,981
A1 (Alumbrado taller)	4	3,382	2,029	5,541	0,738	32,867	5,002	6,777
FC1 (Fancoil)	4	0,116	0,070	0,190	0,025	5,658	0,861	33,984
F1 (Tomas usos varios)	6	2,774	1,387	3,787	0,504	24,3965	5,376	10,657
F2 (Tomas usos varios)	6	0,845	0,423	1,154	0,154	7,434	1,638	10,657
F3 (Tomas usos varios)	6	2,754	1,377	3,759	0,501	24,2195	5,337	10,657
F4 (Tomas usos varios)	6	1,614	0,807	2,202	0,293	14,1895	3,127	10,657
F5 (Tomas usos varios)	6	0,852	0,426	1,163	0,155	7,493	1,651	10,657
F6 (Tomas usos varios)	6	3,019	1,510	4,121	0,549	26,55	5,850	10,657

Tabla 36. Tiempo amortización en años de los conductores del CA-LABORATORIO 2

CA-LABORATORIO T3								
Circuito	Sección propuesta (mm ²)	Pérdidas sección propuesta (W)	Ahorro pérdidas (W)	Ahorro energético anual (kWh)	Ahorro económico anual (€)	Precio del conductor propuesto (€)	Sobre coste (€)	Tiempo amortización (años)
E1 (Señalización y emergencia)	4	0,008	0,005	0,013	0,002	12,696	1,932	1106,981
A1 (Alumbrado taller)	4	1,525	0,915	2,499	0,333	19,067	2,902	8,718
A1 (Alumbrado taller)	4	1,774	1,064	2,905	0,387	22,172	3,374	8,718
FC1 (Fancoil)	4	0,623	0,374	1,020	0,136	19,481	2,965	21,824
F1 (Tomas usos varios)	6	2,731	1,365	3,727	0,496	24,013	5,291	10,657
F2 (Tomas usos varios)	6	2,660	1,330	3,631	0,484	23,3935	5,155	10,657
F3 (Tomas usos varios)	6	2,979	1,489	4,066	0,542	26,196	5,772	10,657
S1 (Tomas informáticas)	6	3,264	1,632	4,455	0,593	28,7035	6,325	10,657

Tabla 37. Tiempo amortización en años de los conductores del CA-LABORATORIO 3

CA-LABORATORIO TIPO E								
Circuito	Sección propuesta (mm ²)	Pérdidas sección propuesta (W)	Ahorro pérdidas (W)	Ahorro energético anual (kWh)	Ahorro económico anual (€)	Precio del conductor propuesto (€)	Sobre coste (€)	Tiempo amortización (años)
E1 (Señalización y emergencia)	4	0,010	0,006	0,016	0,002	15,502	2,359	1106,981
A1 (Alumbrado laboratorio)	4	2,112	1,267	3,459	0,461	18,492	2,814	6,107
FC1 (Fancoil)	4	0,384	0,230	0,628	0,084	12,006	1,827	21,824
F1 (Tomas usos varios)	6	1,275	0,637	1,740	0,232	11,21	2,470	10,657
F2 (Tomas usos varios)	6	2,774	1,387	3,787	0,504	24,3965	5,376	10,657

Tabla 38. Tiempo amortización en años de los conductores del CA-LABORATORIO TIPO E

CA-LABORATORIO TIPO F								
Circuito	Sección propuesta (mm ²)	Pérdidas sección propuesta (W)	Ahorro pérdidas (W)	Ahorro energético anual (kWh)	Ahorro económico anual (€)	Precio del conductor propuesto (€)	Sobre coste (€)	Tiempo amortización (años)
E1 (Señalización y emergencia)	4	0,009	0,005	0,014	0,002	13,57	2,065	1106,981
A1 (Alumbrado taller)	4	0,558	0,335	0,914	0,122	17,112	2,604	21,383
FC1 (Fancoil)	4	0,062	0,037	0,102	0,014	17,687	2,692	197,772
F1 (Tomas usos varios)	6	1,969	0,985	2,688	0,358	17,3165	3,816	10,657
F2 (Tomas usos varios)	6	2,315	1,157	3,160	0,421	20,355	4,485	10,657
F3 (Tomas usos varios)	6	3,220	1,610	4,396	0,586	28,32	6,240	10,657

Tabla 39. Tiempo amortización en años de los conductores del CA-LABORATORIO TIPO F

CA-QUIRÓFANO								
Circuito	Sección propuesta (mm ²)	Pérdidas sección propuesta (W)	Ahorro pérdidas (W)	Ahorro energético anual (kWh)	Ahorro económico anual (€)	Precio del conductor propuesto (€)	Sobre coste (€)	Tiempo amortización (años)
A1 (Alumbrado general)	4	3,621	2,173	5,931	0,790	11,615	1,768	2,237
E1 (Alumbrado emergencia)	4	0,002	0,001	0,003	0,000	7,751	1,180	3517,647
R (Reloj)	4	0,016	0,010	0,027	0,004	5,773	0,878	245,850
N (Negatoscopio)	4	0,157	0,094	0,258	0,034	5,313	0,809	23,567
RX (Toma rayos X portátil)	4	4,308	2,585	7,057	0,940	5,52	0,840	0,894
A SAI	16	4,313	2,587	7,063	0,941	123,6	23,800	25,300
LQ (Lámpara quirófano)	25	0,133	0,075	0,204	0,027	61,16	26,799	987,209
MQ (Mesas quirófano)	6	1,261	0,631	1,721	0,229	10,974	2,418	10,546
M1 (Tomas panel integrado)	6	1,125	0,563	1,536	0,205	9,794	2,158	10,546
M2 (Tomas pared)	6	1,125	0,563	1,536	0,205	9,794	2,158	10,546
M3 (Tomas pared)	6	2,085	1,043	2,846	0,379	17,0215	3,751	9,892
M4 (Torreta 1 pared)	6	1,269	0,634	1,732	0,231	10,3545	2,282	9,892

Tabla 40. Tiempo amortización en años de los conductores del CA-QUIRÓFANO

Por tanto, los conductores marcados en verde, que son los que tienen un tiempo de amortización inferior a 10 años, son los que deberían haberse utilizado para tener una mejora de la eficiencia energética. Haber escogido estas secciones cuando se hizo la instalación eléctrica hubiera supuesto un ahorro energético anual total de 2565,86 kWh, un ahorro económico anual de 341,77€ y un sobrecoste de 1173,78€.

8 CONCLUSIONES

La realización de este Trabajo de Fin de Grado ha permitido abordar la mejora de una instalación eléctrica, en concreto la de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad de Málaga, incorporando la metodología BIM y el análisis de la eficiencia eléctrica. Se ha conseguido, mediante propuestas basadas en comparaciones y comprobaciones, contribuir a optimizar el funcionamiento de la instalación.

En primer lugar, el añadir la metodología BIM (Building Information Modeling) en el proyecto ha supuesto una mejor gestión y un mejor diseño de la instalación eléctrica. La capacidad de poder trabajar con modelos tridimensionales, previamente modelados en Revit, y datos importados a partir de otros programas que se han ido realizando a lo largo de este trabajo, ha facilitado el estudio de la instalación. Este método ha permitido, además, simular y prever el comportamiento de la instalación eléctrica para poder así realizar los cálculos pertinentes y proponer mejoras basadas en datos sólidos.

El estudio realizado ha respetado la normativa vigente, especialmente en cuanto a caídas de tensión máxima y seguridad, asegurando que los cambios de sección y los cambios de luminarias no comprometan al funcionamiento ni la protección de la instalación.

En cuanto a la iluminación, las soluciones propuestas combinan eficiencia y confort lumínico, mejorando algunas deficiencias encontradas conforme a la normativa por las luminarias actuales, como es el caso de las luminarias situadas en la zona de lectura de la biblioteca. Además de las propuestas de mejora de la eficiencia eléctrica, cambiando las luminarias actuales que son fluorescentes por otras LED. Esto contribuye directamente a la reducción del consumo energético, la reducción de la huella de carbono y el acercamiento al cumplimiento de las exigencias establecidas por el Objetivo 55, que, para 2030, establece reducir las emisiones y el consumo energético de los edificios.

Respecto a la eficiencia eléctrica, el estudio de las pérdidas por efecto Joule en los conductores ha permitido ver en los circuitos en los que se podría mejorar esta eficiencia y la instalación podría ser más óptima. Los cálculos realizados con el programa CYPELEC REBT han permitido observar que, aunque la instalación tiene unas pérdidas aceptables, ya que éstas suponen un 2,10% de la potencia demandada, aún se pueden reducir mediante el aumento de sección. Este aumento de los conductores supondría un ahorro energético anual de 2565,86 kWh, lo cual supondría un ahorro despreciable. Por tanto, se concluye con que la instalación está óptimamente diseñada.

Todas las mejoras propuestas han ido acompañadas de un análisis económico, teniendo en cuenta el tiempo de amortización para ver si los cambios propuestos son viables. Se ha encontrado que en el caso de las luminarias, en la mayoría de ellas es rentable hacer esta mejora. En el caso de los cables de la instalación eléctrica, aunque se haya comprobado que no es rentable realizar el aumento de sección actualmente, se ha encontrado que algunos conductores podrían haberse sobredimensionado desde el principio para obtener un ahorro energético y económico mayor en menos de diez años, sin embargo, este ahorro, como se ha comentado, es despreciable. Esto muestra la importancia de un diseño eléctrico estratégico y sostenible, no sólo normativo.



En definitiva, se ha conseguido el objetivo que se había planteado. Se ha comparado la eficiencia eléctrica de la instalación eléctrica actual en la Facultad de Ciencias de la Salud de Málaga, centro de uso público, con cambios en la instalación propuestos para mejorar esta eficiencia. mediante programas que incorporan metodología BIM.

9 BIBLIOGRAFÍA

- [1] Consejo de la Unión Europea, “Objetivo 55: Paquete de medidas para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en al menos un 55% de aquí a 2030”. Disponible en: <https://www.consilium.europa.eu/es/policies/fit-for-55/> (accedido: 23-enero-2025).
- [2] Knauf Industries, “Eficiencia energética en edificios: claves para ahorrar y ser más sostenibles”. Disponible en: <https://knauf-industries.es/eficiencia-energetica-edificios/> (accedido: 23-enero-2025).
- [3] Universidad de Málaga, Facultad de Ciencias de la Salud, “Instalaciones de la Facultad de Ciencias de la Salud”. Disponible en: <https://www.uma.es/facultad-de-ciencias-de-la-salud/info/72950/instalaciones/> (accedido: 12-febrero-2025).
- [4] Google Earth, “Ubicación de la Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad de Málaga”. Disponible en: <https://earth.google.com/web/@36.71517725,-4.50054635,49.83153323a,420.70040711d,35y,0h,0t,0r/data=CgRCAggBOgMKATBCAggASg0l ARAA> (accedido: 12-febrero-2025).
- [5] CYPE Ingenieros, S.A., “Tecnología Open BIM”. Disponible en: <https://info.cype.com/es/producto/tecnologia-open-bim/> (accedido:03-febrero-2025)
- [6] CYPE Ingenieros, S.A., “Flujos de trabajo compatibles con el programa”. Disponible en: <https://info.cype.com/es/tema/cypelec-flujos-de-trabajo-compatibles-con-el-programa/> (accedido: 03-enero-2025)
- [7] Reglamento electrotécnico para baja tensión e ITC. “ITC-BT-38: Instalaciones con fines especiales. Requisitos particulares para la instalación eléctrica en quirófanos y salas de intervención”. Disponible en: https://www.boe.es/biblioteca_juridica/codigos/codigo.php?modo=2&id=326_R Reglamento electrotecnico para baja tension e ITC (accedido: 14-junio-2025)
- [8] Lámpara directa, “Philips MASTER TL5 HE 14W 840”. Disponible en: <https://www.lamparadirecta.es/philips-master-tl5-he-14w-840-blanco-frio-55cm-8711500639400> (accedido: 04-marzo-2025)
- [9] Grupo ElectroStocks, “Europa prohíbe la fabricación de los tubos fluorescentes T5 y T8 y promueve soluciones de iluminación más eficientes”. Disponible en: <https://www.grupoelectrostocks.com/europa-prohibe-la-fabricacion-de-los-tubos-fluorescentes-t5-t8-promueve-soluciones-de-iluminacion-mas-eficientes-b-447-es> (accedido: 06-marzo-2024)
- [10] Universidad de Málaga. Facultad de Ciencias de la Salud, “Laboratorios de Terapia Ocupacional”. Disponible en: <https://www.uma.es/facultad-de-ciencias-de-la-salud/info/127827/laboratorio-to1-descripcion-y-texto/> (accedido: 02-febrero-2025)
- [11] Lámpara directa, “Philips MASTER TL5 HE 54W 840”. Disponible en: <https://www.lamparadirecta.es/philips-master-tl5-ho-54w-840-blanco-frio-115cm-8711500643186> (acceso: 04-marzo-2025)

- [12] Lámpara directa, “Philips MASTER PL-S 11W – 840 Blanco Frío”. Disponible en: <https://www.lamparadirecta.es/philips-master-pl-s-11w-840-blanco-frio-4-pin-8711500261229> (accedido:04-marzo-2025)
- [13] Universidad de Málaga. Facultad de Ciencias de la Salud, “Biblioteca de la Facultad de Ciencias de la Salud”. Disponible en: <https://www.uma.es/facultad-de-ciencias-de-la-salud/info/127223/biblioteca-de-facultad-de-ciencias-de-la-salud/> (accedido: 02-febrero-2025)
- [14] Lámpara directa, “Philips Pantalla EFIX TCS260 54W”. Disponible en: <https://www.lamparadirecta.es/philips-pantalla-efix-tcs260-54w-5250lm-120cm-d6-8727900613209> (accedido: 04-marzo-2025)
- [15] Philips Lighting, “Coreline Panel gen6 26W, 600x600 mm, VPC, 3600 lm, 4000 K”. Disponible en: https://www.lighting.philips.es/prof/luminarias-de-interior/empotrada/coreline-panel-gen6/911401890585_EU/product (accedido: 04-marzo-2025)
- [16] Philips Lighting, “Coreline Panel gen6, 38 W, 600x600 mm, VPC, 5000 lm, 4000 K, DALI, UGR19”. Disponible en: https://www.lighting.philips.es/prof/luminarias-de-interior/empotrada/coreline-panel-gen6/911401800387_EU/product (accedido: 04-marzo-2025)
- [17] Philips Lighting, “Coreline Panel gen6, ISO 14644-1 Air cleanness Class 1, 45 W, 600x600 mm, VPC, 4800 lm, 4000 K, CRI>90, UGR19”. Disponible en: https://www.lighting.philips.es/prof/luminarias-de-interior/empotrada/coreline-panel-gen6/911401891785_EU/product (accedido: 04-marzo-2025)
- [18] Philips Lighting, “LuxSpace empotrable”. Disponible en: https://www.lighting.philips.es/prof/luminarias-de-interior/downlights/luxspace-empotrable/LP_CF_DN570B_EU/family (accedido: 04-marzo-2025)
- [19] Philips Lighting, “MASTER tubo LED T5 directo a red”. Disponible en: https://www.lighting.philips.es/prof/tubos-y-lamparas-led/tubos-led/master-tubo-led-t5-directo-a-red/929003734402_EU/product (accedido: 04-marzo-2025)



ANEXOS



ANEXO A: RESULTADOS



A.1 RESULTADOS CYPELEC REBT

Cuadro de resultados

CUADRO DE RESULTADOS

CGBT (Suministro principal)

CGBT

CS-BIBLIOTECA SP

CS-BIBLIOTECA SN

CS-EDF A4-S3 SN

CS-EDF A4-S3 SP

CS-EDF A3-S2 SP

CA-TALLER EDF A3

CA-LABORATORIO T1 EDF A3

CA-LABORATORIO T2 EDF A3

CA-LABORATORIO T3 EDF A3

CA-LABORATORIO E1 EDF A3

CA-LABORATORIO E2 EDF A3

CA-LABORATORIO E3 EDF A3

CA-LABORATORIO E4 EDF A3

CA-LABORATORIO E5 EDF A3

CA-LABORATORIO E6 EDF A3

CA-LABORATORIO E7 EDF A3

CA-LABORATORIO E8 EDF A3

CA-LABORATORIO F1 EDF A5

CA-LABORATORIO F3 EDF A5

CA-QUIRÓFANO

S.A.I. / Instalación interior

TR1 TRAF0 USOS MÉDICOS

Trafo SELV

CS-EDF A3-S2 SN

Producción por una conversión educativa de CYPE

CGBT

Descripción	Fase	Pot. Calc. (W)	Pot. Inst. (W)	Pot. Dem. (W)	cos φ	Sección (mm)	ΔU _{ac} (%)
CGBT	3F+N (RST)	258392.23	340343.00	255292.23	0.91	AL RZ1 (AS) Cca-s1b,d1,a1 5[4(1x300)]	0.09
CS-BIBLIOTECA SP	3F+N (RST)	15548.00	15548.00	15548.00	0.99	AL RZ1 (AS) Cca-s1b,d1,a1 4(1x35) + TTx16	1.24
CS-BIBLIOTECA SN	3F+N (RST)	33366.80	41714.00	30459.80	0.87	AL RZ1 (AS) Cca-s1b,d1,a1 4(1x70) + TTx35	1.29
CS-EDF A4-S3 SN	3F+N (RST)	56682.30	68064.00	56134.80	0.88	AL RZ1 (AS) Cca-s1b,d1,a1 4(1x150) + TTx95	1.35
CS-EDF A4-S3 SP	3F+N (RST)	19040.00	19040.00	19040.00	0.96	AL RZ1 (AS) Cca-s1b,d1,a1 4(1x70) + TTx35	0.85
CS-EDF A3-S2 SP	3F+N (RST)	78200.00	108591.00	78200.00	0.92	AL RZ1 (AS) Cca-s1b,d1,a1 4(1x95) + TTx70	1.81
CS-EDF A3-S2 SN	3F+N (RST)	58699.63	87386.00	55909.63	0.89	AL RZ1 (AS) Cca-s1b,d1,a1 4(1x150) + TTx95	0.91

Descripción	I _B (A)	I _n (A)	I _z (A)	I _{cc} _{máx} (A)	P _{dc} (kA)	I _m (kA)	I _d (A)	Sens.dif. (mA)
CGBT	413.62	1000.00	1074.66	24.04	-	-	-	-
CS-BIBLIOTECA SP	24.60	100.00	86.40	22.12	36.00	0.50	-	-
CS-BIBLIOTECA SN	56.50	100.00	124.80	22.12	36.00	1.00	-	-
CS-EDF A4-S3 SN	96.63	100.00	189.12	22.12	36.00	1.00	-	-
CS-EDF A4-S3 SP	29.28	100.00	124.80	22.12	36.00	1.00	-	-
CS-EDF A3-S2 SP	123.66	160.00	147.84	22.12	36.00	1.60	-	-
CS-EDF A3-S2 SN	98.50	100.00	189.12	22.12	36.00	1.00	-	-

Cuadro de resultados

CS-BIBLIOTECA SP

Descripción	Fase	Pot.Calc. (W)	Pot.Inst. (W)	Pot.Dem. (W)	cos φ	Sección (mm)	ΔU _{ac} (%)
TELEMANDO EMERGENCIAS	F+N (R)	90.00	90.00	90.00	1.00	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2x2.5 + TTx6	1.25
A1 A. DESPACHO P.B.	F+N (R)	938.00	938.00	938.00	1.00	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G2.5	1.60
A2 A. DESPACHO P.B.	F+N (R)	832.00	832.00	832.00	1.00	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G2.5	2.02
A3 A. BIBLIOTECA HEMEROTECA	F+N (R)	1166.00	1166.00	1166.00	1.00	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G2.5	2.18
E1 SEÑALIZACIÓN Y EMERGENCIA	F+N (R)	90.00	90.00	90.00	1.00	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x2.5)	1.32
A4 A. BIBLIOTECA HEMEROTECA	F+N (S)	1166.00	1166.00	1166.00	1.00	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G2.5	2.24
A10 A. ZONA DE LECTURA	F+N (S)	90.00	90.00	90.00	1.00	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G2.5	1.31
A5 A. BIBLIOTECA HEMEROTECA	F+N (S)	875.00	875.00	875.00	1.00	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G2.5	1.91
A11 A. ZONA DE LECTURA	F+N (S)	1008.00	1008.00	1008.00	1.00	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G2.5	2.15
A6 ALUMBRADO PASILLOS	F+N (R)	562.00	562.00	562.00	1.00	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G2.5	1.81
A12 A. ZONA DE LECTURA	F+N (R)	1134.00	1134.00	1134.00	1.00	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G2.5	1.85
E2 SEÑALIZACIÓN EMERGENCIA	F+N (R)	90.00	90.00	90.00	1.00	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G2.5	1.33
A7 A. DESPACHO P.1	F+N (T)	1210.00	1210.00	1210.00	0.95	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G2.5	2.43
A8 ALUMBRADO DEPÓSITO	F+N (T)	1073.00	1073.00	1073.00	0.95	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G2.5	1.98
A9 A. ZONA DE LECTURA	F+N (T)	1134.00	1134.00	1134.00	0.95	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G2.5	2.27
E2 SEÑALIZACIÓN EMERGENCIA	F+N (T)	90.00	90.00	90.00	0.95	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x2.5)	1.32
AS ARCO SEGURIDAD	F+N (S)	500.00	500.00	500.00	1.00	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G2.5	1.62
UB05 SUBESTACIÓN S. GESTIÓN	F+N (S)	500.00	500.00	500.00	1.00	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G2.5	1.27
BACK VOZ-DATOS	F+N (T)	1500.00	1500.00	1500.00	1.00	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G4	1.34
TOMAS MANTENIMIENTO	3F+N (RST)	1500.00	1500.00	1500.00	0.90	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 5G4	1.26

Descripción	I _B (A)	I _n (A)	I _z (A)	I _{cc,máx} (A)	P _{dc} (kA)	I _m (kA)	I _d (A)	Sens.dif. (mA)
TELEMANDO EMERGENCIAS	0.39	10.00	28.21	1.92	10.00	0.10	9.19	300
A1 A. DESPACHO P.B.	4.06	10.00	28.21	1.92	10.00	0.10	9.15	30
A2 A. DESPACHO P.B.	3.60	10.00	28.21	1.92	10.00	0.10	9.09	30
A3 A. BIBLIOTECA HEMEROTECA	5.05	10.00	28.21	1.92	10.00	0.10	9.11	30
E1 SEÑALIZACIÓN Y EMERGENCIA	0.39	10.00	28.21	1.92	10.00	0.10	9.10	30
A4 A. BIBLIOTECA HEMEROTECA	5.05	10.00	28.21	1.92	10.00	0.10	9.10	30
A10 A. ZONA DE LECTURA	0.39	10.00	28.21	1.92	10.00	0.10	9.11	30
A5 A. BIBLIOTECA HEMEROTECA	3.79	10.00	28.21	1.92	10.00	0.10	9.11	30
A11 A. ZONA DE LECTURA	4.36	10.00	28.21	1.92	10.00	0.10	9.10	30
A6 ALUMBRADO PASILLOS	2.43	10.00	28.21	1.92	10.00	0.10	9.09	30
A12 A. ZONA DE LECTURA	4.91	10.00	28.21	1.92	10.00	0.10	9.14	30
E2 SEÑALIZACIÓN Y EMERGENCIA	0.39	10.00	28.21	1.92	10.00	0.10	9.09	30
A7 A. DESPACHO P.1	5.52	10.00	28.21	1.92	10.00	0.10	9.09	30

Cuadro de resultados

Descripción	I_B (A)	I_n (A)	I_z (A)	$I_{cc_{m\acute{a}x}}$ (A)	Pdc (kA)	I_m (kA)	I_d (A)	Sens.dif. (mA)
A8 ALUMBRADO DEPÓSITO	4.89	10.00	28.21	1.92	10.00	0.10	9.12	30
A9 A. ZONA DE LECTURA	5.17	10.00	28.21	1.92	10.00	0.10	9.10	30
E3 SEÑALIZACIÓN Y EMERGENCIA	0.41	10.00	28.21	1.92	10.00	0.10	9.10	30
AS ARCO SEGURIDAD	2.17	10.00	28.21	1.92	10.00	0.10	9.11	30
SUB05 SUBESTACIÓN S. GESTIÓN	2.17	10.00	28.21	1.92	10.00	0.10	9.19	30
RACK VOZ-DATOS	6.50	10.00	38.22	1.92	10.00	0.10	9.19	30
TOMAS MANTENIMIENTO	2.41	16.00	33.67	2.66	10.00	0.16	9.19	30

Producido por una versión educativa de CYPE

Cuadro de resultados

CS-BIBLIOTECA SN

Descripción	Fase	Pot.Calc. (W)	Pot.Inst. (W)	Pot.Dem. (W)	cos φ	Sección (mm)	ΔU _{ac} (%)
S1 TOMAS INFORMÁTICAS	F+N (R)	1500.00	1500.00	1500.00	0.85	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G4	2.12
S2 TOMAS INFORMÁTICAS	F+N (R)	1500.00	1500.00	1500.00	0.85	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G4	2.32
S3 TOMAS INFORMÁTICAS	F+N (S)	1500.00	1500.00	1500.00	0.85	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G4	1.89
S4 TOMAS INFORMÁTICAS	F+N (S)	1500.00	1500.00	1500.00	0.85	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G4	1.61
S5 TOMAS INFORMÁTICAS	F+N (T)	1500.00	1500.00	1500.00	0.85	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G4	2.33
F1 TOMAS USOS VARIOS	F+N (S)	1500.00	1500.00	1500.00	0.85	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G4	1.89
F2 TOMAS USOS VARIOS	F+N (S)	1500.00	1500.00	1500.00	0.85	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G4	1.81
F3 TOMAS USOS VARIOS	F+N (R)	1500.00	1500.00	1500.00	0.85	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G4	2.26
F4 TOMAS USOS VARIOS	F+N (R)	1500.00	1500.00	1500.00	0.85	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G4	2.25
F5 TOMAS USOS VARIOS	F+N (T)	1500.00	1500.00	1500.00	0.85	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G4	1.81
F6 TOMAS COMBINADAS	3F+N (RST)	1500.00	1500.00	1500.00	0.85	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 5(1x4)	1.32
MC MONTACARGAS	3F+N (RST)	1875.00	1500.00	1500.00	0.85	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 5(1x4)	1.50
S1 SECAMANOS	F+N (T)	2200.00	2200.00	2200.00	0.90	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G4	2.70
ML1 ALUMBRADO MESAS LECTURA	F+N (S)	500.00	500.00	500.00	1.00	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G2.5	1.61
ML2 ALUMBRADO MESAS LECTURA	F+N (S)	500.00	500.00	500.00	1.00	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G2.5	1.49
ML3 ALUMBRADO MESAS LECTURA	F+N (T)	500.00	500.00	500.00	1.00	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G2.5	1.59
CLIMA VRV INTERIOR 1	F+N (T)	375.00	300.00	300.00	0.85	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x2.5)	1.67
CLIMA RECUPERADOR 1.1	F+N (R)	366.25	293.00	293.00	0.85	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x4)	1.52
CLIMA RECUPERADOR 1.2	F+N (T)	366.25	293.00	293.00	0.85	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x4)	1.52
CLIMA ROOF TOP	3F+N (RST)	14535.00	11628.00	11628.00	0.85	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 5(1x6)	2.46
CLIMA VRV EXTERIOR	3F+N (RST)	8750.00	7000.00	7000.00	0.85	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 5(1x4)	2.46
TOMAS MANTENIMIENTO	3F+N (RST)	500.00	500.00	500.00	1.00	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 5G4	1.29

Descripción	I _B (A)	I _n (A)	I _z (A)	I _{cc,máx} (A)	P _{dc} (kA)	I _m (kA)	I _d (A)	Sens.dif. (mA)
S1 TOMAS INFORMÁTICAS	7.64	16.00	38.22	3.04	10.00	0.16	9.16	30
S2 TOMAS INFORMÁTICAS	7.64	16.00	38.22	3.04	10.00	0.16	9.15	30
S3 TOMAS INFORMÁTICAS	7.64	16.00	38.22	3.04	10.00	0.16	9.18	30
S4 TOMAS INFORMÁTICAS	7.64	16.00	38.22	3.04	10.00	0.16	9.20	30
S5 TOMAS INFORMÁTICAS	7.64	16.00	38.22	3.04	10.00	0.16	9.15	30
F1 TOMAS USOS VARIOS	7.64	16.00	38.22	3.04	10.00	0.16	9.18	30
F2 TOMAS USOS VARIOS	7.64	16.00	38.22	3.04	10.00	0.16	9.18	30
F3 TOMAS USOS VARIOS	7.64	16.00	38.22	3.04	10.00	0.16	9.16	30

Cuadro de resultados

Descripción	I_B (A)	I_n (A)	I_z (A)	$I_{cc_{m\acute{a}x}}$ (A)	Pdc (kA)	I_m (kA)	I_d (A)	Sens.dif. (mA)
F4 TOMAS USOS VARIOS	7.64	16.00	38.22	3.04	10.00	0.16	9.16	30
F5 TOMAS USOS VARIOS	7.64	16.00	38.22	3.04	10.00	0.16	9.18	30
F6 TOMAS COMBINADAS	2.55	16.00	33.67	4.83	10.00	0.16	9.20	30
MC MONTACARGAS	3.18	16.00	33.67	4.83	10.00	0.16	9.15	30
FS1 SECAMANOS	10.58	20.00	38.22	3.04	10.00	0.20	9.15	30
ML1 ALUMBRADO MESAS LECTURA	2.17	10.00	28.21	3.04	10.00	0.10	9.15	30
ML2 ALUMBRADO MESAS LECTURA	2.17	10.00	28.21	3.04	10.00	0.10	9.17	30
ML3 ALUMBRADO MESAS LECTURA	2.17	10.00	28.21	3.04	10.00	0.10	9.15	30
CLIMA VRV INTERIOR 1	1.91	16.00	28.21	3.04	10.00	0.16	9.12	300
CLIMA RECUPERADOR 1.1	1.87	2.50	38.22	3.04	6.00	0.03	9.16	300
CLIMA RECUPERADOR 1.2	1.87	2.50	38.22	3.04	6.00	0.03	9.16	30
CLIMA ROOF TOP	24.68	32.00	43.68	4.83	10.00	0.64	9.17	30
CLIMA VRV EXTERIOR	14.86	16.00	33.67	4.83	10.00	0.19	9.14	30
TOMAS MANTENIMIENTO	0.72	16.00	33.67	4.83	10.00	0.16	9.21	30

Producido por una versión educativa de CYPE

Cuadro de resultados

CS-EDF A4-S3 SN

Descripción	Fase	Pot. Calc. (W)	Pot. Inst. (W)	Pot. Dem. (W)	cos φ	Sección (mm)	ΔU _{ac} (%)
F1 TOMAS EN AULAS	F+N (S)	1500.00	1500.00	1500.00	0.85	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G4	1.75
F2	F+N (S)	1500.00	1500.00	1500.00	0.85	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G4	1.75
F3	F+N (T)	1500.00	1500.00	1500.00	0.85	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G4	1.75
F4	F+N (T)	1500.00	1500.00	1500.00	0.85	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G4	1.84
F5	F+N (S)	1500.00	1500.00	1500.00	0.85	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G4	1.86
F6	F+N (S)	1500.00	1500.00	1500.00	0.85	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G4	1.86
F7	F+N (T)	1500.00	1500.00	1500.00	0.85	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G4	1.76
F8	F+N (T)	1500.00	1500.00	1500.00	0.85	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G4	1.76
F9	F+N (S)	1500.00	1500.00	1500.00	0.85	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G4	1.76
F10	F+N (T)	1500.00	1500.00	1500.00	0.85	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G4	1.84
F11	F+N (S)	1500.00	1500.00	1500.00	0.85	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G4	1.86
F12	F+N (S)	1500.00	1500.00	1500.00	0.85	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G4	2.01
F13	F+N (T)	1500.00	1500.00	1500.00	0.85	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G4	1.99
F14	F+N (T)	1500.00	1500.00	1500.00	0.85	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G4	2.20
CS	F+N (T)	500.00	500.00	500.00	1.00	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G2.5	1.38
15 TOMAS USOS ARIOS	F+N (R)	1500.00	1500.00	1500.00	0.85	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G4	2.24
16 TOMAS USOS ARIOS	F+N (R)	1500.00	1500.00	1500.00	0.85	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G4	2.25
F17 TOMAS COMBINADAS	3F+N (RST)	1500.00	1500.00	1500.00	1.00	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 5(1x4)	1.37
S1 SECAMANOS	F+N (R)	2200.00	2200.00	2200.00	0.85	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G4	2.20
S2 SECAMANOS	F+N (R)	2200.00	2200.00	2200.00	0.85	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G4	2.42
S3 SECAMANOS	F+N (S)	2200.00	2200.00	2200.00	0.85	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G4	2.42
S4 SECAMANOS	F+N (S)	2200.00	2200.00	2200.00	0.85	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G4	2.64
S5 SECAMANOS	F+N (T)	2200.00	2200.00	2200.00	0.85	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G4	2.58
S6 SECAMANOS	F+N (T)	2200.00	2200.00	2200.00	0.85	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G4	2.71
S7 SECAMANOS	F+N (R)	2200.00	2200.00	2200.00	0.85	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G4	2.65
S8 SECAMANOS	F+N (R)	2200.00	2200.00	2200.00	0.85	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G4	2.59
S9 SECAMANOS	F+N (S)	2200.00	2200.00	2200.00	0.85	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G4	2.72
EXT01 EXTRACCIÓN ASEOS	F+N (S)	625.00	500.00	500.00	1.00	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G2.5	1.74
EXT02 EXTRACCIÓN ASEOS	F+N (S)	625.00	500.00	500.00	1.00	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G2.5	1.79
VE01 EXTRACCIÓN GENERAL	F+N (T)	937.50	750.00	750.00	1.00	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G2.5	1.42
VE02 EXTRACCIÓN GENERAL	F+N (T)	937.50	750.00	750.00	1.00	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G2.5	1.53
CLIMA VRV EXTERIOR 1	3F (RST)	2737.50	2190.00	2190.00	0.90	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 4(1x10)	1.39
CLIMA VRV EXTERIOR 2	3F (RST)	2737.50	2190.00	2190.00	0.90	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 4(1x10)	1.39
CLIMA VRV EXTERIOR 3	3F (RST)	2350.00	1880.00	1880.00	0.90	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 4(1x10)	1.39
CLIMA VRV INTERIOR 1	F+N (R)	625.00	500.00	500.00	0.90	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x4)	1.48
CLIMA VRV INTERIOR 2	F+N (R)	625.00	500.00	500.00	0.90	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x4)	1.48

Cuadro de resultados

Descripción	Fase	Pot.Calc. (W)	Pot.Inst. (W)	Pot.Dem. (W)	cos φ	Sección (mm)	ΔU _{ac} (%)
CLIMA VENTILACIÓN	F+N (S)	250.00	200.00	200.00	0.90	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x4)	1.40
CLIMA RECUPERADOR 1.1	3F+N (RST)	1875.00	1500.00	1500.00	0.90	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 5(1x4)	1.42
CLIMA RECUPERADOR 1.2	3F+N (RST)	1375.00	1100.00	1100.00	0.90	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 5(1x4)	1.40
CLIMA RECUPERADOR 2.1	3F+N (RST)	1875.00	1500.00	1500.00	0.90	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 5(1x4)	1.42
CLIMA RECUPERADOR 2.2	3F+N (RST)	1375.00	1100.00	1100.00	0.90	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 5(1x4)	1.40
CLIMA RECUPERADOR 3.1	F+N (R)	532.50	426.00	426.00	0.90	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x4)	1.46
CLIMA RECUPERADOR 3.2	F+N (R)	532.50	426.00	426.00	0.90	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x4)	1.46
CLIMA RECUPERADOR 4.1	F+N (R)	532.50	426.00	426.00	0.90	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x4)	1.46
CLIMA RECUPERADOR 4.2	F+N (R)	532.50	426.00	426.00	0.90	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x4)	1.46
CLIMA RECUPERADOR 5.1	3F+N (RST)	1375.00	1100.00	1100.00	0.90	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 5(1x4)	1.40
CLIMA RECUPERADOR 5.2	3F+N (RST)	1375.00	1100.00	1100.00	0.90	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 5(1x4)	1.40
CLIMA RECUPERADOR 6.1	3F+N (RST)	1375.00	1100.00	1100.00	0.90	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 5(1x4)	1.40
CLIMA RECUPERADOR 6.2	3F+N (RST)	1375.00	1100.00	1100.00	0.90	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 5(1x4)	1.40
SUB07	F+N (T)	500.00	500.00	500.00	1.00	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G2.5	1.39
TOMAS MANTENIMIENTO	3F+N (RST)	500.00	500.00	500.00	1.00	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 5G4	1.36

Descripción	I _B (A)	I _n (A)	I _z (A)	I _{cc_{máx}} (A)	P _{dc} (kA)	I _m (kA)	I _d (A)	Sens.dif. (mA)
F1 TOMAS EN AULAS	7.64	16.00	38.22	4.19	10.00	0.16	9.20	30
F2	7.64	16.00	38.22	4.19	10.00	0.16	9.20	30
F3	7.64	16.00	38.22	4.19	10.00	0.16	9.20	30
F4	7.64	16.00	38.22	4.19	10.00	0.16	9.19	30
F5	7.64	16.00	38.22	4.19	10.00	0.16	9.19	30
F6	7.64	16.00	38.22	4.19	10.00	0.16	9.19	30
F7	7.64	16.00	38.22	4.19	10.00	0.16	9.20	30
F8	7.64	16.00	38.22	4.19	10.00	0.16	9.20	30
F9	7.64	16.00	38.22	4.19	10.00	0.16	9.20	30
F10	7.64	16.00	38.22	4.19	10.00	0.16	9.19	30
F11	7.64	16.00	38.22	4.19	10.00	0.16	9.19	30
F12	7.64	16.00	38.22	4.19	10.00	0.16	9.18	30

Cuadro de resultados

Descripción	I _B (A)	I _n (A)	I _Z (A)	I _{CC_{máx}} (A)	P _{dc} (kA)	I _m (kA)	I _d (A)	Sens.dif. (mA)
F13	7.64	16.00	38.22	4.19	10.00	0.16	9.19	30
F14	7.64	16.00	38.22	4.19	10.00	0.16	9.17	30
CS	2.17	10.00	28.21	4.19	10.00	0.10	9.22	30
F15 TOMAS USOS VARIOS	7.64	16.00	38.22	4.19	10.00	0.16	9.17	30
F16 TOMAS USOS VARIOS	7.64	16.00	38.22	4.19	10.00	0.16	9.17	30
F17 TOMAS COMBINADAS	2.17	16.00	33.67	6.86	10.00	0.16	9.22	30
FS1 SECAMANOS	11.21	20.00	38.22	4.19	10.00	0.20	9.19	30
FS2 SECAMANOS	11.21	20.00	38.22	4.19	10.00	0.20	9.18	30
FS3 SECAMANOS	11.21	20.00	38.22	4.19	10.00	0.20	9.18	30
FS4 SECAMANOS	11.21	20.00	38.22	4.19	10.00	0.20	9.17	30
FS5 SECAMANOS	11.21	20.00	38.22	4.19	10.00	0.20	9.17	30
FS6 SECAMANOS	11.21	20.00	38.22	4.19	10.00	0.20	9.17	30
FS7 SECAMANOS	11.21	20.00	38.22	4.19	10.00	0.20	9.17	30
FS8 SECAMANOS	11.21	20.00	38.22	4.19	10.00	0.20	9.17	30
FS9 SECAMANOS	11.21	20.00	38.22	4.19	10.00	0.20	9.17	30
EXT01 EXTRACCIÓN ASEOS	2.71	10.00	28.21	4.19	10.00	0.10	9.16	30
EXT02 EXTRACCIÓN ASEOS	2.71	10.00	28.21	4.19	10.00	0.10	9.15	30
VE01 EXTRACCIÓN GENERAL	4.06	10.00	28.21	4.19	10.00	0.10	9.22	30
VE02 EXTRACCIÓN GENERAL	4.06	10.00	28.21	4.19	10.00	0.10	9.20	30
CLIMA VRV EXTERIOR 1	4.39	25.00	60.06	6.86	10.00	0.30	9.22	300
CLIMA VRV EXTERIOR 2	4.39	25.00	60.06	6.86	10.00	0.30	9.22	300
CLIMA VRV EXTERIOR 3	3.77	25.00	60.06	6.86	10.00	0.30	9.22	300
CLIMA VRV INTERIOR 1	3.01	16.00	38.22	4.19	10.00	0.16	9.20	300
CLIMA VRV INTERIOR 2	3.01	16.00	38.22	4.19	10.00	0.16	9.20	300
CLIMA VENTILACIÓN	1.20	16.00	38.22	4.19	10.00	0.16	9.20	300
CLIMA RECUPERADOR 1.1	3.01	4.00	33.67	6.86	10.00	0.05	9.20	300
CLIMA RECUPERADOR 1.2	2.21	2.50	33.67	6.86	10.00	0.03	9.20	300
CLIMA RECUPERADOR 2.1	3.01	4.00	33.67	6.86	10.00	0.05	9.20	300
CLIMA RECUPERADOR 2.2	2.21	2.50	33.67	6.86	10.00	0.03	9.20	300
CLIMA RECUPERADOR 3.1	2.56	2.50	38.22	4.19	10.00	0.03	9.20	300
CLIMA RECUPERADOR 3.2	2.56	2.50	38.22	4.19	10.00	0.03	9.20	300
CLIMA RECUPERADOR 4.1	2.56	2.50	38.22	4.19	10.00	0.03	9.20	300
CLIMA RECUPERADOR 4.2	2.56	2.50	38.22	4.19	10.00	0.03	9.20	300
CLIMA RECUPERADOR 5.1	2.21	2.50	33.67	6.86	10.00	0.03	9.20	300
CLIMA RECUPERADOR 5.2	2.21	2.50	33.67	6.86	10.00	0.03	9.20	300
CLIMA RECUPERADOR 6.1	2.21	2.50	33.67	6.86	10.00	0.03	9.20	300
CLIMA RECUPERADOR 6.2	2.21	2.50	33.67	6.86	10.00	0.03	9.20	300
SUB07	2.17	10.00	28.21	4.19	10.00	0.10	9.22	30
TOMAS MANTENIMIENTO	0.72	16.00	33.67	6.86	10.00	0.16	9.22	30

Cuadro de resultados

CS-EDF A4-S3 SP

Descripción	Fase	Pot. Calc. (W)	Pot. Inst. (W)	Pot. Dem. (W)	cos φ	Sección (mm)	ΔU _{ac} (%)
TELEMANDO EMERGENCIAS	F+N (R)	90.00	90.00	90.00	1.00	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G2.5	0.91
A1 A. PASILLOS PB-P1	F+N (R)	706.00	706.00	706.00	0.95	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G2.5	1.38
A9 ALUMBRADO ASEOS	F+N (R)	1037.00	1037.00	1037.00	0.95	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G2.5	1.63
A10 ALUMBRADO ASEOS	F+N (R)	842.00	842.00	842.00	0.95	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G2.5	1.61
E1 SEÑALIZACIÓN Y EMERGENCIA	F+N (R)	90.00	90.00	90.00	0.95	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G2.5	0.92
A2 PASILLOS PB	F+N (S)	655.00	655.00	655.00	0.95	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G2.5	1.37
ESC1 ALUMBRADO ESCALERA	F+N (S)	626.00	626.00	626.00	0.95	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G2.5	0.95
A19 ALUMBRADO VESTUARIOS	F+N (S)	842.00	842.00	842.00	0.95	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G2.5	1.62
E2 SEÑALIZACIÓN Y EMERGENCIA	F+N (S)	90.00	90.00	90.00	0.95	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G2.5	0.92
A20 ALUMBRADO INSTALACIONES	F+N (T)	778.00	778.00	778.00	0.95	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G2.5	1.02
SUB01 SUBESTACIÓN S. GESTIÓN	F+N (T)	500.00	500.00	500.00	1.00	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2x2.5 + TTx6	0.90
A3 ALUMBRADO AULA	F+N (R)	806.00	806.00	806.00	0.95	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G2.5	1.05
A4 ALUMBRADO AULA	F+N (S)	806.00	806.00	806.00	0.95	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G2.5	1.16
A5 ALUMBRADO AULA	F+N (R)	806.00	806.00	806.00	0.95	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G2.5	1.11
A6 ALUMBRADO AULA	F+N (S)	806.00	806.00	806.00	0.95	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G2.5	1.20
A7 ALUMBRADO AULA	F+N (T)	806.00	806.00	806.00	0.95	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G2.5	1.25
A8 ALUMBRADO AULA	F+N (T)	806.00	806.00	806.00	0.95	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G2.5	1.31
A11 ALUMBRADO AULA	F+N (S)	806.00	806.00	806.00	0.95	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G2.5	1.09
A12 ALUMBRADO AULA	F+N (S)	806.00	806.00	806.00	0.95	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G2.5	1.19
A13 ALUMBRADO AULA	F+N (R)	806.00	806.00	806.00	0.95	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G2.5	1.14
A14 ALUMBRADO AULA	F+N (T)	806.00	806.00	806.00	0.95	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G2.5	1.22
A15 ALUMBRADO AULA	F+N (R)	806.00	806.00	806.00	0.95	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G2.5	1.27
A16 ALUMBRADO AULA	F+N (S)	806.00	806.00	806.00	0.95	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G2.5	1.33
A17 ALUMBRADO AULA	F+N (T)	806.00	806.00	806.00	0.95	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G2.5	1.43
A18 ALUMBRADO AULA	F+N (T)	806.00	806.00	806.00	0.95	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G2.5	1.47
RACK VOZ/DATOS	F+N (T)	1000.00	1000.00	1000.00	1.00	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G2.5	0.96
TOMAS MANTENIMIENTO	3F+N (RST)	500.00	500.00	500.00	0.85	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 4x4 + TTx4	0.85

Descripción	I _B (A)	I _n (A)	I _z (A)	I _{cc,máx} (A)	P _{dc} (kA)	I _m (kA)	I _d (A)	Sens.dif. (mA)
TELEMANDO EMERGENCIAS	0.39	10.00	28.21	2.52	10.00	0.10	9.13	500
A1 A. PASILLOS PB-P1	3.22	10.00	28.21	2.52	10.00	0.10	9.13	30

Cuadro de resultados

Descripción	I_B (A)	I_n (A)	I_z (A)	$I_{cc_{m\acute{a}x}}$ (A)	P_{dc} (kA)	I_m (kA)	I_d (A)	Sens.dif. (mA)
A9 ALUMBRADO ASEOS	4.73	10.00	28.21	2.52	10.00	0.10	9.13	30
A10 ALUMBRADO ASEOS	3.84	10.00	28.21	2.52	10.00	0.10	9.12	30
E1 SEÑALIZACIÓN Y EMERGENCIA	0.41	10.00	28.21	2.52	10.00	0.10	9.12	30
A2 PASILLOS PB	2.99	10.00	28.21	2.52	10.00	0.10	9.13	30
ESC1 ALUMBRADO ESCALERA	2.85	10.00	28.21	2.52	10.00	0.10	9.19	30
A19 ALUMBRADO VESTUARIOS	3.84	10.00	28.21	2.52	10.00	0.10	9.12	30
E2 SEÑALIZACIÓN Y EMERGENCIA	0.41	10.00	28.21	2.52	6.00	0.10	9.12	30
A20 ALUMBRADO INSTALACIONES	3.55	10.00	28.21	2.52	6.00	0.10	9.19	30
SUB01 SUBESTACIÓN S. GESTIÓN	2.17	10.00	28.21	2.52	10.00	0.10	9.20	30
A3 ALUMBRADO AULA	3.67	10.00	28.21	2.52	10.00	0.10	9.19	300
A4 ALUMBRADO AULA	3.67	10.00	28.21	2.52	10.00	0.10	9.17	300
A5 ALUMBRADO AULA	3.67	10.00	28.21	2.52	10.00	0.10	9.18	300
A6 ALUMBRADO AULA	3.67	10.00	28.21	2.52	10.00	0.10	9.17	300
A7 ALUMBRADO AULA	3.67	10.00	28.21	2.52	10.00	0.10	9.16	300
A8 ALUMBRADO AULA	3.67	10.00	28.21	2.52	10.00	0.10	9.15	300
A11 ALUMBRADO AULA	3.67	10.00	28.21	2.52	10.00	0.10	9.18	300
A12 ALUMBRADO AULA	3.67	10.00	28.21	2.52	10.00	0.10	9.17	300
A13 ALUMBRADO AULA	3.67	10.00	28.21	2.52	10.00	0.10	9.17	300
A14 ALUMBRADO AULA	3.67	10.00	28.21	2.52	10.00	0.10	9.16	300
A15 ALUMBRADO AULA	3.67	10.00	28.21	2.52	10.00	0.10	9.16	300
A16 ALUMBRADO AULA	3.67	10.00	28.21	2.52	10.00	0.10	9.15	300
A17 ALUMBRADO AULA	3.67	10.00	28.21	2.52	10.00	0.10	9.14	300
A18 ALUMBRADO AULA	3.67	10.00	28.21	2.52	10.00	0.10	9.13	300
RACK VOZ/DATOS	4.33	10.00	28.21	2.52	10.00	0.10	9.20	30
TOMAS MANTENIMIENTO	0.85	16.00	33.67	4.04	10.00	0.16	9.20	30

Producido por una versión educativa de CYPE

Cuadro de resultados

CS-EDF A3-S2 SP

Descripción	Fase	Pot. Calc. (W)	Pot. Inst. (W)	Pot. Dem. (W)	cos φ	Sección (mm)	ΔU _{ac} (%)
TELEMANDO EMERGENCIAS	F+N (R)	90.00	90.00	90.00	0.95	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G2.5	1.86
A1 A. PASILLOS PB	F+N (R)	648.00	648.00	648.00	0.95	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G2.5	2.88
A3 A. PASILLOS P1	F+N (R)	648.00	648.00	648.00	0.95	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G2.5	2.52
ESC1 ALUMBRADO ESCALERA	F+N (R)	356.00	356.00	356.00	0.95	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G2.5	1.91
E1 SEÑALIZACIÓN Y EMERGENCIA	F+N (R)	90.00	90.00	90.00	0.95	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G2.5	1.96
A2 A. PASILLOS PB	F+N (T)	605.00	605.00	605.00	0.95	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G2.5	2.83
A4 A. PASILLOS P1	F+N (T)	562.00	562.00	562.00	0.95	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G2.5	2.46
A9 A. DESPACHOS P1	F+N (T)	1123.00	1123.00	1123.00	0.95	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G2.5	2.82
E2 SEÑALIZACIÓN Y EMERGENCIA	F+N (T)	90.00	90.00	90.00	0.95	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G2.5	1.93
A5 A. TERAPIA OCUPACIONAL PB	F+N (R)	1022.00	1022.00	1022.00	0.95	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G2.5	2.32
A6 A. TERAPIA OCUPACIONAL PB	F+N (R)	1490.00	1490.00	1490.00	0.95	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G2.5	2.54
A10 ALUMBRADO INSTALACIONES	F+N (R)	518.00	518.00	518.00	0.95	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G2.5	1.96
E3 SEÑALIZACIÓN Y EMERGENCIA	F+N (R)	90.00	90.00	90.00	0.95	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G2.5	1.87
A7 A. TERAPIA OCUPACIONAL PB	F+N (T)	1483.00	1483.00	1483.00	0.95	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G2.5	2.57
A8 A. TERAPIA OCUPACIONAL PB	F+N (T)	1188.00	1188.00	1188.00	0.95	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G2.5	2.65
E4 SEÑALIZACIÓN Y EMERGENCIA	F+N (T)	90.00	90.00	90.00	0.95	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G2.5	1.86
PACK VOZ/DATOS	F+N (S)	1000.00	1000.00	1000.00	1.00	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G2.5	1.92
SUB06 SUBESTACIÓN GESTIÓN	F+N (S)	500.00	500.00	500.00	1.00	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G2.5	1.85
CS CENTRALES SEGURIDAD	F+N (R)	500.00	500.00	500.00	1.00	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G2.5	1.86
PACK VOZ/DATOS	F+N (T)	1000.00	1000.00	1000.00	1.00	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G2.5	1.92
CA-TALLER EDF A3	F+N (R)	3663.00	5418.00	3618.00	0.89	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G10	2.33
CA-LABORATORIO P1 EDF A3	F+N (S)	7174.94	9340.00	7174.94	0.91	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G16	2.66
CA-LABORATORIO T2 EDF A3	F+N (R)	7681.36	10840.00	7681.36	0.91	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2(1x25) + TTx16	2.40
CA-LABORATORIO T3 EDF A3	F+N (T)	5780.85	8444.00	5780.85	0.87	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2(1x25) + TTx16	2.51
CA-LABORATORIO E1 EDF A3	F+N (S)	4975.00	4840.00	4840.00	0.91	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G10	2.38
CA-LABORATORIO E2 EDF A3	F+N (S)	4975.00	4840.00	4840.00	0.91	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G10	2.21
CA-LABORATORIO E3 EDF A3	F+N (R)	4975.00	4840.00	4840.00	0.91	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G10	2.18
CA-LABORATORIO E4 EDF A3	F+N (R)	4975.00	4840.00	4840.00	0.91	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G10	2.26
CA-LABORATORIO E5 EDF A3	F+N (S)	4975.00	4840.00	4840.00	0.91	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G10	2.42
CA-LABORATORIO E6 EDF A3	F+N (S)	4975.00	4840.00	4840.00	0.91	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G10	2.67
CA-LABORATORIO E7 EDF A3	F+N (T)	4975.00	4840.00	4840.00	0.91	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G10	2.92
CA-LABORATORIO E8 EDF A3	F+N (T)	4975.00	4840.00	4840.00	0.91	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G10	3.10
CA-LABORATORIO F1 EDF A5	F+N (T)	3824.10	5418.00	3792.60	0.87	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G10	2.91
CA-LABORATORIO F3 EDF A5	F+N (T)	4030.78	5418.00	4030.78	0.87	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G10	3.50
CA-QUIRÓFANO	3F+N (RST)	13643.55	11400.00	13643.55	0.96	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 5(1x10)	2.42

Cuadro de resultados

Descripción	Fase	Pot. Calc. (W)	Pot. Inst. (W)	Pot. Dem. (W)	cos φ	Sección (mm)	ΔU_{ac} (%)
TOMAS MANTENIMIENTO	3F+N (RST)	500.00	500.00	500.00	0.85	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 4x4 + TTx4	1.82

Descripción	I _b (A)	I _n (A)	I _z (A)	I _{cc máx} (A)	P _{dc} (kA)	I _m (kA)	I _d (A)	Sens. dif. (mA)
TELEMANDO EMERGENCIAS	0.41	10.00	28.21	4.42	10.00	0.10	9.17	500
A1 A. PASILLOS PB	2.95	10.00	28.21	4.42	10.00	0.10	9.05	30
A3 A. PASILLOS P1	2.95	10.00	28.21	4.42	10.00	0.10	9.11	30
ESC1 ALUMBRADO ESCALERA	1.62	10.00	28.21	4.42	10.00	0.10	9.19	30
E1 SEÑALIZACIÓN Y EMERGENCIA	0.41	10.00	28.21	4.42	10.00	0.10	9.05	30
A2 A. PASILLOS PB	2.76	10.00	28.21	4.42	10.00	0.10	9.05	30
A4 A. PASILLOS P1	2.56	10.00	28.21	4.42	10.00	0.10	9.10	30
A9 A. DESPACHOS P1	5.12	10.00	28.21	4.42	10.00	0.10	9.13	30
E2 SEÑALIZACIÓN Y EMERGENCIA	0.41	10.00	28.21	4.42	10.00	0.10	9.09	30
A5 A. TERAPIA OCUPACIONAL PB	4.66	10.00	28.21	4.42	10.00	0.10	9.17	30
A6 A. TERAPIA OCUPACIONAL PB	6.79	10.00	28.21	4.42	10.00	0.10	9.17	30
A10 ALUMBRADO INSTALACIONES	2.36	10.00	28.21	4.42	10.00	0.10	9.19	30
E3 SEÑALIZACIÓN Y EMERGENCIA	0.41	10.00	28.21	4.42	10.00	0.10	9.15	30
A7 A. TERAPIA OCUPACIONAL PB	6.76	10.00	28.21	4.42	10.00	0.10	9.17	30
A8 A. TERAPIA OCUPACIONAL PB	5.41	10.00	28.21	4.42	10.00	0.10	9.15	30
E4 SEÑALIZACIÓN Y EMERGENCIA	0.41	10.00	28.21	4.42	10.00	0.10	9.17	30
RACK VOZ/DATOS	4.33	10.00	28.21	4.42	10.00	0.10	9.21	30
SUB06 SUBESTACIÓN GESTIÓN	2.17	10.00	28.21	4.42	10.00	0.10	9.22	30
CS CENTRALES SEGURIDAD	2.17	10.00	28.21	4.42	10.00	0.10	9.21	30
RACK VOZ/DATOS	4.33	10.00	28.21	4.42	10.00	0.10	9.21	30
CA-TALLER EDF A3	17.90	32.00	68.25	4.42	10.00	0.32	-	-
CA-LABORATORIO T1 EDF A3	34.00	40.00	91.00	4.42	10.00	0.40	-	-
CA-LABORATORIO T2 EDF A3	36.70	40.00	121.03	4.42	10.00	0.40	-	-
CA-LABORATORIO T3 EDF A3	28.90	40.00	121.03	4.42	10.00	0.40	-	-
CA-LABORATORIO E1 EDF A3	23.71	32.00	68.25	4.42	10.00	0.32	-	-
CA-LABORATORIO E2 EDF A3	23.71	32.00	68.25	4.42	10.00	0.32	-	-
CA-LABORATORIO E3 EDF A3	23.71	32.00	68.25	4.42	10.00	0.32	-	-
CA-LABORATORIO E4 EDF A3	23.71	32.00	68.25	4.42	10.00	0.32	-	-
CA-LABORATORIO E5 EDF A3	23.71	32.00	68.25	4.42	10.00	0.32	-	-
CA-LABORATORIO E6 EDF A3	23.71	32.00	68.25	4.42	10.00	0.32	-	-
CA-LABORATORIO E7 EDF A3	23.71	32.00	68.25	4.42	10.00	0.32	-	-
CA-LABORATORIO E8 EDF A3	23.71	32.00	68.25	4.42	10.00	0.32	-	-
CA-LABORATORIO F1 EDF A5	18.94	32.00	68.25	4.42	10.00	0.32	-	-
CA-LABORATORIO F3 EDF A5	20.00	32.00	68.25	4.42	10.00	0.32	-	-
CA-QUIRÓFANO	25.86	40.00	60.06	7.05	10.00	0.40	-	-
TOMAS MANTENIMIENTO	0.85	16.00	33.67	7.05	10.00	0.16	9.22	30

Producido por una versión educativa de CYPA

Cuadro de resultados

CA-TALLER EDF A3

Descripción	Fase	Pot. Calc. (W)	Pot. Inst. (W)	Pot. Dem. (W)	cos φ	Sección (mm)	ΔU_{ac} (%)
E1 SEÑALIZACIÓN Y EMERGENCIA	F+N (R)	90.00	90.00	90.00	0.95	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2x2.5 + TTx2.5	2.33
A1 ALUMBRADO TALLER	F+N (R)	648.00	648.00	648.00	0.95	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2x2.5 + TTx2.5	2.41
FC1 FANCOIL	F+N (R)	225.00	180.00	180.00	1.00	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2x2.5 + TTx2.5	2.35
F1 TOMAS USOS VARIOS	F+N (R)	1500.00	1500.00	1500.00	0.85	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2x4 + TTx4	2.46
F2 TOMAS USOS VARIOS	F+N (R)	1500.00	1500.00	1500.00	0.85	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2x4 + TTx4	2.47
F3 TOMAS USOS VARIOS	F+N (R)	1500.00	1500.00	1500.00	0.85	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2x4 + TTx4	2.45

Descripción	I_B (A)	I_n (A)	I_z (A)	$I_{cc_{m\acute{a}x}}$ (A)	Pdc (kA)	I_m (kA)	I_d (A)	Sens.dif. (mA)
E1 SEÑALIZACIÓN Y EMERGENCIA	0.41	10.00	28.21	2.81	6.00	0.10	9.21	30
A1 ALUMBRADO TALLER	2.95	10.00	28.21	2.81	6.00	0.10	9.20	30
FC1 FANCOIL	0.97	10.00	28.21	2.81	6.00	0.10	9.20	30
F1 TOMAS USOS VARIOS	7.64	16.00	38.22	2.81	6.00	0.16	9.20	30
F2 TOMAS USOS VARIOS	7.64	16.00	38.22	2.81	6.00	0.16	9.20	30
F3 TOMAS USOS VARIOS	7.64	16.00	38.22	2.81	6.00	0.16	9.20	30

Producido por una versión educativa de CYPE

Cuadro de resultados

CA-LABORATORIO T1 EDF A3

Descripción	Fase	Pot. Calc. (W)	Pot. Inst. (W)	Pot. Dem. (W)	cos φ	Sección (mm)	ΔU_{ac} (%)
E1 SEÑALIZACIÓN Y EMERGENCIA	F+N (S)	90.00	90.00	90.00	0.95	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2x2.5 + TTx2.5	2.67
A1 ALUMBRADO LABORATORIO	F+N (S)	1210.00	1210.00	1210.00	1.00	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2x2.5 + TTx2.5	3.18
FC1 FANCOIL	F+N (S)	540.00	540.00	540.00	1.00	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2x2.5 + TTx2.5	2.70
F1 TOMAS USOS VARIOS	F+N (S)	1500.00	1500.00	1500.00	0.85	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2x4 + TTx4	2.94
F2 TOMAS USOS VARIOS	F+N (S)	1500.00	1500.00	1500.00	0.85	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2x4 + TTx4	2.75
F3 TOMAS USOS VARIOS	F+N (S)	1500.00	1500.00	1500.00	0.85	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2x4 + TTx4	2.93
F4 TOMAS USOS VARIOS	F+N (S)	1500.00	1500.00	1500.00	0.85	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2x4 + TTx4	2.82
F5 TOMAS USOS VARIOS	F+N (S)	1500.00	1500.00	1500.00	0.85	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2x4 + TTx4	2.75

Descripción	I_B (A)	I_n (A)	I_z (A)	$I_{CC_{m\acute{a}x}}$ (A)	Pdc (kA)	I_m (kA)	I_d (A)	Sens.dif. (mA)
E1 SEÑALIZACIÓN Y EMERGENCIA	0.41	10.00	28.21	2.83	6.00	0.10	9.20	30
A1 ALUMBRADO LABORATORIO	5.24	10.00	28.21	2.83	6.00	0.10	9.17	30
FC1 FANCOIL	2.34	10.00	28.21	2.83	6.00	0.10	9.20	30
F1 TOMAS USOS VARIOS	7.64	10.00	38.22	2.83	6.00	0.10	9.20	30
F2 TOMAS USOS VARIOS	7.64	10.00	38.22	2.83	6.00	0.10	9.21	30
F3 TOMAS USOS VARIOS	7.64	10.00	38.22	2.83	6.00	0.10	9.20	30
F4 TOMAS USOS VARIOS	7.64	10.00	38.22	2.83	6.00	0.10	9.20	30
F5 TOMAS USOS VARIOS	7.64	10.00	38.22	2.83	6.00	0.10	9.21	30

Producido por una versión educativa de CYPE

Cuadro de resultados

CA-LABORATORIO T2 EDF A3

Descripción	Fase	Pot. Calc. (W)	Pot. Inst. (W)	Pot. Dem. (W)	cos φ	Sección (mm)	ΔU_{ac} (%)
E1 SEÑALIZACIÓN Y EMERGENCIA	F+N (R)	90.00	90.00	90.00	0.95	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2x2.5 + TTx2.5	2.40
A1 ALUMBRADO LABORATORIO	F+N (R)	1210.00	1210.00	1210.00	1.00	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2x2.5 + TTx2.5	2.71
FC1 FANCOIL	F+N (R)	540.00	540.00	540.00	1.00	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2x2.5 + TTx2.5	2.43
F1 TOMAS USOS VARIOS	F+N (R)	1500.00	1500.00	1500.00	0.85	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2x4 + TTx4	2.69
F2 TOMAS USOS VARIOS	F+N (R)	1500.00	1500.00	1500.00	0.85	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2x4 + TTx4	2.59
F3 TOMAS USOS VARIOS	F+N (R)	1500.00	1500.00	1500.00	0.85	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2x4 + TTx4	2.67
F4 TOMAS USOS VARIOS	F+N (R)	1500.00	1500.00	1500.00	0.85	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2x4 + TTx4	2.55
F5 TOMAS USOS VARIOS	F+N (R)	1500.00	1500.00	1500.00	0.85	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2x4 + TTx4	2.48
F6 TOMAS USOS VARIOS	F+N (R)	1500.00	1500.00	1500.00	0.85	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2x4 + TTx4	2.69

Descripción	I_B (A)	I_n (A)	I_z (A)	$I_{cc_{m\acute{a}x}}$ (A)	Pdc (kA)	I_m (kA)	I_d (A)	Sens.dif. (mA)
E1 SEÑALIZACIÓN Y EMERGENCIA	0.41	10.00	28.21	3.14	6.00	0.10	9.21	30
A1 ALUMBRADO LABORATORIO	5.24	10.00	28.21	3.14	6.00	0.10	9.19	30
FC1 FANCOIL	2.34	10.00	28.21	3.14	6.00	0.10	9.21	30
F1 TOMAS USOS VARIOS	7.64	10.00	38.22	3.14	6.00	0.10	9.20	30
F2 TOMAS USOS VARIOS	7.64	10.00	38.22	3.14	6.00	0.10	9.20	30
F3 TOMAS USOS VARIOS	7.64	10.00	38.22	3.14	6.00	0.10	9.20	30
F4 TOMAS USOS VARIOS	7.64	10.00	38.22	3.14	6.00	0.10	9.21	30
F5 TOMAS USOS VARIOS	7.64	10.00	38.22	3.14	6.00	0.10	9.21	30
F6 TOMAS USOS VARIOS	7.64	16.00	38.22	3.14	6.00	0.16	9.20	30

Producido por una versión educativa de CYPE

Cuadro de resultados

CA-LABORATORIO T3 EDF A3

Descripción	Fase	Pot.Calc. (W)	Pot.Inst. (W)	Pot.Dem. (W)	cos φ	Sección (mm)	ΔU _{ac} (%)
E1 EMERGENCIAS Y FUENTE ALIMENTACIÓN	F+N (T)	90.00	90.00	90.00	0.95	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2x2.5 + TTx2.5	2.53
A1 ALUMBRADO LABORATORIO	F+N (T)	907.00	907.00	907.00	0.85	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2x2.5 + TTx2.5	2.78
A2 ALUMBRADO LABORATORIO	F+N (T)	907.00	907.00	907.00	0.85	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2x2.5 + TTx2.5	2.82
FC1 FANCOIL	F+N (T)	675.00	540.00	540.00	1.00	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2x2.5 + TTx2.5	2.68
F1 TOMAS USOS VARIOS	F+N (T)	1500.00	1500.00	1500.00	0.85	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2x4 + TTx4	2.78
F2 TOMAS USOS VARIOS	F+N (T)	1500.00	1500.00	1500.00	0.85	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2x4 + TTx4	2.77
F3 TOMAS USOS VARIOS	F+N (T)	1500.00	1500.00	1500.00	0.85	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2x4 + TTx4	2.80
S1 TOMAS INFORMATICAS	F+N (T)	1500.00	1500.00	1500.00	0.85	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2x4 + TTx4	2.83

Producción por una versión educativa de CYPE

Descripción	I _B (A)	I _n (A)	I _z (A)	I _{cc} ^{máx} (A)	P _{dc} (kA)	I _m (kA)	I _d (A)	Sens.dif. (mA)
E1 EMERGENCIAS Y FUENTE ALIMENTACIÓN	0.41	10.00	28.21	2.71	6.00	0.10	9.19	30
A1 ALUMBRADO LABORATORIO	4.62	10.00	28.21	2.71	6.00	0.10	9.19	30
A2 ALUMBRADO LABORATORIO	4.62	10.00	28.21	2.71	6.00	0.10	9.18	30
FC1 FANCOIL	2.92	10.00	28.21	2.71	6.00	0.10	9.18	30
F1 TOMAS USOS VARIOS	7.64	16.00	38.22	2.71	6.00	0.16	9.20	30
F2 TOMAS USOS VARIOS	7.64	16.00	38.22	2.71	6.00	0.16	9.20	30
F3 TOMAS USOS VARIOS	7.64	16.00	38.22	2.71	6.00	0.16	9.19	30
S1 TOMAS INFORMATICAS	7.64	10.00	38.22	2.71	6.00	0.10	9.19	30

CA-LABORATORIO E1 EDF A3

Descripción	Fase	Pot.Calc. (W)	Pot.Inst. (W)	Pot.Dem. (W)	cos φ	Sección (mm)	ΔU _{ac} (%)
E1 EMERGENCIAS Y FUENTE DE ALIMENTACIÓN	F+N (S)	90.00	90.00	90.00	0.95	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2x2.5 + TTx2.5	2.40
A1 ALUMBRADO LABORATORIO	F+N (S)	1210.00	1210.00	1210.00	0.95	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2x2.5 + TTx2.5	2.69
FC1 FANCOIL	F+N (S)	675.00	540.00	540.00	1.00	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2x2.5 + TTx2.5	2.49
F1 TOMAS USOS VARIOS	F+N (S)	1500.00	1500.00	1500.00	0.85	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2x4 + TTx4	2.51
F2 TOMAS USOS VARIOS	F+N (S)	1500.00	1500.00	1500.00	0.85	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2x4 + TTx4	2.66

Descripción	I _B (A)	I _n (A)	I _z (A)	I _{cc} ^{máx} (A)	P _{dc} (kA)	I _m (kA)	I _d (A)	Sens.dif. (mA)
E1 EMERGENCIAS Y FUENTE DE ALIMENTACIÓN	0.41	10.00	28.21	3.00	6.00	0.10	9.19	30
A1 ALUMBRADO LABORATORIO	5.52	10.00	28.21	3.00	6.00	0.10	9.19	30
FC1 FANCOIL	2.92	10.00	28.21	3.00	6.00	0.10	9.20	30
F1 TOMAS USOS VARIOS	7.64	16.00	38.22	3.00	6.00	0.16	9.21	30
F2 TOMAS USOS VARIOS	7.64	16.00	38.22	3.00	6.00	0.16	9.20	30

Cuadro de resultados

CA-LABORATORIO E2 EDF A3

Descripción	Fase	Pot. Calc. (W)	Pot. Inst. (W)	Pot. Dem. (W)	cos φ	Sección (mm)	ΔU _{ac} (%)
E1 EMERGENCIAS Y FUENTE ALIMENTACIÓN	F+N (S)	90.00	90.00	90.00	0.95	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2x2.5 + TTx2.5	2.23
A1 ALUMBRADO LABORATORIO	F+N (S)	1210.00	1210.00	1210.00	0.95	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2x2.5 + TTx2.5	2.51
FC1 FANCOIL	F+N (S)	675.00	540.00	540.00	1.00	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2x2.5 + TTx2.5	2.32
F1 TOMAS USOS VARIOS	F+N (S)	1500.00	1500.00	1500.00	0.85	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2x4 + TTx4	2.48
F2 TOMAS USOS VARIOS	F+N (S)	1500.00	1500.00	1500.00	0.85	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2x4 + TTx4	2.47

Descripción	I _B (A)	I _n (A)	I _z (A)	I _{cc_{máx}} (A)	P _{dc} (kA)	I _m (kA)	I _d (A)	Sens. dif. (mA)
E1 EMERGENCIAS Y FUENTE ALIMENTACIÓN	0.41	10.00	28.21	3.33	6.00	0.10	9.19	30
A1 ALUMBRADO LABORATORIO	5.52	10.00	28.21	3.33	6.00	0.10	9.19	30
FC1 FANCOIL	2.92	10.00	28.21	3.33	6.00	0.10	9.20	30
F1 TOMAS USOS VARIOS	7.64	16.00	38.22	3.33	6.00	0.16	9.20	30
F2 TOMAS USOS VARIOS	7.64	16.00	38.22	3.33	6.00	0.16	9.20	30

CA-LABORATORIO E3 EDF A3

Descripción	Fase	Pot. Calc. (W)	Pot. Inst. (W)	Pot. Dem. (W)	cos φ	Sección (mm)	ΔU _{ac} (%)
E1 EMERGENCIAS Y SEÑALIZACIÓN	F+N (R)	90.00	90.00	90.00	0.95	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2x2.5 + TTx2.5	2.20
A1 ALUMBRADO LABORATORIO	F+N (R)	1210.00	1210.00	1210.00	0.95	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2x2.5 + TTx2.5	2.49
FC1 FANCOIL	F+N (R)	675.00	540.00	540.00	1.00	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2x2.5 + TTx2.5	2.29
F1 TOMAS USOS VARIOS	F+N (R)	1500.00	1500.00	1500.00	0.85	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2x4 + TTx4	2.43
F2 TOMAS USOS VARIOS	F+N (R)	1500.00	1500.00	1500.00	0.85	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2x4 + TTx4	2.46

Descripción	I _B (A)	I _n (A)	I _z (A)	I _{cc_{máx}} (A)	P _{dc} (kA)	I _m (kA)	I _d (A)	Sens. dif. (mA)
E1 EMERGENCIAS Y SEÑALIZACIÓN	0.41	10.00	28.21	3.40	6.00	0.10	9.19	30
A1 ALUMBRADO LABORATORIO	5.52	10.00	28.21	3.40	6.00	0.10	9.19	30
FC1 FANCOIL	2.92	10.00	28.21	3.40	6.00	0.10	9.20	30
F1 TOMAS USOS VARIOS	7.64	16.00	38.22	3.40	6.00	0.16	9.20	30
F2 TOMAS USOS VARIOS	7.64	16.00	38.22	3.40	6.00	0.16	9.20	30

Cuadro de resultados

CA-LABORATORIO E4 EDF A3

Descripción	Fase	Pot.Calc. (W)	Pot.Inst. (W)	Pot.Dem. (W)	cos φ	Sección (mm)	ΔU _{ac} (%)
E1 EMERGENCIAS Y SEÑALIZACIÓN	F+N (R)	90.00	90.00	90.00	0.95	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2x2.5 + TTx2.5	2.28
A1 ALUMBRADO LABORATORIO	F+N (R)	1210.00	1210.00	1210.00	0.95	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2x2.5 + TTx2.5	2.56
FC1 FANCOIL	F+N (R)	675.00	540.00	540.00	1.00	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2x2.5 + TTx2.5	2.36
F1 TOMAS USOS VARIOS	F+N (R)	1500.00	1500.00	1500.00	0.85	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2x4 + TTx4	2.51
F2 TOMAS USOS VARIOS	F+N (R)	1500.00	1500.00	1500.00	0.85	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2x4 + TTx4	2.53

Descripción	I _B (A)	I _n (A)	I _z (A)	I _{cc} ^{máx} (A)	Pdc (kA)	I _m (kA)	I _d (A)	Sens.dif. (mA)
E1 EMERGENCIAS Y SEÑALIZACIÓN	0.41	10.00	28.21	3.24	6.00	0.10	9.19	30
A1 ALUMBRADO LABORATORIO	5.52	10.00	28.21	3.24	6.00	0.10	9.19	30
FC1 FANCOIL	2.92	10.00	28.21	3.24	6.00	0.10	9.20	30
F1 TOMAS USOS VARIOS	7.64	16.00	38.22	3.24	6.00	0.16	9.20	30
F2 TOMAS USOS VARIOS	7.64	16.00	38.22	3.24	6.00	0.16	9.20	30

CA-LABORATORIO E5 EDF A3

Descripción	Fase	Pot.Calc. (W)	Pot.Inst. (W)	Pot.Dem. (W)	cos φ	Sección (mm)	ΔU _{ac} (%)
E1 EMERGENCIAS Y SEÑALIZACIÓN	F+N (S)	90.00	90.00	90.00	0.95	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2x2.5 + TTx2.5	2.44
A1 ALUMBRADO LABORATORIO	F+N (S)	1210.00	1210.00	1210.00	0.95	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2x2.5 + TTx2.5	2.72
FC1 FANCOIL	F+N (S)	675.00	540.00	540.00	1.00	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2x2.5 + TTx2.5	2.52
F1 TOMAS USOS VARIOS	F+N (S)	1500.00	1500.00	1500.00	0.85	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2x4 + TTx4	2.94
F2 TOMAS USOS VARIOS	F+N (S)	1500.00	1500.00	1500.00	0.85	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2x4 + TTx4	2.62

Descripción	I _B (A)	I _n (A)	I _z (A)	I _{cc} ^{máx} (A)	Pdc (kA)	I _m (kA)	I _d (A)	Sens.dif. (mA)
E1 EMERGENCIAS Y SEÑALIZACIÓN	0.41	10.00	28.21	2.95	6.00	0.10	9.19	30
A1 ALUMBRADO LABORATORIO	5.52	10.00	28.21	2.95	6.00	0.10	9.19	30
FC1 FANCOIL	2.92	10.00	28.21	2.95	6.00	0.10	9.20	30
F1 TOMAS USOS VARIOS	7.64	10.00	38.22	2.95	6.00	0.10	9.18	30
F2 TOMAS USOS VARIOS	7.64	10.00	38.22	2.95	6.00	0.10	9.20	30

Producción de energía eléctrica para el uso educativo de CYPE

Cuadro de resultados

CA-LABORATORIO E6 EDF A3

Descripción	Fase	Pot. Calc. (W)	Pot. Inst. (W)	Pot. Dem. (W)	cos φ	Sección (mm)	ΔU _{ac} (%)
E1 EMERGENCIAS Y SEÑALIZACIÓN	F+N (S)	90.00	90.00	90.00	0.95	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2x2.5 + TTx2.5	2.69
A1 ALUMBRADO LABORATORIO	F+N (S)	1210.00	1210.00	1210.00	0.95	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2x2.5 + TTx2.5	2.98
FC1 FANCOIL	F+N (S)	675.00	540.00	540.00	1.00	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2x2.5 + TTx2.5	2.78
F1 TOMAS USOS VARIOS	F+N (S)	1500.00	1500.00	1500.00	0.85	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2x4 + TTx4	2.86
F2 TOMAS USOS VARIOS	F+N (S)	1500.00	1500.00	1500.00	0.85	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2x4 + TTx4	2.92

Descripción	I _B (A)	I _n (A)	I _z (A)	I _{cc} ^{máx} (A)	P _{dc} (kA)	I _m (kA)	I _d (A)	Sens. dif. (mA)
E1 EMERGENCIAS Y SEÑALIZACIÓN	0.41	10.00	28.21	2.57	6.00	0.10	9.18	30
A1 ALUMBRADO LABORATORIO	5.52	10.00	28.21	2.57	6.00	0.10	9.18	30
FC1 FANCOIL	2.92	10.00	28.21	2.57	6.00	0.10	9.19	30
F1 TOMAS USOS VARIOS	7.64	16.00	38.22	2.57	6.00	0.16	9.20	30
F2 TOMAS USOS VARIOS	7.64	16.00	38.22	2.57	6.00	0.16	9.19	30

CA-LABORATORIO E7 EDF A3

Descripción	Fase	Pot. Calc. (W)	Pot. Inst. (W)	Pot. Dem. (W)	cos φ	Sección (mm)	ΔU _{ac} (%)
E1 EMERGENCIAS Y SEÑALIZACIÓN	F+N (T)	90.00	90.00	90.00	0.95	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2x2.5 + TTx2.5	2.94
A1	F+N (T)	1210.00	1210.00	1210.00	0.95	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2x2.5 + TTx2.5	3.22
FC1 FANCOIL	F+N (T)	675.00	540.00	540.00	1.00	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2x2.5 + TTx2.5	3.03
F1 TOMAS USOS VARIOS	F+N (T)	1500.00	1500.00	1500.00	0.85	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2x4 + TTx4	3.19
F2 TOMAS USOS VARIOS	F+N (T)	1500.00	1500.00	1500.00	0.85	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2x4 + TTx4	3.08

Descripción	I _B (A)	I _n (A)	I _z (A)	I _{cc} ^{máx} (A)	P _{dc} (kA)	I _m (kA)	I _d (A)	Sens. dif. (mA)
E1 EMERGENCIAS Y SEÑALIZACIÓN	0.41	10.00	28.21	2.27	6.00	0.10	9.18	30
A1	5.52	10.00	28.21	2.27	6.00	0.10	9.18	30
FC1 FANCOIL	2.92	10.00	28.21	2.27	6.00	0.10	9.19	30
F1 TOMAS USOS VARIOS	7.64	16.00	38.22	2.27	6.00	0.16	9.19	30
F2 TOMAS USOS VARIOS	7.64	16.00	38.22	2.27	6.00	0.16	9.19	30

Cuadro de resultados

CA-LABORATORIO E8 EDF A3

Descripción	Fase	Pot. Calc. (W)	Pot. Inst. (W)	Pot. Dem. (W)	cos φ	Sección (mm)	ΔU _{ac} (%)
E1 EMERGENCIAS Y SEÑALIZACIÓN	F+N (T)	90.00	90.00	90.00	0.95	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2x2.5 + TTx2.5	3.11
A1	F+N (T)	1210.00	1210.00	1210.00	0.95	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2x2.5 + TTx2.5	3.33
FC1 FANCOIL	F+N (T)	675.00	540.00	540.00	1.00	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2x2.5 + TTx2.5	3.20
F1 TOMAS USOS VARIOS	F+N (T)	1500.00	1500.00	1500.00	0.85	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2x4 + TTx4	3.20
F2 TOMAS USOS VARIOS	F+N (T)	1500.00	1500.00	1500.00	0.85	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2x4 + TTx4	3.31

Descripción	I _B (A)	I _n (A)	I _Z (A)	I _{cc,máx} (A)	P _{dc} (kA)	I _m (kA)	I _d (A)	Sens. dif. (mA)
E1 EMERGENCIAS Y SEÑALIZACIÓN	0.41	10.00	28.21	2.10	6.00	0.10	9.18	30
A1	5.52	10.00	28.21	2.10	6.00	0.10	9.18	30
FC1 FANCOIL	2.92	10.00	28.21	2.10	6.00	0.10	9.18	30
F1 TOMAS USOS VARIOS	7.64	16.00	38.22	2.10	6.00	0.16	9.19	30
F2 TOMAS USOS VARIOS	7.64	16.00	38.22	2.10	6.00	0.16	9.19	30

CA-LABORATORIO F1 EDF A5

Descripción	Fase	Pot. Calc. (W)	Pot. Inst. (W)	Pot. Dem. (W)	cos φ	Sección (mm)	ΔU _{ac} (%)
E1 EMERGENCIAS Y FUENTE ALIMENTACIÓN	F+N (T)	90.00	90.00	90.00	0.95	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2x2.5 + TTx2.5	2.92
A1 ALUMBRADO TALLER	F+N (T)	648.00	648.00	648.00	0.95	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2x2.5 + TTx2.5	3.06
FC1 FANCOIL	F+N (T)	225.00	180.00	180.00	1.00	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2x2.5 + TTx2.5	2.96
F1 TOMAS USOS VARIOS	F+N (T)	1500.00	1500.00	1500.00	0.85	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2x4 + TTx4	3.10
F2 TOMAS USOS VARIOS	F+N (T)	1500.00	1500.00	1500.00	0.85	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2x4 + TTx4	3.13
F3 TOMAS USOS VARIOS	F+N (T)	1500.00	1500.00	1500.00	0.85	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2x4 + TTx4	3.22

Descripción	I _B (A)	I _n (A)	I _Z (A)	I _{cc,máx} (A)	P _{dc} (kA)	I _m (kA)	I _d (A)	Sens. dif. (mA)
E1 EMERGENCIAS Y FUENTE ALIMENTACIÓN	0.41	10.00	28.21	2.02	6.00	0.10	9.18	30
A1 ALUMBRADO TALLER	2.95	10.00	28.21	2.02	6.00	0.10	9.17	30
FC1 FANCOIL	0.97	10.00	28.21	2.02	6.00	0.10	9.17	30
F1 TOMAS USOS VARIOS	7.64	16.00	38.22	2.02	6.00	0.16	9.18	30
F2 TOMAS USOS VARIOS	7.64	16.00	38.22	2.02	6.00	0.16	9.18	30
F3 TOMAS USOS VARIOS	7.64	16.00	38.22	2.02	6.00	0.16	9.18	30

Cuadro de resultados

CA-LABORATORIO F3 EDF A5

Descripción	Fase	Pot.Calc. (W)	Pot.Inst. (W)	Pot.Dem. (W)	cos φ	Sección (mm)	ΔU _{ac} (%)
E1 EMERGENCIAS Y FUENTE ALIMENTACIÓN	F+N (T)	90.00	90.00	90.00	0.95	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2x2.5 + TTx2.5	3.52
A1 ALUMBRADO TALLER	F+N (T)	648.00	648.00	648.00	0.95	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2x2.5 + TTx2.5	3.68
FC1 FANCOIL	F+N (T)	225.00	180.00	180.00	1.00	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2x2.5 + TTx2.5	3.56
F1 TOMAS USOS VARIOS	F+N (T)	1500.00	1500.00	1500.00	0.85	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2x4 + TTx4	3.71
F2 TOMAS USOS VARIOS	F+N (T)	1500.00	1500.00	1500.00	0.85	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2x4 + TTx4	3.74
F3 TOMAS USOS VARIOS	F+N (T)	1500.00	1500.00	1500.00	0.85	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2x4 + TTx4	3.84

Descripción	I _B (A)	I _n (A)	I _Z (A)	I _{cc_{máx}} (A)	P _{dc} (kA)	I _m (kA)	I _d (A)	Sens.dif. (mA)
E1 EMERGENCIAS Y FUENTE ALIMENTACIÓN	0.41	10.00	28.21	1.60	6.00	0.10	9.17	30
A1 ALUMBRADO TALLER	2.95	10.00	28.21	1.60	6.00	0.10	9.16	30
FC1 FANCOIL	0.97	10.00	28.21	1.60	6.00	0.10	9.16	30
F1 TOMAS USOS VARIOS	7.64	16.00	38.22	1.60	6.00	0.16	9.17	30
F2 TOMAS USOS VARIOS	7.64	16.00	38.22	1.60	6.00	0.16	9.17	30
F3 TOMAS USOS VARIOS	7.64	16.00	38.22	1.60	6.00	0.16	9.16	30

CA-QUIRÓFANO

Descripción	Fase	Pot.Calc. (W)	Pot.Inst. (W)	Pot.Dem. (W)	cos φ	Sección (mm)	ΔU _{ac} (%)
A1 ALUMBRADO GENERAL	F+N (R)	2000.00	2000.00	2000.00	0.95	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G2.5	2.74
A1 ALUMBRADO EMERGENCIA	F+N (R)	50.00	50.00	50.00	0.95	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 2x2.5 + TTx2.5	2.42
R RELOJ	F+N (T)	200.00	200.00	200.00	1.00	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G2.5	2.43
N NEGATOSCOPIO	F+N (T)	650.00	650.00	650.00	1.00	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G2.5	2.46
RX TOMA RAYOS X PORTÁTIL	F+N (S)	3000.00	3000.00	3000.00	0.90	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G2.5	2.66
S.A.I.	3F+N (RST)	10000.00	5500.00	10000.00	1.00	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 5(1x10)	0.13
Bypass	3F+N (RST)	7743.55	5500.00	7743.55	0.97	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 4x10 + TTx10	2.52

Descripción	I _B (A)	I _n (A)	I _Z (A)	I _{cc_{máx}} (A)	P _{dc} (kA)	I _m (kA)	I _d (A)	Sens.dif. (mA)
A1 ALUMBRADO GENERAL	9.12	10.00	28.21	2.62	10.00	0.10	9.19	30
E1 ALUMBRADO EMERGENCIA	0.23	6.00	28.21	2.62	10.00	0.06	9.20	30
R RELOJ	0.87	10.00	28.21	2.62	10.00	0.10	9.20	30
N NEGATOSCOPIO	2.81	10.00	28.21	2.62	10.00	0.10	9.20	30
RX TOMA RAYOS X PORTÁTIL	14.43	25.00	28.21	2.62	10.00	0.25	9.20	30
S.A.I.	14.43	32.00	60.06	3.57	6.00	0.32	-	-
Bypass	11.55	32.00	60.06	3.57	10.00	0.40	-	-

Cuadro de resultados

S.A.I. / Instalación interior

Descripción	Fase	Pot.Calc. (W)	Pot.Inst. (W)	Pot.Dem. (W)	cos φ	Sección (mm)	ΔU _{ac} (%)
TR1 TRAFOS USOS MÉDICOS	3F (RST)	7743.55	5500.00	7743.55	0.97	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3x10 + TTx10	2.62

Descripción	I _B (A)	I _n (A)	I _Z (A)	I _{CC} ^{máx} (A)	P _{dc} (kA)	I _m (kA)	I _d (A)	Sens.dif. (mA)
TR1 TRAFOS USOS MÉDICOS	11.55	32.00	60.06	2.84	10.00	0.64	-	-

TR1 TRAFOS USOS MÉDICOS

Descripción	Fase	Pot.Calc. (W)	Pot.Inst. (W)	Pot.Dem. (W)	cos φ	Sección (mm)	ΔU _{ac} (%)
Trafo SELV	F+N (R)	525.00	500.00	525.00	0.95	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G16	2.65
MQ MESA QUIRÓFANO	F+N (T)	1000.00	1000.00	1000.00	0.98	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G4	2.83
M1 TOMAS PANEL INTEGRADO	F+N (S)	1000.00	1000.00	1000.00	0.98	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G4	2.81
M2 TOMAS PARED	F+N (R)	1000.00	1000.00	1000.00	0.98	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G4	2.81
M3 TOMAS PARED	F+N (S)	1000.00	1000.00	1000.00	0.95	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G4	2.96
M4 TORRETA PARED	F+N (T)	1000.00	1000.00	1000.00	0.95	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G4	2.82

Descripción	I _B (A)	I _n (A)	I _Z (A)	I _{CC} ^{máx} (A)	P _{dc} (kA)	I _m (kA)	I _d (A)	Sens.dif. (mA)
Trafo SELV	4.16	20.00	91.00	0.38	10.00	0.20	-	-
MQ MESA QUIRÓFANO	7.68	10.00	38.22	0.38	10.00	0.10	146.63	-
M1 TOMAS PANEL INTEGRADO	7.68	16.00	38.22	0.38	10.00	0.16	148.88	-
M2 TOMAS PARED	7.68	16.00	38.22	0.38	10.00	0.16	148.88	-
M3 TOMAS PARED	7.93	16.00	38.22	0.38	10.00	0.16	136.08	-
M4 TORRETA PARED 1	7.93	16.00	38.22	0.38	10.00	0.16	147.83	-

Trafo SELV

Descripción	Fase	Pot.Calc. (W)	Pot.Inst. (W)	Pot.Dem. (W)	cos φ	Sección (mm)	ΔU _{ac} (%)
LQ LÁMPARA QUIRÓFANO	F+N (R)	500.00	500.00	500.00	0.95	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3G16	2.91

Descripción	I _B (A)	I _n (A)	I _Z (A)	I _{CC} ^{máx} (A)	P _{dc} (kA)	I _m (kA)	I _d (A)	Sens.dif. (mA)
LQ LÁMPARA QUIRÓFANO	18.99	20.00	100.00	0.66	10.00	0.20	-	-

Cuadro de resultados

Descripción	Fase	Pot. Calc. (W)	Pot. Inst. (W)	Pot. Dem. (W)	cos φ	Sección (mm)	ΔU_{ac} (%)
CLIMA RECUPERADOR 1.2	3F (RST)	1375.00	1100.00	1100.00	0.90	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 4(1x4)	0.98
CLIMA RECUPERADOR 2.1	3F (RST)	1375.00	1100.00	1100.00	0.90	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 4(1x4)	0.98
CLIMA RECUPERADOR 2.2	3F (RST)	1375.00	1100.00	1100.00	0.90	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 4(1x4)	0.98
CLIMA RECUPERADOR 3.1	3F (RST)	522.50	418.00	418.00	0.90	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 4(1x4)	0.94
CLIMA RECUPERADOR 3.2	3F (RST)	522.50	418.00	418.00	0.90	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 4(1x4)	0.94
CLIMA QUIROFANO 1	3F+N (RST)	2750.00	2200.00	2200.00	0.90	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 5(1x4)	1.06
CLIMA QUIROFANO 2	3F+N (RST)	9000.00	7200.00	7200.00	0.90	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 5(1x4)	1.41
TOMAS MANTENIMIENTO	3F+N (RST)	550.00	550.00	550.00	0.90	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 5G4	0.91

Descripción	I_B (A)	I_n (A)	I_z (A)	$I_{cc_{m\acute{a}x}}$ (A)	Pdc (kA)	I_m (kA)	I_d (A)	Sens.dif. (mA)
S1 TOMAS INFORMÁTICAS	7.64	16.00	38.22	5.79	10.00	0.16	9.20	30
S2 TOMAS INFORMÁTICAS	7.64	16.00	38.22	5.79	10.00	0.16	9.14	30
F1 TOMAS USOS VARIOS	7.64	16.00	38.22	5.79	10.00	0.16	9.20	30
F2 TOMAS USOS VARIOS	7.64	16.00	38.22	5.79	10.00	0.16	9.12	30
F11 TOMAS USOS VARIOS	7.64	16.00	38.22	5.79	10.00	0.16	9.15	30
F12 TOMAS USOS VARIOS	7.64	16.00	38.22	5.79	10.00	0.16	9.15	30
F3 TOMAS SALAS PODOLOG	7.64	16.00	38.22	5.79	10.00	0.16	9.19	30
F4 TOMAS SALAS PODOLOG	7.64	16.00	38.22	5.79	10.00	0.16	9.20	30
F5 TOMAS SALAS PODOLOG	7.64	16.00	38.22	5.79	10.00	0.16	9.19	30
F6 TOMAS SALA QUIROPOD	7.64	16.00	38.22	5.79	10.00	0.16	9.20	30
F7 TOMAS SALAS PODOLOG	7.64	16.00	38.22	5.79	10.00	0.16	9.20	30
F8 TOMAS SALAS PODOLOG	7.64	16.00	38.22	5.79	10.00	0.16	9.20	30
F9 TOMAS SALA ESTERILIZACION	7.22	16.00	38.22	5.79	10.00	0.16	9.20	30
F10 TOMAS SALA RX	7.22	16.00	38.22	5.79	10.00	0.16	9.20	30
RX TOMA EQUIPO RX	19.25	25.00	49.14	5.79	10.00	0.25	9.22	30
AC AUTOCLAVE	9.62	16.00	43.68	9.04	10.00	0.16	9.21	30
F13 TOMAS COMBINADAS	2.55	16.00	33.67	9.04	10.00	0.16	9.22	30
FS1 SECAMANOS	11.21	20.00	38.22	5.79	10.00	0.20	9.21	30
FS2 SECAMANOS	11.21	20.00	38.22	5.79	10.00	0.20	9.19	30
EXT02 EXTRACCIONES	3.01	10.00	28.21	5.79	10.00	0.10	9.22	30
AT02 UNIDAD EXT. ALMACEN QUIROF	6.01	10.00	28.21	5.79	10.00	0.10	9.16	30
CLIMA VRV EXTERIOR 1	20.25	25.00	43.68	9.04	10.00	0.30	9.21	300
CLIMA VRV EXTERIOR 2	24.86	32.00	43.68	9.04	10.00	0.38	9.21	300
CLIMA VRV EXTERIOR 3	20.25	25.00	43.68	9.04	10.00	0.30	9.21	300
CLIMA VRV INTERIOR 1	2.41	16.00	38.22	5.79	10.00	0.16	9.20	300
CLIMA VRV INTERIOR 2	2.41	16.00	38.22	5.79	10.00	0.16	9.20	300
CLIMA VRV INTERIOR 3	2.41	16.00	38.22	5.79	10.00	0.16	9.20	300
CLIMA RECUPERADOR 1.1	2.21	2.50	33.67	9.04	10.00	0.03	9.20	300

Producido por una versión educativa de CYDE

Cuadro de resultados

Descripción	I_B (A)	I_n (A)	I_z (A)	$I_{cc_{m\acute{a}x}}$ (A)	Pdc (kA)	I_m (kA)	I_d (A)	Sens.dif. (mA)
CLIMA RECUPERADOR 1.2	2.21	2.50	33.67	9.04	10.00	0.03	9.20	300
CLIMA RECUPERADOR 2.1	2.21	2.50	33.67	9.04	10.00	0.03	9.20	300
CLIMA RECUPERADOR 2.2	2.21	2.50	33.67	9.04	10.00	0.03	9.20	300
CLIMA RECUPERADOR 3.1	0.84	1.00	33.67	9.04	10.00	0.01	9.20	300
CLIMA RECUPERADOR 3.2	0.84	1.00	33.67	9.04	10.00	0.01	9.20	300
CLIMA QUIROFANO 1	4.41	16.00	33.67	9.04	10.00	0.16	9.20	300
CLIMA QUIROFANO 2	14.43	16.00	33.67	9.04	10.00	0.16	9.20	300
TOMAS MANTENIMIENTO	0.88	16.00	33.67	9.04	10.00	0.16	9.23	30



A.2 RESULTADOS CYPELUX

ÍNDICE

1. INFORMACIÓN RELATIVA A LAS ZONAS.....	3
1.1. EN12464-1 5.26.1 - Oficinas - Oficinas - Archivo, copias, etc.....	3
1.1.1. Alumbrado normal.....	3
1.2. EN12464-1 Salas técnicas/auxiliares de laboratorio.....	3
1.2.1. Alumbrado normal.....	3
1.3. EN12464-1 5.26.6 - Oficinas - Oficinas - Mostrador de recepción.....	4
1.3.1. Alumbrado normal.....	4
1.4. EN12464-1 5.33.2 - Lugares de pública concurrencia - Bibliotecas - Área de lectura.....	5
1.4.1. Alumbrado normal.....	5
1.5. EN12464-1 5.36.9 - Establecimientos educativos - Edificios educativos - Aulas de prácticas y laboratorios.....	5
1.5.1. Alumbrado normal.....	5
1.6. EN12464-1 5.36.19 - Establecimientos educativos - Edificios educativos - Aulas comunes de estudio y aulas de reunión.....	7
1.6.1. Alumbrado normal.....	7
1.7. EN12464-1 5.36.20 - Establecimientos educativos - Edificios educativos - Salas de profesores.....	9
1.7.1. Alumbrado normal.....	9
1.8. EN12464-1 5.36.21 - Establecimientos educativos - Edificios educativos - Biblioteca: estanterías.....	10
1.8.1. Alumbrado normal.....	10
1.9. EN12464-1 5.37.1 - Establecimientos sanitarios - Salas para uso general - Salas de espera.....	10
1.9.1. Alumbrado normal.....	10
1.10. EN12464-1 5.40.1 - Establecimientos sanitarios - Salas de examen (general) - Alumbrado general.....	11
1.10.1. Alumbrado normal.....	11
1.11. EN12464-1 5.40.2 - Establecimientos sanitarios - Salas de examen (general) - Examen y tratamiento.....	11
1.11.1. Alumbrado normal.....	11
1.12. EN12464-1 5.43.2 - Establecimientos sanitarios - Salas de escáner - Escáners con mejoradores de imágenes y sistemas de TV.....	12
1.12.1. Alumbrado normal.....	12
1.13. EN12464-1 5.45.4 - Establecimientos sanitarios - Salas de tratamiento - Salas de yesos.....	13
1.13.1. Alumbrado normal.....	13
1.14. EN12464-1 5.46.3 - Establecimientos sanitarios - Áreas de operación - Quirófano.....	14
1.14.1. Alumbrado normal.....	14
1.15. EN12464-1 5.50.1 - Establecimientos sanitarios - Salas de descontaminación - Salas de esterilización.....	14
1.15.1. Alumbrado normal.....	14
1.16. CTE DB-HE 3 - Administrativo en general.....	15
1.16.1. Alumbrado normal.....	15
1.17. CTE DB-HE 3 - Salas de diagnóstico.....	15
1.17.1. Alumbrado normal.....	15
1.18. CTE DB-HE 3 - Aulas y laboratorios.....	16
1.18.1. Alumbrado normal.....	16
1.19. CTE DB-HE 3 - Otros recintos interiores.....	18
1.19.1. Alumbrado normal.....	18
1.20. CTE DB-HE 3 - Almacenes, archivos, salas técnicas y cocinas.....	19
1.20.1. Alumbrado normal.....	19
1.21. CTE DB-HE 3 - Bibliotecas, museos y galerías de arte.....	20

1.21.1. Alumbrado normal.....	20
1.22. CTE DB-HE 3 - Zonas comunes en edificios no residenciales.....	20
1.22.1. Alumbrado normal.....	20
1.23. CTE DB-SUA 4 - Alumbrado normal en zonas de circulación interiores.....	20
1.23.1. Alumbrado normal.....	21

INFORMACIÓN RELATIVA A LAS ZONAS

1.1. EN12464-1 5.26.1 - Oficinas - Oficinas - Archivo, copias, etc.

1.1.1. Alumbrado normal

Índice de reproducción cromática mínimo (Ra)



Índice de reproducción cromática (Ra) mínimo de las luminarias instaladas.

Nivel	Zona	Proyecto	Norma	Cumple
Planta baja	Fotocopias PB Biblioteca	80.00	≥ 80.00	✓

Iluminancia mantenida (Em)



Iluminancia mantenida (Em) mínima en la superficie de referencia.

Nivel	Zona	Proyecto	Norma	Cumple
Planta baja	Fotocopias PB Biblioteca	501.68 lux	≥ 300.00 lux	✓

Uniformidad de iluminancia (U0)



Uniformidad de iluminancia (U0) mínima sobre la superficie de referencia, para la iluminancia mantenida.

Nivel	Zona	Proyecto	Norma	Cumple
Planta baja	Fotocopias PB Biblioteca	76.80 %	≥ 40.00 %	✓

Índice de Deslumbramiento Unificado (UGR)



Límite de Índice de Deslumbramiento Unificado (UGR).

Nivel	Zona	Proyecto	Norma	Cumple
Planta baja	Fotocopias PB Biblioteca	0.00	≤ 19.00	✓

1.2. EN12464-1 Salas técnicas/auxiliares de laboratorio

1.2.1. Alumbrado normal

Índice de reproducción cromática mínimo (Ra)



Índice de reproducción cromática (Ra) mínimo de las luminarias instaladas.

Nivel	Zona	Proyecto	Norma	Cumple
Primera planta	Laboratorio E6 PA A3	80.00	≥ 80.00	✓
Primera planta	Sala 1 Laboratorio E6 PA A3	80.00	≥ 80.00	✓
Primera planta	Sala 1 Laboratorio E8 PA A3	80.00	≥ 80.00	✓
Primera planta	Sala 2 Laboratorio E6 PA A3	80.00	≥ 80.00	✓
Primera planta	Sala 2 Laboratorio E8 PA A3	80.00	≥ 80.00	✓
Primera planta	Sala 3 Laboratorio E6 PA A3	80.00	≥ 80.00	✓
Primera planta	Sala laboratorio E2 PA A3	80.00	≥ 80.00	✓
Primera planta	Zona técnica aux laboratorio E1 PA A3	80.00	≥ 80.00	✓

Iluminancia mantenida (Em)



Iluminancia mantenida (Em) mínima en la superficie de referencia.

Producido por una versión preliminar de CYPE

Nivel	Zona	Proyecto	Norma	Cumple
Primera planta	Laboratorio E6 PA A3	420.52 lux	≥ 200.00 lux	✓
Primera planta	Sala 1 Laboratorio E6 PA A3	342.10 lux	≥ 200.00 lux	✓
Primera planta	Sala 1 Laboratorio E8 PA A3	239.53 lux	≥ 200.00 lux	✓
Primera planta	Sala 2 Laboratorio E6 PA A3	248.67 lux	≥ 200.00 lux	✓
Primera planta	Sala 2 Laboratorio E8 PA A3	418.26 lux	≥ 200.00 lux	✓
Primera planta	Sala 3 Laboratorio E6 PA A3	350.82 lux	≥ 200.00 lux	✓
Primera planta	Sala laboratorio E2 PA A3	200.28 lux	≥ 200.00 lux	✓
Primera planta	Zona técnica aux laboratorio E1 PA A3	224.52 lux	≥ 200.00 lux	✓

Uniformidad de iluminancia (U0) ✓

Uniformidad de iluminancia (U0) mínima sobre la superficie de referencia, para la iluminancia mantenida.

Nivel	Zona	Proyecto	Norma	Cumple
Primera planta	Laboratorio E6 PA A3	49.48 %	≥ 40.00 %	✓
Primera planta	Sala 1 Laboratorio E6 PA A3	65.35 %	≥ 40.00 %	✓
Primera planta	Sala 1 Laboratorio E8 PA A3	80.99 %	≥ 40.00 %	✓
Primera planta	Sala 2 Laboratorio E6 PA A3	83.04 %	≥ 40.00 %	✓
Primera planta	Sala 2 Laboratorio E8 PA A3	73.31 %	≥ 40.00 %	✓
Primera planta	Sala 3 Laboratorio E6 PA A3	77.67 %	≥ 40.00 %	✓
Primera planta	Sala laboratorio E2 PA A3	54.48 %	≥ 40.00 %	✓
Primera planta	Zona técnica aux laboratorio E1 PA A3	66.41 %	≥ 40.00 %	✓

Índice de Deslumbramiento Unificado (UGR) ✓

Límite de Índice de Deslumbramiento Unificado (UGR).

Nivel	Zona	Proyecto	Norma	Cumple
Primera planta	Laboratorio E6 PA A3	14.99	≤ 22.00	✓
Primera planta	Sala 1 Laboratorio E6 PA A3	15.06	≤ 22.00	✓
Primera planta	Sala 1 Laboratorio E8 PA A3	0.00	≤ 22.00	✓
Primera planta	Sala 2 Laboratorio E6 PA A3	0.00	≤ 22.00	✓
Primera planta	Sala 2 Laboratorio E8 PA A3	20.87	≤ 22.00	✓
Primera planta	Sala 3 Laboratorio E6 PA A3	14.51	≤ 22.00	✓
Primera planta	Sala laboratorio E2 PA A3	0.00	≤ 22.00	✓
Primera planta	Zona técnica aux laboratorio E1 PA A3	0.00	≤ 22.00	✓

1.3. EN12464-1 5.26.6 - Oficinas - Oficinas - Mostrador de recepción

1.3.1. Alumbrado normal

Índice de reproducción cromática mínimo (Ra) ✓

Índice de reproducción cromática (Ra) mínimo de las luminarias instaladas.

Nivel	Zona	Proyecto	Norma	Cumple
Planta baja	Recepción PB A3	80.00	≥ 80.00	✓

Iluminancia mantenida (Em) ✓

Iluminancia mantenida (Em) mínima en la superficie de referencia.

Nivel	Zona	Proyecto	Norma	Cumple
Planta baja	Recepción PB A3	451.73 lux	≥ 300.00 lux	✓

Uniformidad de iluminancia (U0) ✓

Uniformidad de iluminancia (U0) mínima sobre la superficie de referencia, para la iluminancia mantenida.

Nivel	Zona	Proyecto	Norma	Cumple
Planta baja	Recepción PB A3	62.16 %	≥ 60.00 %	✓

Índice de Deslumbramiento Unificado (UGR) ✓

Límite de Índice de Deslumbramiento Unificado (UGR).

Nivel	Zona	Proyecto	Norma	Cumple
Planta baja	Recepción PB A3	13.87	≤ 22.00	✓

1.4. EN12464-1 5.33.2 - Lugares de pública concurrencia - Bibliotecas - Área de lectura

1.4.1. Alumbrado normal

Índice de reproducción cromática mínimo (Ra) ✓

Índice de reproducción cromática (Ra) mínimo de las luminarias instaladas.

Nivel	Zona	Proyecto	Norma	Cumple
Planta baja	Biblioteca zona de lectura	80.00	≥ 80.00	✓

Iluminancia mantenida (Em) ✓

Iluminancia mantenida (Em) mínima en la superficie de referencia.

Nivel	Zona	Proyecto	Norma	Cumple
Planta baja	Biblioteca zona de lectura	514.84 lux	≥ 500.00 lux	✓

Uniformidad de iluminancia (U0) ✓

Uniformidad de iluminancia (U0) mínima sobre la superficie de referencia, para la iluminancia mantenida.

Nivel	Zona	Proyecto	Norma	Cumple
Planta baja	Biblioteca zona de lectura	63.07 %	≥ 60.00 %	✓

Índice de Deslumbramiento Unificado (UGR) ✓

Límite de Índice de Deslumbramiento Unificado (UGR).

Nivel	Zona	Proyecto	Norma	Cumple
Planta baja	Biblioteca zona de lectura	5.25	≤ 19.00	✓

1.5. EN12464-1 5.36.9 - Establecimientos educativos - Edificios educativos - Aulas de prácticas y laboratorios

1.5.1. Alumbrado normal

Índice de reproducción cromática mínimo (Ra) ✓

Índice de reproducción cromática (Ra) mínimo de las luminarias instaladas.

Proyecto por una versión educativa de CPPE

Nivel	Zona	Proyecto	Norma	Cumple
Planta baja	Laboratorio F1 A5	80.00	≥ 80.00	✓
Planta baja	Laboratorio F2 A5	80.00	≥ 80.00	✓
Planta baja	Laboratorio T1 A PB A3	80.00	≥ 80.00	✓
Planta baja	Laboratorio T2 PB A3	80.00	≥ 80.00	✓
Planta baja	Laboratorio T3 PB A3	80.00	≥ 80.00	✓
Planta baja	Laboratorios T1 B PB A3	80.00	≥ 80.00	✓
Primera planta	Laboratorio E1 PA A3	80.00	≥ 80.00	✓
Primera planta	Laboratorio E2 PA A3	80.00	≥ 80.00	✓
Primera planta	Laboratorio E3 PA A3	80.00	≥ 80.00	✓
Primera planta	Laboratorio E4 PA A3	80.00	≥ 80.00	✓
Primera planta	Laboratorio E5 PA A3	80.00	≥ 80.00	✓
Primera planta	Laboratorio E8 PA A3	80.00	≥ 80.00	✓
Primera planta	Laboratorio E8 PA A3	80.00	≥ 80.00	✓

Illuminancia mantenida (Em)



Illuminancia mantenida (Em) mínima en la superficie de referencia.

Nivel	Zona	Proyecto	Norma	Cumple
Planta baja	Laboratorio F1 A5	598.29 lux	≥ 500.00 lux	✓
Planta baja	Laboratorio F2 A5	603.46 lux	≥ 500.00 lux	✓
Planta baja	Laboratorio T1 A PB A3	756.74 lux	≥ 500.00 lux	✓
Planta baja	Laboratorio T2 PB A3	778.01 lux	≥ 500.00 lux	✓
Planta baja	Laboratorio T3 PB A3	754.68 lux	≥ 500.00 lux	✓
Planta baja	Laboratorios T1 B PB A3	700.24 lux	≥ 500.00 lux	✓
Primera planta	Laboratorio E1 PA A3	595.70 lux	≥ 500.00 lux	✓
Primera planta	Laboratorio E2 PA A3	556.17 lux	≥ 500.00 lux	✓
Primera planta	Laboratorio E3 PA A3	607.10 lux	≥ 500.00 lux	✓
Primera planta	Laboratorio E4 PA A3	597.28 lux	≥ 500.00 lux	✓
Primera planta	Laboratorio E5 PA A3	598.29 lux	≥ 500.00 lux	✓
Primera planta	Laboratorio E8 PA A3	535.13 lux	≥ 500.00 lux	✓
Primera planta	Laboratorio E8 PA A3	597.73 lux	≥ 500.00 lux	✓

Uniformidad de iluminancia (U0)



Uniformidad de iluminancia (U0) mínima sobre la superficie de referencia, para la iluminancia mantenida.

Nivel	Zona	Proyecto	Norma	Cumple
Planta baja	Laboratorio F1 A5	76.52 %	≥ 60.00 %	✓
Planta baja	Laboratorio F2 A5	70.58 %	≥ 60.00 %	✓
Planta baja	Laboratorio T1 A PB A3	77.89 %	≥ 60.00 %	✓
Planta baja	Laboratorio T2 PB A3	65.28 %	≥ 60.00 %	✓
Planta baja	Laboratorio T3 PB A3	65.95 %	≥ 60.00 %	✓
Planta baja	Laboratorios T1 B PB A3	60.61 %	≥ 60.00 %	✓
Primera planta	Laboratorio E1 PA A3	60.66 %	≥ 60.00 %	✓
Primera planta	Laboratorio E2 PA A3	60.50 %	≥ 60.00 %	✓

Nivel	Zona	Proyecto	Norma	Cumple
Primera planta	Laboratorio E3 PA A3	64.90 %	≥ 60.00 %	✓
Primera planta	Laboratorio E4 PA A3	62.81 %	≥ 60.00 %	✓
Primera planta	Laboratorio E5 PA A3	63.84 %	≥ 60.00 %	✓
Primera planta	Laboratorio E8 PA A3	68.76 %	≥ 60.00 %	✓
Primera planta	Laboratorio E8 PA A3	61.45 %	≥ 60.00 %	✓

Índice de Deslumbramiento Unificado (UGR)



Límite de Índice de Deslumbramiento Unificado (UGR).

Nivel	Zona	Proyecto	Norma	Cumple
Planta baja	Laboratorio F1 A5	15.16	≤ 19.00	✓
Planta baja	Laboratorio F2 A5	15.02	≤ 19.00	✓
Planta baja	Laboratorio T1 A PB A3	13.64	≤ 19.00	✓
Planta baja	Laboratorio T2 PB A3	14.72	≤ 19.00	✓
Planta baja	Laboratorio T3 PB A3	14.21	≤ 19.00	✓
Planta baja	Laboratorios T1 B PB A3	13.79	≤ 19.00	✓
Primera planta	Laboratorio E1 PA A3	14.52	≤ 19.00	✓
Primera planta	Laboratorio E2 PA A3	14.67	≤ 19.00	✓
Primera planta	Laboratorio E3 PA A3	14.40	≤ 19.00	✓
Primera planta	Laboratorio E4 PA A3	15.00	≤ 19.00	✓
Primera planta	Laboratorio E5 PA A3	14.30	≤ 19.00	✓
Primera planta	Laboratorio E8 PA A3	14.03	≤ 19.00	✓
Primera planta	Laboratorio E8 PA A3	14.49	≤ 19.00	✓

16. EN12464-1 5.36.19 - Establecimientos educativos - Edificios educativos - Aulas comunes de estudio y aulas de reunión

16.1. Alumbrado normal

Índice de reproducción cromática mínimo (Ra)



Índice de reproducción cromática (Ra) mínimo de las luminarias instaladas.

Nivel	Zona	Proyecto	Norma	Cumple
Planta baja	Espacio Europeo 1 PB A4	80.00	≥ 80.00	✓
Planta baja	Espacio Europeo 2 PB A4	80.00	≥ 80.00	✓
Planta baja	Espacio Europeo 3 PB A4	80.00	≥ 80.00	✓
Planta baja	Espacio Europeo 4 PB A4	80.00	≥ 80.00	✓
Planta baja	Sala de trabajo 2 PB Biblioteca	80.00	≥ 80.00	✓
Planta baja	Sala trabajo 1 PB Biblioteca	80.00	≥ 80.00	✓
Planta baja	Sala trabajo 3 PB Biblioteca	80.00	≥ 80.00	✓
Primera planta	Espacio Europeo 1 PA A4	80.00	≥ 80.00	✓
Primera planta	Espacio Europeo 2 PA A4	80.00	≥ 80.00	✓
Primera planta	Espacio Europeo 3 PA A4	80.00	≥ 80.00	✓
Primera planta	Espacio Europeo 4 PA A4	80.00	≥ 80.00	✓

Iluminancia mantenida (Em)



Producción por una versión educativa de CYPE

Illuminancia mantenida (Em) mínima en la superficie de referencia.

Nivel	Zona	Proyecto	Norma	Cumple
Planta baja	Espacio Europeo 1 PB A4	684.02 lux	≥ 200.00 lux	✓
Planta baja	Espacio Europeo 2 PB A4	689.43 lux	≥ 200.00 lux	✓
Planta baja	Espacio Europeo 3 PB A4	601.56 lux	≥ 200.00 lux	✓
Planta baja	Espacio Europeo 4 PB A4	601.44 lux	≥ 200.00 lux	✓
Planta baja	Sala de trabajo 2 PB Biblioteca	448.84 lux	≥ 200.00 lux	✓
Planta baja	Sala trabajo 1 PB Biblioteca	448.81 lux	≥ 200.00 lux	✓
Planta baja	Sala trabajo 3 PB Biblioteca	451.05 lux	≥ 200.00 lux	✓
Primera planta	Espacio Europeo 1 PA A4	624.03 lux	≥ 200.00 lux	✓
Primera planta	Espacio Europeo 2 PA A4	626.94 lux	≥ 200.00 lux	✓
Primera planta	Espacio Europeo 3 PA A4	627.56 lux	≥ 200.00 lux	✓
Primera planta	Espacio Europeo 4 PA A4	627.55 lux	≥ 200.00 lux	✓

Uniformidad de iluminancia (U0)



Uniformidad de iluminancia (U0) mínima sobre la superficie de referencia, para la iluminancia mantenida.

Nivel	Zona	Proyecto	Norma	Cumple
Planta baja	Espacio Europeo 1 PB A4	60.92 %	≥ 40.00 %	✓
Planta baja	Espacio Europeo 2 PB A4	61.71 %	≥ 40.00 %	✓
Planta baja	Espacio Europeo 3 PB A4	67.72 %	≥ 40.00 %	✓
Planta baja	Espacio Europeo 4 PB A4	68.14 %	≥ 40.00 %	✓
Planta baja	Sala de trabajo 2 PB Biblioteca	62.07 %	≥ 40.00 %	✓
Planta baja	Sala trabajo 1 PB Biblioteca	62.34 %	≥ 40.00 %	✓
Planta baja	Sala trabajo 3 PB Biblioteca	66.61 %	≥ 40.00 %	✓
Primera planta	Espacio Europeo 1 PA A4	52.71 %	≥ 40.00 %	✓
Primera planta	Espacio Europeo 2 PA A4	54.00 %	≥ 40.00 %	✓
Primera planta	Espacio Europeo 3 PA A4	55.22 %	≥ 40.00 %	✓
Primera planta	Espacio Europeo 4 PA A4	53.38 %	≥ 40.00 %	✓

Índice de Deslumbramiento Unificado (UGR)



Límite de Índice de Deslumbramiento Unificado (UGR).

Nivel	Zona	Proyecto	Norma	Cumple
Planta baja	Espacio Europeo 1 PB A4	15.88	≤ 19.00	✓
Planta baja	Espacio Europeo 2 PB A4	15.83	≤ 19.00	✓
Planta baja	Espacio Europeo 3 PB A4	15.16	≤ 19.00	✓
Planta baja	Espacio Europeo 4 PB A4	15.16	≤ 19.00	✓
Planta baja	Sala de trabajo 2 PB Biblioteca	14.26	≤ 19.00	✓
Planta baja	Sala trabajo 1 PB Biblioteca	14.26	≤ 19.00	✓
Planta baja	Sala trabajo 3 PB Biblioteca	14.29	≤ 19.00	✓
Primera planta	Espacio Europeo 1 PA A4	16.49	≤ 19.00	✓
Primera planta	Espacio Europeo 2 PA A4	16.25	≤ 19.00	✓
Primera planta	Espacio Europeo 3 PA A4	16.23	≤ 19.00	✓

Producido por una versión educativa de CYPE

Nivel	Zona	Proyecto	Norma	Cumple
Primera planta	Espacio Europeo 4 PA A4	16.49	≤ 19.00	✓

1.7. EN12464-1 5.36.20 - Establecimientos educativos - Edificios educativos - Salas de profesores

1.7.1. Alumbrado normal

Índice de reproducción cromática mínimo (Ra) ✓

Índice de reproducción cromática (Ra) mínimo de las luminarias instaladas.

Nivel	Zona	Proyecto	Norma	Cumple
Planta baja	Despacho 1 PB A3	80.00	≥ 80.00	✓
Planta baja	Despacho 2 PB A3	80.00	≥ 80.00	✓
Planta baja	Despacho PB A3	80.00	≥ 80.00	✓
Planta baja	Despacho PB Biblioteca	80.00	≥ 80.00	✓
Planta baja	Preparación PB Biblioteca	80.00	≥ 80.00	✓
Falso techo 1ª planta	Despacho 2 PA Biblioteca	80.00	≥ 80.00	✓
Falso techo 1ª planta	Despacho 3 PA Biblioteca	80.00	≥ 80.00	✓
Primera planta	Despacho 1 PA A3	80.00	≥ 80.00	✓
Primera planta	Despacho 2 PA A3	80.00	≥ 80.00	✓

Iluminancia mantenida (Em) ✓

Iluminancia mantenida (Em) mínima en la superficie de referencia.

Nivel	Zona	Proyecto	Norma	Cumple
Planta baja	Despacho 1 PB A3	472.15 lux	≥ 300.00 lux	✓
Planta baja	Despacho 2 PB A3	483.24 lux	≥ 300.00 lux	✓
Planta baja	Despacho PB A3	468.30 lux	≥ 300.00 lux	✓
Planta baja	Despacho PB Biblioteca	540.01 lux	≥ 300.00 lux	✓
Planta baja	Preparación PB Biblioteca	605.68 lux	≥ 300.00 lux	✓
Falso techo 1ª planta	Despacho 2 PA Biblioteca	683.99 lux	≥ 300.00 lux	✓
Falso techo 1ª planta	Despacho 3 PA Biblioteca	540.87 lux	≥ 300.00 lux	✓
Primera planta	Despacho 1 PA A3	501.64 lux	≥ 300.00 lux	✓
Primera planta	Despacho 2 PA A3	307.97 lux	≥ 300.00 lux	✓

Uniformidad de iluminancia (U0) ✓

Uniformidad de iluminancia (U0) mínima sobre la superficie de referencia, para la iluminancia mantenida.

Nivel	Zona	Proyecto	Norma	Cumple
Planta baja	Despacho 1 PB A3	78.36 %	≥ 60.00 %	✓
Planta baja	Despacho 2 PB A3	84.19 %	≥ 60.00 %	✓
Planta baja	Despacho PB A3	76.74 %	≥ 60.00 %	✓
Planta baja	Despacho PB Biblioteca	63.92 %	≥ 60.00 %	✓
Planta baja	Preparación PB Biblioteca	68.24 %	≥ 60.00 %	✓
Falso techo 1ª planta	Despacho 2 PA Biblioteca	72.43 %	≥ 60.00 %	✓
Falso techo 1ª planta	Despacho 3 PA Biblioteca	61.59 %	≥ 60.00 %	✓

Nivel	Zona	Proyecto	Norma	Cumple
Primera planta	Despacho 1 PA A3	69.29 %	≥ 60.00 %	✓
Primera planta	Despacho 2 PA A3	63.43 %	≥ 60.00 %	✓

Índice de Deslumbramiento Unificado (UGR)



Límite de Índice de Deslumbramiento Unificado (UGR).

Nivel	Zona	Proyecto	Norma	Cumple
Planta baja	Despacho 1 PB A3	13.61	≤ 19.00	✓
Planta baja	Despacho 2 PB A3	14.20	≤ 19.00	✓
Planta baja	Despacho PB A3	0.00	≤ 19.00	✓
Planta baja	Despacho PB Biblioteca	14.40	≤ 19.00	✓
Planta baja	Preparación PB Biblioteca	14.47	≤ 19.00	✓
Falso techo 1ª planta	Despacho 2 PA Biblioteca	15.29	≤ 19.00	✓
Falso techo 1ª planta	Despacho 3 PA Biblioteca	15.41	≤ 19.00	✓
Primera planta	Despacho 1 PA A3	13.15	≤ 19.00	✓
Primera planta	Despacho 2 PA A3	14.45	≤ 19.00	✓

1.8. EN12464-1 5.36.21 - Establecimientos educativos - Edificios educativos - Biblioteca: estanterías

1.8.1. Alumbrado normal

Índice de reproducción cromática mínimo (Ra)



Índice de reproducción cromática (Ra) mínimo de las luminarias instaladas.

Nivel	Zona	Proyecto	Norma	Cumple
Planta baja	Biblioteca zona de estanterías	80.00	≥ 80.00	✓

Iluminancia mantenida (Em)



Iluminancia mantenida (Em) mínima en la superficie de referencia.

Nivel	Zona	Proyecto	Norma	Cumple
Planta baja	Biblioteca zona de estanterías	585.03 lux	≥ 200.00 lux	✓

Uniformidad de iluminancia (U0)



Uniformidad de iluminancia (U0) mínima sobre la superficie de referencia, para la iluminancia mantenida.

Nivel	Zona	Proyecto	Norma	Cumple
Planta baja	Biblioteca zona de estanterías	62.64 %	≥ 40.00 %	✓

1.9. EN12464-1 5.37.1 - Establecimientos sanitarios - Salas para uso general - Salas de espera

1.9.1. Alumbrado normal

Índice de reproducción cromática mínimo (Ra)



Índice de reproducción cromática (Ra) mínimo de las luminarias instaladas.

Nivel	Zona	Proyecto	Norma	Cumple
Planta baja	Sala espera PB A3	80.00	≥ 80.00	✓

Iluminancia mantenida (Em) ✓

Iluminancia mantenida (Em) mínima en la superficie de referencia.

Nivel	Zona	Proyecto	Norma	Cumple
Planta baja	Sala espera PB A3	405.38 lux	≥ 200.00 lux	✓

Uniformidad de iluminancia (U0) ✓

Uniformidad de iluminancia (U0) mínima sobre la superficie de referencia, para la iluminancia mantenida.

Nivel	Zona	Proyecto	Norma	Cumple
Planta baja	Sala espera PB A3	83.87 %	≥ 40.00 %	✓

Índice de Deslumbramiento Unificado (UGR) ✓

Límite de Índice de Deslumbramiento Unificado (UGR).

Nivel	Zona	Proyecto	Norma	Cumple
Planta baja	Sala espera PB A3	14.24	≤ 22.00	✓

1.10. EN12464-1 5.40.1 - Establecimientos sanitarios - Salas de examen (general) - Alumbrado general

1.10.1. Alumbrado normal

Índice de reproducción cromática mínimo (Ra) ✓

Índice de reproducción cromática (Ra) mínimo de las luminarias instaladas.

Nivel	Zona	Proyecto	Norma	Cumple
Planta baja	Sala Podobit PB A3	90.00	≥ 90.00	✓

Iluminancia mantenida (Em) ✓

Iluminancia mantenida (Em) mínima en la superficie de referencia.

Nivel	Zona	Proyecto	Norma	Cumple
Planta baja	Sala Podobit PB A3	543.57 lux	≥ 500.00 lux	✓

Uniformidad de iluminancia (U0) ✓

Uniformidad de iluminancia (U0) mínima sobre la superficie de referencia, para la iluminancia mantenida.

Nivel	Zona	Proyecto	Norma	Cumple
Planta baja	Sala Podobit PB A3	90.04 %	≥ 60.00 %	✓

Índice de Deslumbramiento Unificado (UGR) ✓

Límite de Índice de Deslumbramiento Unificado (UGR).

Nivel	Zona	Proyecto	Norma	Cumple
Planta baja	Sala Podobit PB A3	13.30	≤ 19.00	✓

1.11. EN12464-1 5.40.2 - Establecimientos sanitarios - Salas de examen (general) - Examen y tratamiento

1.11.1. Alumbrado normal

Índice de reproducción cromática mínimo (Ra) ✓

Índice de reproducción cromática (Ra) mínimo de las luminarias instaladas.

Producido por una versión educativa de GPE

Nivel	Zona	Proyecto	Norma	Cumple
Planta baja	Sala exploración PB A3	90.00	≥ 90.00	✓
Planta baja	Sala quiropodológica 1 PB A3	90.00	≥ 90.00	✓
Planta baja	Sala quiropodológica 2 PB A3	90.00	≥ 90.00	✓
Planta baja	Sala quiropodológica 3	90.00	≥ 90.00	✓
Planta baja	Sala quiropodológica 4 PB A3	90.00	≥ 90.00	✓

Illuminancia mantenida (Em) ✓

Illuminancia mantenida (Em) mínima en la superficie de referencia.

Nivel	Zona	Proyecto	Norma	Cumple
Planta baja	Sala exploración PB A3	1001.72 lux	≥ 1000.00 lux	✓
Planta baja	Sala quiropodológica 1 PB A3	1013.98 lux	≥ 1000.00 lux	✓
Planta baja	Sala quiropodológica 2 PB A3	1034.90 lux	≥ 1000.00 lux	✓
Planta baja	Sala quiropodológica 3	1030.18 lux	≥ 1000.00 lux	✓
Planta baja	Sala quiropodológica 4 PB A3	1025.62 lux	≥ 1000.00 lux	✓

Uniformidad de iluminancia (U0) ✓

Uniformidad de iluminancia (U0) mínima sobre la superficie de referencia, para la iluminancia mantenida.

Nivel	Zona	Proyecto	Norma	Cumple
Planta baja	Sala exploración PB A3	76.26 %	≥ 70.00 %	✓
Planta baja	Sala quiropodológica 1 PB A3	73.38 %	≥ 70.00 %	✓
Planta baja	Sala quiropodológica 2 PB A3	70.60 %	≥ 70.00 %	✓
Planta baja	Sala quiropodológica 3	75.61 %	≥ 70.00 %	✓
Planta baja	Sala quiropodológica 4 PB A3	71.76 %	≥ 70.00 %	✓

Índice de Deslumbramiento Unificado (UGR) ✓

Límite de Índice de Deslumbramiento Unificado (UGR).

Nivel	Zona	Proyecto	Norma	Cumple
Planta baja	Sala exploración PB A3	14.26	≤ 19.00	✓
Planta baja	Sala quiropodológica 1 PB A3	13.61	≤ 19.00	✓
Planta baja	Sala quiropodológica 2 PB A3	13.72	≤ 19.00	✓
Planta baja	Sala quiropodológica 3	13.74	≤ 19.00	✓
Planta baja	Sala quiropodológica 4 PB A3	13.69	≤ 19.00	✓

1.12. EN12464-1 5.43.2 - Establecimientos sanitarios - Salas de escáner - Escáners con mejoradores de imágenes y sistemas de TV

1.12.1. Alumbrado normal

Índice de reproducción cromática mínimo (Ra) ✓

Índice de reproducción cromática (Ra) mínimo de las luminarias instaladas.

Nivel	Zona	Proyecto	Norma	Cumple
Planta baja	Rayos X PB A3	80.00	≥ 80.00	✓

Illuminancia mantenida (Em) ✓

Illuminancia mantenida (Em) mínima en la superficie de referencia.

Nivel	Zona	Proyecto	Norma	Cumple
Planta baja	Rayos X PB A3	303.43 lux	≥ 50.00 lux	✓

Uniformidad de iluminancia (U0)

Uniformidad de iluminancia (U0) mínima sobre la superficie de referencia, para la iluminancia mantenida. ✓

Nivel	Zona	Proyecto	Norma	Cumple
Planta baja	Rayos X PB A3	90.77 %	≥ 0.00 %	✓

Índice de Deslumbramiento Unificado (UGR)

Límite de Índice de Deslumbramiento Unificado (UGR). ✓

Nivel	Zona	Proyecto	Norma	Cumple
Planta baja	Rayos X PB A3	0.00	≤ 19.00	✓

1.13. EN12464-1 5.45.4 - Establecimientos sanitarios - Salas de tratamiento - Salas de yesos

13.1. Alumbrado normal

Índice de reproducción cromática mínimo (Ra) ✓

Índice de reproducción cromática (Ra) mínimo de las luminarias instaladas.

Nivel	Zona	Proyecto	Norma	Cumple
Planta baja	Pulidoras PB A3	80.00	≥ 80.00	✓
Planta baja	Sala moldes PB A3	80.00	≥ 80.00	✓
Planta baja	Taller PB A3	90.00	≥ 80.00	✓

Illuminancia mantenida (Em) ✓

Illuminancia mantenida (Em) mínima en la superficie de referencia.

Nivel	Zona	Proyecto	Norma	Cumple
Planta baja	Pulidoras PB A3	650.06 lux	≥ 500.00 lux	✓
Planta baja	Sala moldes PB A3	548.23 lux	≥ 500.00 lux	✓
Planta baja	Taller PB A3	677.22 lux	≥ 500.00 lux	✓

Uniformidad de iluminancia (U0) ✓

Uniformidad de iluminancia (U0) mínima sobre la superficie de referencia, para la iluminancia mantenida.

Nivel	Zona	Proyecto	Norma	Cumple
Planta baja	Pulidoras PB A3	91.95 %	≥ 60.00 %	✓
Planta baja	Sala moldes PB A3	69.90 %	≥ 60.00 %	✓
Planta baja	Taller PB A3	76.07 %	≥ 60.00 %	✓

Índice de Deslumbramiento Unificado (UGR) ✓

Límite de Índice de Deslumbramiento Unificado (UGR).

Nivel	Zona	Proyecto	Norma	Cumple
Planta baja	Pulidoras PB A3	0.00	≤ 19.00	✓
Planta baja	Sala moldes PB A3	10.45	≤ 19.00	✓

Producida por una versión educativa de CYPE

Nivel	Zona	Proyecto	Norma	Cumple
Planta baja	Taller PB A3	13.81	≤ 19.00	✓

1.14. EN12464-1 5.46.3 - Establecimientos sanitarios - Áreas de operación - Quirófano

1.14.1. Alumbrado normal

Índice de reproducción cromática mínimo (Ra) ✓

Índice de reproducción cromática (Ra) mínimo de las luminarias instaladas.

Nivel	Zona	Proyecto	Norma	Cumple
Planta baja	Quirófano PB A3	90.00	≥ 90.00	✓

Iluminancia mantenida (Em) ✓

Iluminancia mantenida (Em) mínima en la superficie de referencia.

Nivel	Zona	Proyecto	Norma	Cumple
Planta baja	Quirófano PB A3	1148.91 lux	≥ 1000.00 lux	✓

Uniformidad de iluminancia (U0) ✓

Uniformidad de iluminancia (U0) mínima sobre la superficie de referencia, para la iluminancia mantenida.

Nivel	Zona	Proyecto	Norma	Cumple
Planta baja	Quirófano PB A3	64.08 %	≥ 60.00 %	✓

Índice de Deslumbramiento Unificado (UGR) ✓

Límite de Índice de Deslumbramiento Unificado (UGR).

Nivel	Zona	Proyecto	Norma	Cumple
Planta baja	Quirófano PB A3	16.18	≤ 19.00	✓

1.15. EN12464-1 5.50.1 - Establecimientos sanitarios - Salas de Descontaminación - Salas de esterilización

1.15.1. Alumbrado normal

Índice de reproducción cromática mínimo (Ra) ✓

Índice de reproducción cromática (Ra) mínimo de las luminarias instaladas.

Nivel	Zona	Proyecto	Norma	Cumple
Planta baja	Sala esterilización PB A3	80.00	≥ 80.00	✓
Planta baja	Zona auxiliar quirófano	80.00	≥ 80.00	✓

Iluminancia mantenida (Em) ✓

Iluminancia mantenida (Em) mínima en la superficie de referencia.

Nivel	Zona	Proyecto	Norma	Cumple
Planta baja	Sala esterilización PB A3	456.16 lux	≥ 300.00 lux	✓
Planta baja	Zona auxiliar quirófano	359.10 lux	≥ 300.00 lux	✓

Uniformidad de iluminancia (U0) ✓

Uniformidad de iluminancia (U0) mínima sobre la superficie de referencia, para la iluminancia mantenida.

Procedido por una visión educativa de COPE

Nivel	Zona	Proyecto	Norma	Cumple
Planta baja	Sala esterilización PB A3	80.61 %	≥ 60.00 %	✓
Planta baja	Zona auxiliar quirófano	83.96 %	≥ 60.00 %	✓

Índice de Deslumbramiento Unificado (UGR) ✓

Límite de Índice de Deslumbramiento Unificado (UGR).

Nivel	Zona	Proyecto	Norma	Cumple
Planta baja	Sala esterilización PB A3	12.66	≤ 22.00	✓
Planta baja	Zona auxiliar quirófano	0.00	≤ 22.00	✓

1.16. CTE DB-HE 3 - Administrativo en general

1.16.1. Alumbrado normal

Potencia máxima por superficie iluminada ✓

La potencia total de lámparas y equipos auxiliares por superficie iluminada no superará el valor máximo establecido en la Tabla 3.2 del CTE DB-HE 3.

El valor límite de potencia máxima por superficie iluminada para un uso de tipo 'Otros usos (Em ≤ 600 lux)' es: 10 W/m².

Nivel	Zona	Proyecto	Norma	Cumple
Planta baja	Recepción PB A3	5.75 W/m ²	≤ 10.00 W/m ²	✓

Valor de eficiencia energética de la instalación (VEEI) ✓

Los valores de eficiencia energética límite en recintos interiores de un edificio se establecen en la tabla 3.1 del CTE DB HE 3. Estos valores incluyen la iluminación general y la iluminación de acento, pero no las instalaciones de iluminación de escaparates y zonas expositivas.

El valor límite de eficiencia energética de la instalación para zonas de actividad diferenciada de tipo 'CTE DB-HE 3 - Administrativo en general' es: 3 W/m².

Nivel	Zona	Proyecto	Norma	Cumple
Planta baja	Recepción PB A3	1.27 W/m ²	≤ 3.00 W/m ²	✓

1.17. CTE DB-HE 3 - Salas de diagnóstico

1.17.1. Alumbrado normal

Potencia máxima por superficie iluminada ✓

La potencia total de lámparas y equipos auxiliares por superficie iluminada no superará el valor máximo establecido en la Tabla 3.2 del CTE DB-HE 3.

El valor límite de potencia máxima por superficie iluminada para un uso de tipo 'Otros usos (Em ≤ 600 lux)' es: 10 W/m².

Nivel	Zona	Proyecto	Norma	Cumple
Planta baja	Rayos X PB A3	4.69 W/m ²	≤ 10.00 W/m ²	✓
Planta baja	Sala exploración PB A3	9.56 W/m ²	≤ 10.00 W/m ²	✓
Planta baja	Sala Podobit PB A3	7.42 W/m ²	≤ 10.00 W/m ²	✓
Planta baja	Sala quiropodológica 1 PB A3	9.33 W/m ²	≤ 10.00 W/m ²	✓
Planta baja	Sala quiropodológica 2 PB A3	9.41 W/m ²	≤ 10.00 W/m ²	✓
Planta baja	Sala quiropodológica 3	9.33 W/m ²	≤ 10.00 W/m ²	✓

Nivel	Zona	Proyecto	Norma	Cumple
Planta baja	Sala quiropodológica 4 PB A3	9.33 W/m ²	≤ 10.00 W/m ²	✓

Valor de eficiencia energética de la instalación (VEEI) ✓

Los valores de eficiencia energética límite en recintos interiores de un edificio se establecen en la tabla 3.1 del CTE DB HE 3. Estos valores incluyen la iluminación general y la iluminación de acento, pero no las instalaciones de iluminación de escaparates y zonas expositivas.

El valor límite de eficiencia energética de la instalación para zonas de actividad diferenciada de tipo 'CTE DB-HE 3 - Salas de diagnóstico' es: 4 W/m².

Incluye la instalación de iluminación general de salas como salas de examen general, salas de emergencia, salas de escanear y radiología, salas de examen ocular y auditivo y salas de tratamiento. Sin embargo quedan excluidos locales como las salas de operación, quirófanos, unidades de cuidados intensivos, dentista, salas de descontaminación, salas de autopsias y mortuorios y otras salas que por su actividad puedan considerarse como salas especiales.

Nivel	Zona	Proyecto	Norma	Cumple
Planta baja	Rayos X PB A3	1.55 W/m ²	≤ 3.50 W/m ²	✓
Planta baja	Sala exploración PB A3	0.95 W/m ²	≤ 3.50 W/m ²	✓
Planta baja	Sala Podobit PB A3	1.37 W/m ²	≤ 3.50 W/m ²	✓
Planta baja	Sala quiropodológica 1 PB A3	0.92 W/m ²	≤ 3.50 W/m ²	✓
Planta baja	Sala quiropodológica 2 PB A3	0.91 W/m ²	≤ 3.50 W/m ²	✓
Planta baja	Sala quiropodológica 3	0.91 W/m ²	≤ 3.50 W/m ²	✓
Planta baja	Sala quiropodológica 4 PB A3	0.91 W/m ²	≤ 3.50 W/m ²	✓

18. CTE DB-HE 3 - Aulas y laboratorios

18.1. Alumbrado normal

Potencia máxima por superficie iluminada ✓

La potencia total de lámparas y equipos auxiliares por superficie iluminada no superará el valor máximo establecido en la Tabla 3.2 del CTE DB-HE 3.

El valor límite de potencia máxima por superficie iluminada para un uso de tipo 'Otros usos (Em ≤ 600 lux)' es: 10 W/m².

Nivel	Zona	Proyecto	Norma	Cumple
Planta baja	Despacho 1 PB A3	6.31 W/m ²	≤ 12.00 W/m ²	✓
Planta baja	Despacho 2 PB A3	6.89 W/m ²	≤ 12.00 W/m ²	✓
Planta baja	Despacho PB A3	6.66 W/m ²	≤ 12.00 W/m ²	✓
Planta baja	Despacho PB Biblioteca	4.61 W/m ²	≤ 12.00 W/m ²	✓
Planta baja	Espacio Europeo 1 PB A4	5.89 W/m ²	≤ 12.00 W/m ²	✓
Planta baja	Espacio Europeo 2 PB A4	5.90 W/m ²	≤ 12.00 W/m ²	✓
Planta baja	Espacio Europeo 3 PB A4	6.00 W/m ²	≤ 12.00 W/m ²	✓
Planta baja	Espacio Europeo 4 PB A4	6.00 W/m ²	≤ 12.00 W/m ²	✓
Planta baja	Laboratorio F1 A5	4.42 W/m ²	≤ 12.00 W/m ²	✓
Planta baja	Laboratorio F2 A5	4.45 W/m ²	≤ 12.00 W/m ²	✓
Planta baja	Laboratorio T1 A PB A3	6.97 W/m ²	≤ 12.00 W/m ²	✓
Planta baja	Laboratorio T2 PB A3	6.56 W/m ²	≤ 12.00 W/m ²	✓
Planta baja	Laboratorio T3 PB A3	6.57 W/m ²	≤ 12.00 W/m ²	✓

Nivel	Zona	Proyecto	Norma	Cumple
Planta baja	Laboratorios T1 B PB A3	6.17 W/m ²	≤ 12.00 W/m ²	✓
Planta baja	Preparación PB Biblioteca	5.38 W/m ²	≤ 12.00 W/m ²	✓
Planta baja	Sala de trabajo 2 PB Biblioteca	3.44 W/m ²	≤ 12.00 W/m ²	✓
Planta baja	Sala trabajo 1 PB Biblioteca	3.44 W/m ²	≤ 12.00 W/m ²	✓
Planta baja	Sala trabajo 3 PB Biblioteca	3.44 W/m ²	≤ 12.00 W/m ²	✓
Falso techo 1ª planta	Despacho 2 PA Biblioteca	6.16 W/m ²	≤ 12.00 W/m ²	✓
Falso techo 1ª planta	Despacho 3 PA Biblioteca	4.39 W/m ²	≤ 12.00 W/m ²	✓
Primera planta	Despacho 1 PA A3	9.32 W/m ²	≤ 12.00 W/m ²	✓
Primera planta	Despacho 2 PA A3	4.57 W/m ²	≤ 12.00 W/m ²	✓
Primera planta	Espacio Europeo 1 PA A4	5.91 W/m ²	≤ 12.00 W/m ²	✓
Primera planta	Espacio Europeo 2 PA A4	5.93 W/m ²	≤ 12.00 W/m ²	✓
Primera planta	Espacio Europeo 3 PA A4	5.90 W/m ²	≤ 12.00 W/m ²	✓
Primera planta	Espacio Europeo 4 PA A4	5.95 W/m ²	≤ 12.00 W/m ²	✓
Primera planta	Laboratorio E1 PA A3	6.78 W/m ²	≤ 12.00 W/m ²	✓
Primera planta	Laboratorio E2 PA A3	6.35 W/m ²	≤ 12.00 W/m ²	✓
Primera planta	Laboratorio E3 PA A3	6.38 W/m ²	≤ 12.00 W/m ²	✓
Primera planta	Laboratorio E4 PA A3	6.34 W/m ²	≤ 12.00 W/m ²	✓
Primera planta	Laboratorio E5 PA A3	6.62 W/m ²	≤ 12.00 W/m ²	✓
Primera planta	Laboratorio E6 PA A3	6.11 W/m ²	≤ 12.00 W/m ²	✓
Primera planta	Laboratorio E8 PA A3	6.57 W/m ²	≤ 12.00 W/m ²	✓
Primera planta	Laboratorio E8 PA A3	6.36 W/m ²	≤ 12.00 W/m ²	✓
Primera planta	Sala 1 Laboratorio E6 PA A3	5.97 W/m ²	≤ 12.00 W/m ²	✓
Primera planta	Sala 1 Laboratorio E8 PA A3	5.08 W/m ²	≤ 12.00 W/m ²	✓
Primera planta	Sala 2 Laboratorio E6 PA A3	7.91 W/m ²	≤ 12.00 W/m ²	✓
Primera planta	Sala 2 Laboratorio E8 PA A3	10.47 W/m ²	≤ 12.00 W/m ²	✓
Primera planta	Sala 3 Laboratorio E6 PA A3	7.13 W/m ²	≤ 12.00 W/m ²	✓
Primera planta	Sala laboratorio E2 PA A3	3.38 W/m ²	≤ 12.00 W/m ²	✓
Primera planta	Zona técnica aux laboratorio E1 PA A3	3.83 W/m ²	≤ 12.00 W/m ²	✓

Producido por una versión educativa de CYPE

Valor de eficiencia energética de la instalación (VEEI) ✓

Los valores de eficiencia energética límite en recintos interiores de un edificio se establecen en la tabla 3.1 del CTE DB HE 3. Estos valores incluyen la iluminación general y la iluminación de acento, pero no las instalaciones de iluminación de escaparates y zonas expositivas.

El valor límite de eficiencia energética de la instalación para zonas de actividad diferenciada de tipo 'CTE DB-HE 3 - Aulas y laboratorios' es: 4 W/m².

Incluye la instalación de iluminación del aula y las pizarras de las aulas de enseñanza, aulas de práctica de ordenador, música, laboratorios de lenguaje, aulas de dibujo técnico, aulas de prácticas y laboratorios, manualidades, talleres de enseñanza y aulas de arte, aulas de preparación y talleres, aulas comunes de estudio y aulas de reunión, aulas de clases nocturnas y educación de adultos, salas de lectura, guarderías, salas de juegos de guarderías y sala de manualidades.

Nivel	Zona	Proyecto	Norma	Cumple
Planta baja	Despacho 1 PB A3	1.34 W/m ²	≤ 3.50 W/m ²	✓
Planta baja	Despacho 2 PB A3	1.43 W/m ²	≤ 3.50 W/m ²	✓

Nivel	Zona	Proyecto	Norma	Cumple
Planta baja	Despacho PB A3	1.42 W/m ²	≤ 3.50 W/m ²	✓
Planta baja	Despacho PB Biblioteca	0.85 W/m ²	≤ 3.50 W/m ²	✓
Planta baja	Espacio Europeo 1 PB A4	0.86 W/m ²	≤ 3.50 W/m ²	✓
Planta baja	Espacio Europeo 2 PB A4	0.86 W/m ²	≤ 3.50 W/m ²	✓
Planta baja	Espacio Europeo 3 PB A4	1.00 W/m ²	≤ 3.50 W/m ²	✓
Planta baja	Espacio Europeo 4 PB A4	1.00 W/m ²	≤ 3.50 W/m ²	✓
Planta baja	Laboratorio F1 A5	0.74 W/m ²	≤ 3.50 W/m ²	✓
Planta baja	Laboratorio F2 A5	0.74 W/m ²	≤ 3.50 W/m ²	✓
Planta baja	Laboratorio T1 A PB A3	0.92 W/m ²	≤ 3.50 W/m ²	✓
Planta baja	Laboratorio T2 PB A3	0.84 W/m ²	≤ 3.50 W/m ²	✓
Planta baja	Laboratorio T3 PB A3	0.87 W/m ²	≤ 3.50 W/m ²	✓
Planta baja	Laboratorios T1 B PB A3	0.88 W/m ²	≤ 3.50 W/m ²	✓
Planta baja	Preparación PB Biblioteca	0.89 W/m ²	≤ 3.50 W/m ²	✓
Planta baja	Sala de trabajo 2 PB Biblioteca	0.77 W/m ²	≤ 3.50 W/m ²	✓
Planta baja	Sala trabajo 1 PB Biblioteca	0.77 W/m ²	≤ 3.50 W/m ²	✓
Planta baja	Sala trabajo 3 PB Biblioteca	0.76 W/m ²	≤ 3.50 W/m ²	✓
falso techo 1ª planta	Despacho 2 PA Biblioteca	0.90 W/m ²	≤ 3.50 W/m ²	✓
falso techo 1ª planta	Despacho 3 PA Biblioteca	0.81 W/m ²	≤ 3.50 W/m ²	✓
Primera planta	Despacho 1 PA A3	1.86 W/m ²	≤ 3.50 W/m ²	✓
Primera planta	Despacho 2 PA A3	1.48 W/m ²	≤ 3.50 W/m ²	✓
Primera planta	Espacio Europeo 1 PA A4	0.95 W/m ²	≤ 3.50 W/m ²	✓
Primera planta	Espacio Europeo 2 PA A4	0.95 W/m ²	≤ 3.50 W/m ²	✓
Primera planta	Espacio Europeo 3 PA A4	0.94 W/m ²	≤ 3.50 W/m ²	✓
Primera planta	Espacio Europeo 4 PA A4	0.95 W/m ²	≤ 3.50 W/m ²	✓
Primera planta	Laboratorio E1 PA A3	1.14 W/m ²	≤ 3.50 W/m ²	✓
Primera planta	Laboratorio E2 PA A3	1.14 W/m ²	≤ 3.50 W/m ²	✓
Primera planta	Laboratorio E3 PA A3	1.05 W/m ²	≤ 3.50 W/m ²	✓
Primera planta	Laboratorio E4 PA A3	1.06 W/m ²	≤ 3.50 W/m ²	✓
Primera planta	Laboratorio E5 PA A3	1.11 W/m ²	≤ 3.50 W/m ²	✓
Primera planta	Laboratorio E6 PA A3	1.45 W/m ²	≤ 3.50 W/m ²	✓
Primera planta	Laboratorio E8 PA A3	1.23 W/m ²	≤ 3.50 W/m ²	✓
Primera planta	Laboratorio E8 PA A3	1.06 W/m ²	≤ 3.50 W/m ²	✓
Primera planta	Sala 1 Laboratorio E6 PA A3	1.74 W/m ²	≤ 3.50 W/m ²	✓
Primera planta	Sala 1 Laboratorio E8 PA A3	2.12 W/m ²	≤ 3.50 W/m ²	✓
Primera planta	Sala 2 Laboratorio E6 PA A3	3.18 W/m ²	≤ 3.50 W/m ²	✓
Primera planta	Sala 2 Laboratorio E8 PA A3	2.50 W/m ²	≤ 3.50 W/m ²	✓
Primera planta	Sala 3 Laboratorio E6 PA A3	2.03 W/m ²	≤ 3.50 W/m ²	✓
Primera planta	Sala laboratorio E2 PA A3	1.69 W/m ²	≤ 3.50 W/m ²	✓
Primera planta	Zona técnica aux laboratorio E1 PA A3	1.70 W/m ²	≤ 3.50 W/m ²	✓

Producido por una versión educativa de CYPE






1.19. CTE DB-HE 3 - Otros recintos interiores

1.19.1. Alumbrado normal

Potencia máxima por superficie iluminada

La potencia total de lámparas y equipos auxiliares por superficie iluminada no superará el valor máximo establecido en la Tabla 3.2 del CTE DB-HE 3.




El valor límite de potencia máxima por superficie iluminada para un uso de tipo 'Otros usos ($E_m \leq 600$ lux)' es: 10 W/m^2 .

Nivel	Zona	Proyecto	Norma	Cumple
Planta baja	Pulidoras PB A3	8.74 W/m^2	$\leq 10.00 \text{ W/m}^2$	
Planta baja	Sala esterilización PB A3	5.62 W/m^2	$\leq 10.00 \text{ W/m}^2$	
Planta baja	Sala moldes PB A3	7.18 W/m^2	$\leq 10.00 \text{ W/m}^2$	
Planta baja	Taller PB A3	7.28 W/m^2	$\leq 10.00 \text{ W/m}^2$	
Planta baja	Zona auxiliar quirófano	5.54 W/m^2	$\leq 10.00 \text{ W/m}^2$	

Valor de eficiencia energética de la instalación (VEEI)

Los valores de eficiencia energética límite en recintos interiores de un edificio se establecen en la tabla 3.1 del CTE DB HE 3. Estos valores incluyen la iluminación general y la iluminación de acento, pero no las instalaciones de iluminación de escaparates y zonas expositivas.

El valor límite de eficiencia energética de la instalación para zonas de actividad diferenciada de tipo 'CTE DB-HE 3 - Otros recintos interiores' es: 4 W/m^2 .

Nivel	Zona	Proyecto	Norma	Cumple
Planta baja	Pulidoras PB A3	1.35 W/m^2	$\leq 4.00 \text{ W/m}^2$	
Planta baja	Sala esterilización PB A3	1.23 W/m^2	$\leq 4.00 \text{ W/m}^2$	
Planta baja	Sala moldes PB A3	1.31 W/m^2	$\leq 4.00 \text{ W/m}^2$	
Planta baja	Taller PB A3	1.07 W/m^2	$\leq 4.00 \text{ W/m}^2$	
Planta baja	Zona auxiliar quirófano	1.54 W/m^2	$\leq 4.00 \text{ W/m}^2$	


20. CTE DB-HE 3 - Almacenes, archivos, salas técnicas y cocinas

20.1. Alumbrado normal

Potencia máxima por superficie iluminada

La potencia total de lámparas y equipos auxiliares por superficie iluminada no superará el valor máximo establecido en la Tabla 3.2 del CTE DB-HE 3.

El valor límite de potencia máxima por superficie iluminada para un uso de tipo 'Otros usos ($E_m \leq 600$ lux)' es: 10 W/m^2 .

Nivel	Zona	Proyecto	Norma	Cumple
Planta baja	Fotocopias PB Biblioteca	4.01 W/m^2	$\leq 10.00 \text{ W/m}^2$	

Valor de eficiencia energética de la instalación (VEEI)

Los valores de eficiencia energética límite en recintos interiores de un edificio se establecen en la tabla 3.1 del CTE DB HE 3. Estos valores incluyen la iluminación general y la iluminación de acento, pero no las instalaciones de iluminación de escaparates y zonas expositivas.

El valor límite de eficiencia energética de la instalación para zonas de actividad diferenciada de tipo 'CTE DB-HE 3 - Almacenes, archivos, salas técnicas y cocinas' es: 4 W/m^2 .

Nivel	Zona	Proyecto	Norma	Cumple
Planta baja	Fotocopias PB Biblioteca	0.80 W/m ²	≤ 4.00 W/m ²	✓

1.21. CTE DB-HE 3 - Bibliotecas, museos y galerías de arte

1.21.1. Alumbrado normal

Potencia máxima por superficie iluminada



La potencia total de lámparas y equipos auxiliares por superficie iluminada no superará el valor máximo establecido en la Tabla 3.2 del CTE DB-HE 3.

El valor límite de potencia máxima por superficie iluminada para un uso de tipo 'Otros usos (Em ≤ 600 lux)' es: 10 W/m².

Nivel	Zona	Proyecto	Norma	Cumple
Planta baja	Biblioteca zona de estanterías	6.60 W/m ²	≤ 10.00 W/m ²	✓
Planta baja	Biblioteca zona de lectura	4.98 W/m ²	≤ 10.00 W/m ²	✓

Valor de eficiencia energética de la instalación (VEEI)



Los valores de eficiencia energética límite en recintos interiores de un edificio se establecen en la tabla 3.1 del CTE DB HE 3. Estos valores incluyen la iluminación general y la iluminación de acento, pero no las instalaciones de iluminación de escaparates y zonas expositivas.

El valor límite de eficiencia energética de la instalación para zonas de actividad diferenciada de tipo 'CTE DB-HE 3 - Bibliotecas, museos y galerías de arte' es: 5 W/m².

Nivel	Zona	Proyecto	Norma	Cumple
Planta baja	Biblioteca zona de estanterías	1.13 W/m ²	≤ 5.00 W/m ²	✓
Planta baja	Biblioteca zona de lectura	0.97 W/m ²	≤ 5.00 W/m ²	✓

1.22. CTE DB-HE 3 - Zonas comunes en edificios no residenciales

1.22.1. Alumbrado normal

Potencia máxima por superficie iluminada



La potencia total de lámparas y equipos auxiliares por superficie iluminada no superará el valor máximo establecido en la Tabla 3.2 del CTE DB-HE 3.

El valor límite de potencia máxima por superficie iluminada para un uso de tipo 'Otros usos (Em ≤ 600 lux)' es: 10 W/m².

Nivel	Zona	Proyecto	Norma	Cumple
Planta baja	Sala espera PB A3	5.61 W/m ²	≤ 10.00 W/m ²	✓

Valor de eficiencia energética de la instalación (VEEI)



Los valores de eficiencia energética límite en recintos interiores de un edificio se establecen en la tabla 3.1 del CTE DB HE 3. Estos valores incluyen la iluminación general y la iluminación de acento, pero no las instalaciones de iluminación de escaparates y zonas expositivas.

El valor límite de eficiencia energética de la instalación para zonas de actividad diferenciada de tipo 'CTE DB-HE 3 - Zonas comunes en edificios no residenciales' es: 6 W/m².

Nivel	Zona	Proyecto	Norma	Cumple
Planta baja	Sala espera PB A3	1.38 W/m ²	≤ 6.00 W/m ²	✓

1.23. CTE DB-SUA 4 - Alumbrado normal en zonas de circulación interiores

1.23.1. Alumbrado normal

Alumbrado normal en zonas de circulación. Iluminancia



En cada zona se dispondrá una instalación de alumbrado capaz de proporcionar una iluminancia mínima de 100 lux en zonas interiores, excepto aparcamientos.

Nivel	Zona	Proyecto	Norma	Cumple
Planta baja	Biblioteca zona de estanterías	296.82 lux	≥ 100.00 lux	✓
Planta baja	Biblioteca zona de lectura	356.65 lux	≥ 100.00 lux	✓
Planta baja	Recepción PB A3	218.26 lux	≥ 100.00 lux	✓
Planta baja	Sala espera PB A3	254.10 lux	≥ 100.00 lux	✓

Alumbrado normal en zonas de circulación. Uniformidad

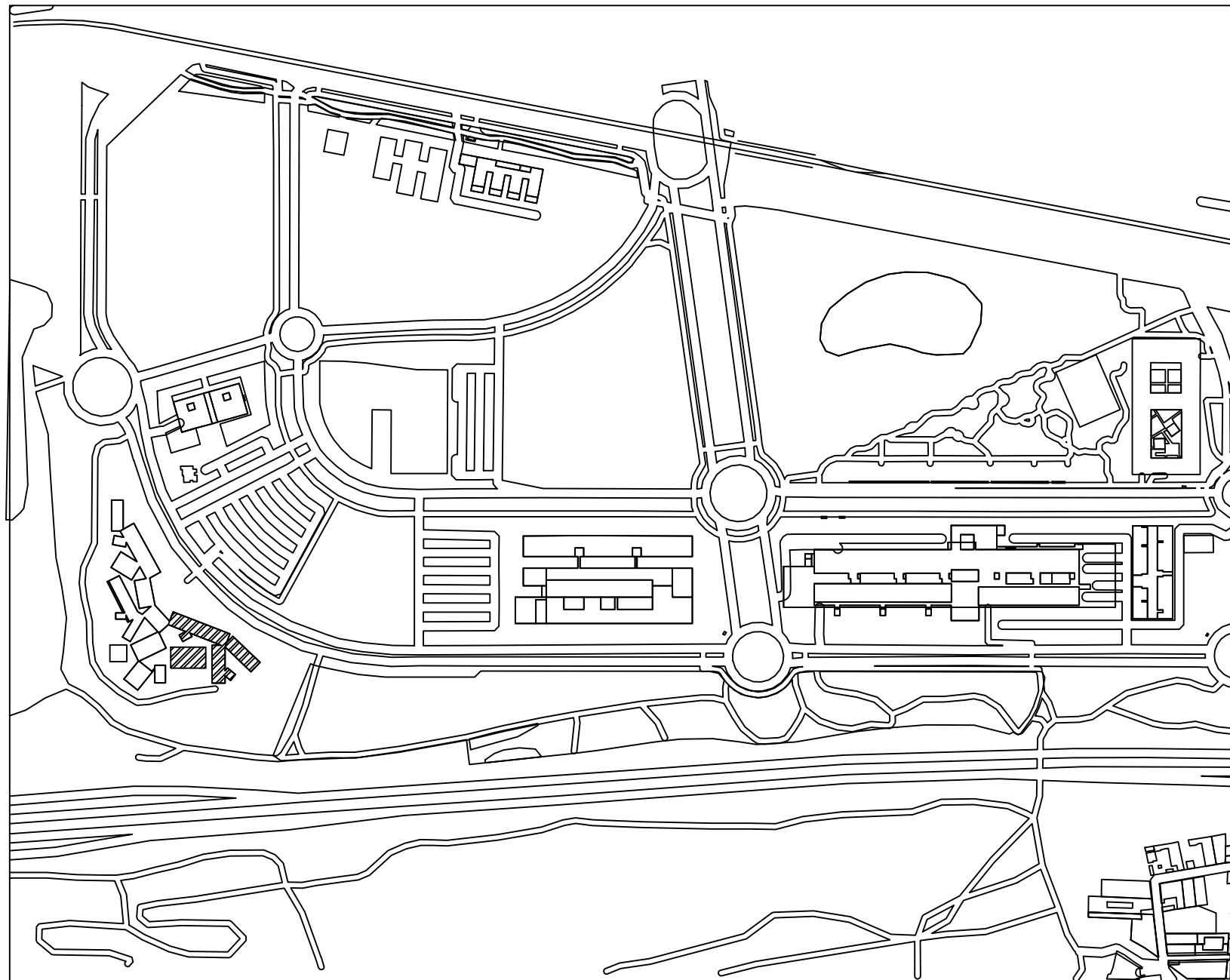


El factor de uniformidad media será del 40% como mínimo.

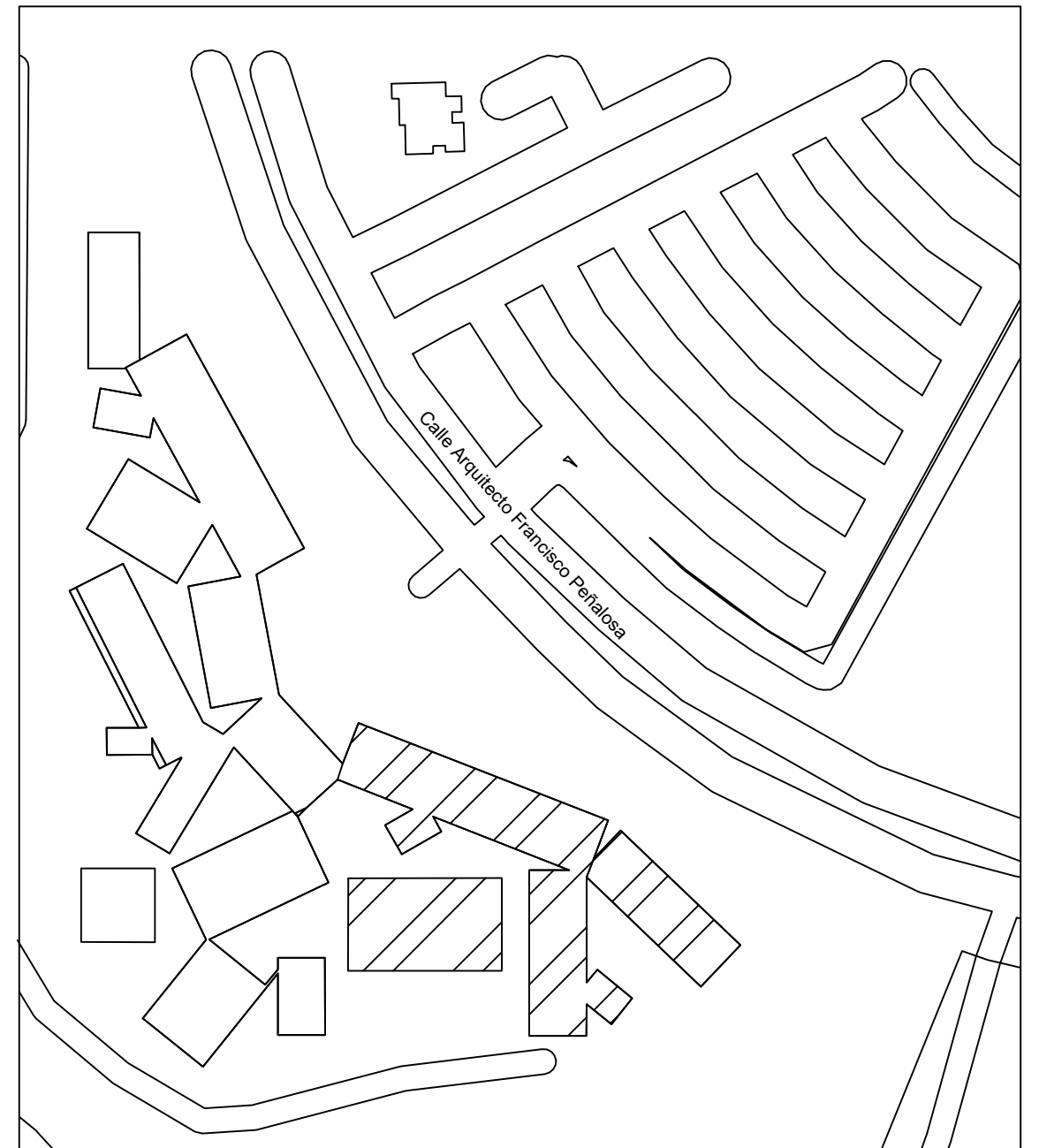
Nivel	Zona	Proyecto	Norma	Cumple
Planta baja	Biblioteca zona de estanterías	66.52 %	≥ 40.00 %	✓
Planta baja	Biblioteca zona de lectura	70.51 %	≥ 40.00 %	✓
Planta baja	Recepción PB A3	56.75 %	≥ 40.00 %	✓
Planta baja	Sala espera PB A3	84.20 %	≥ 40.00 %	✓



ANEXO B: PLANOS

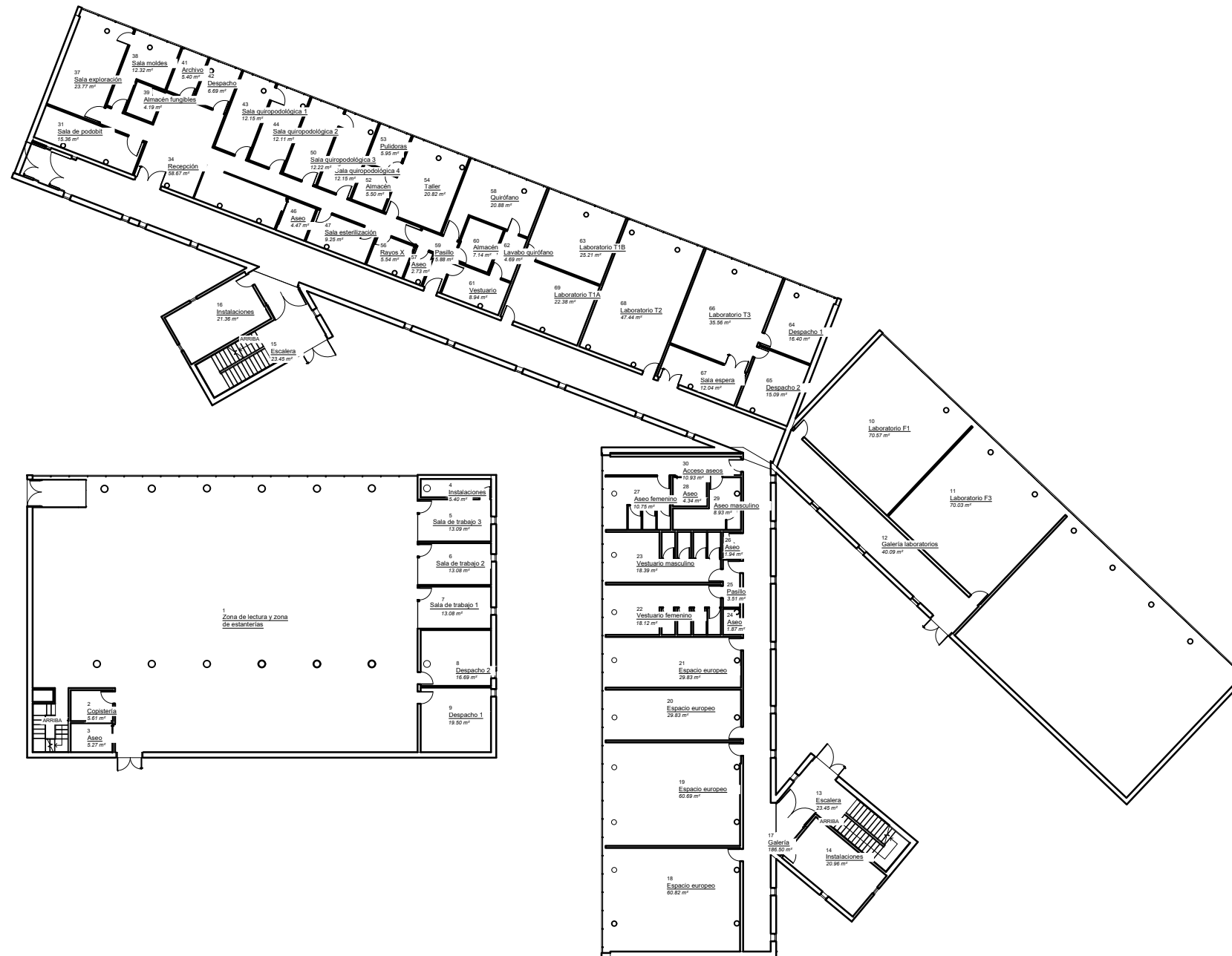


SITUACIÓN
ESCALA 1:5000

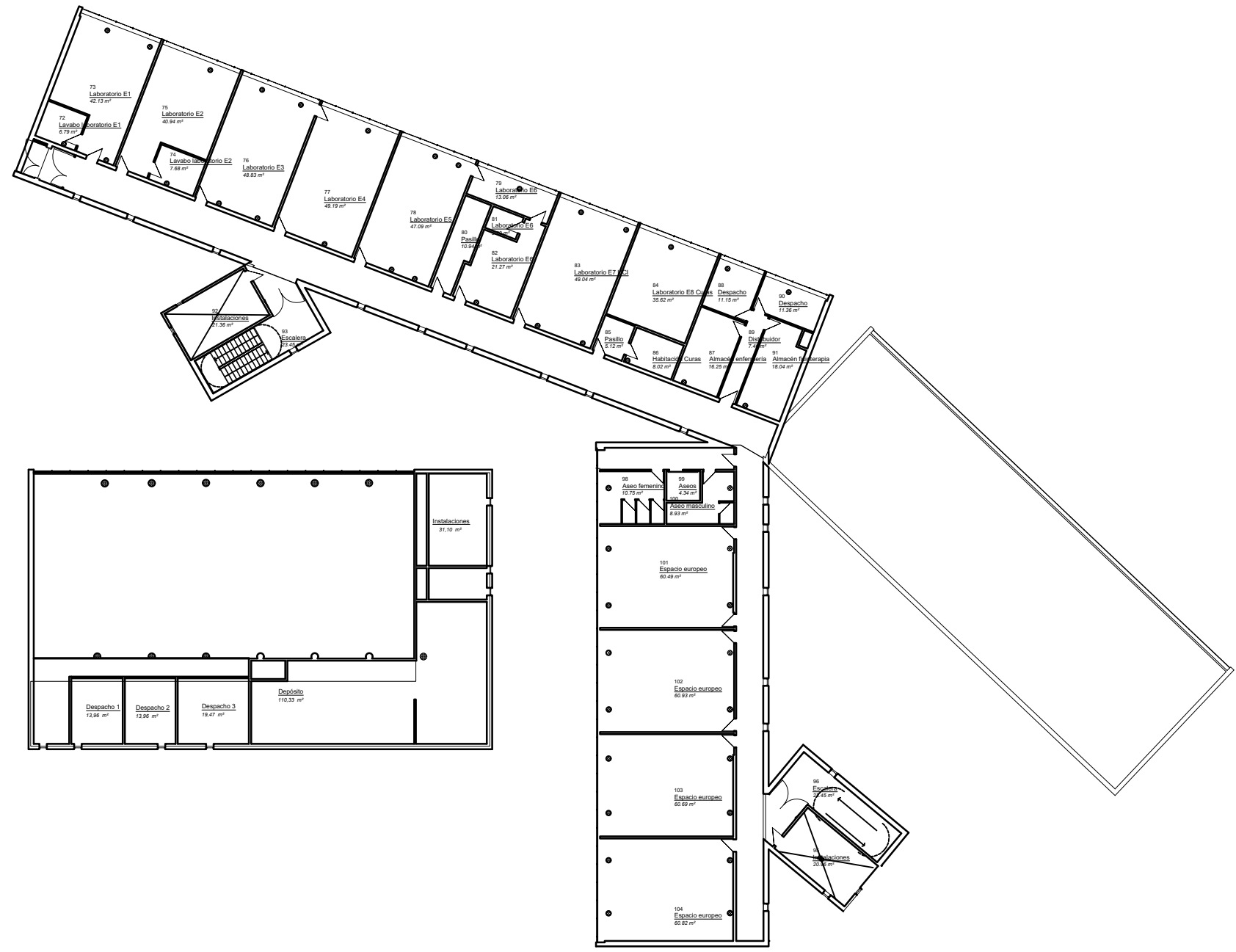


EMPLAZAMIENTO
ESCALA 1:1000

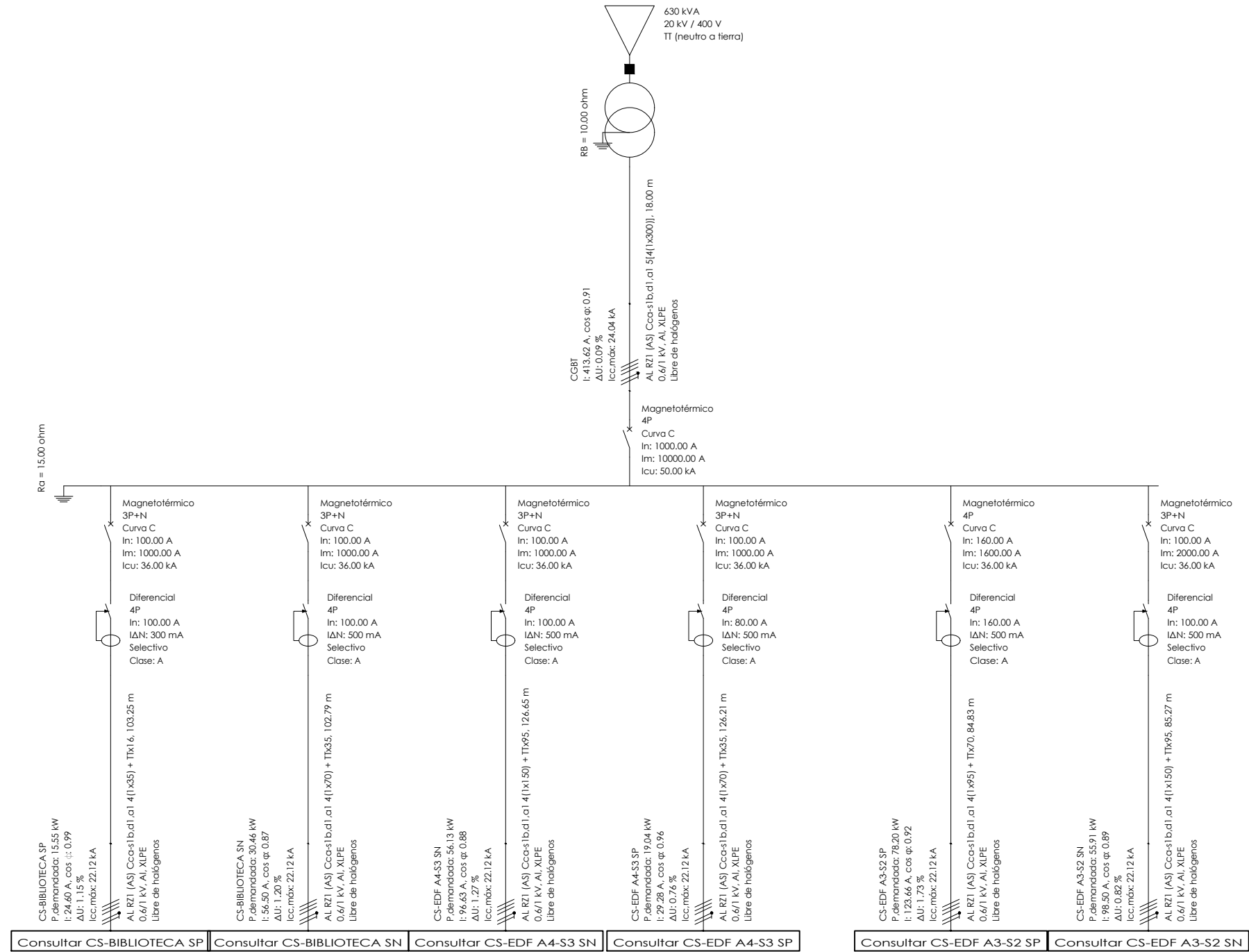
<p>TRABAJO DE FIN DE GRADO: ESTUDIO COMPARATIVO DE LA EFICIENCIA ELÉCTRICA EN UN CENTRO DE USO PÚBLICO DE LA PROVINCIA DE MÁLAGA MEDIANTE SOFTWARE DE APLICACIÓN</p>		<p>Universidad de Málaga</p>	
		<p>Curso: 2024 / 2025</p>	
		<p>Fecha: 03/11/2024</p>	
<p>Apellidos, Nombre: Porras García, Marina</p>			
<p>Título: PLANO DE SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO</p>	<p>Plano nº: 1</p>	<p>Escala: 1:5000 1:1000</p>	<p>Firma:</p>



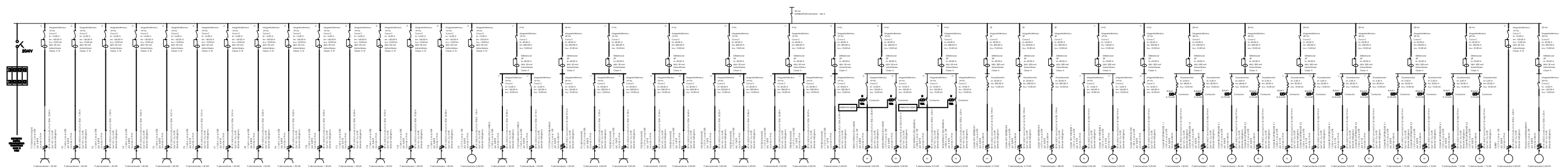
<p>TRABAJO DE FIN DE GRADO: ESTUDIO COMPARATIVO DE LA EFICIENCIA ELÉCTRICA EN UN CENTRO DE USO PÚBLICO DE LA PROVINCIA DE MÁLAGA MEDIANTE SOFTWARE DE APLICACIÓN</p>		Universidad de Málaga	
		Curso: 2024 / 2025	
		Fecha: 10/06/2025	
Apellidos, Nombre: Porras García, Marina			
Título: MÓDULOS PLANTA BAJA	Plano nº: 2	Escala: 1:500	Firma:



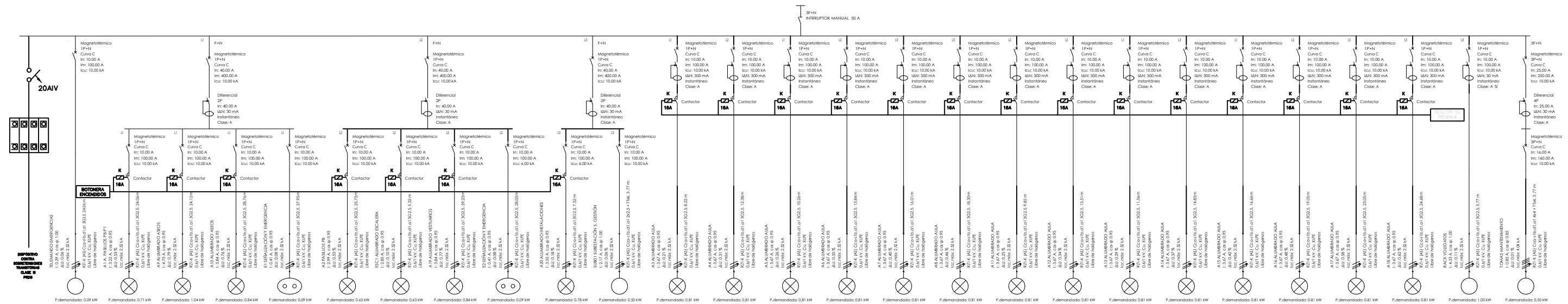
<p>TRABAJO DE FIN DE GRADO: ESTUDIO COMPARATIVO DE LA EFICIENCIA ELÉCTRICA EN UN CENTRO DE USO PÚBLICO DE LA PROVINCIA DE MÁLAGA MEDIANTE SOFTWARE DE APLICACIÓN</p>		<p>Universidad de Málaga</p>	
		<p>Curso: 2024 / 2025</p>	
		<p>Fecha: 10/06/2025</p>	
<p>Apellidos, Nombre: Porras García, Marina</p>			
<p>Título: MÓDULOS PLANTA PRIMERA</p>	<p>Plano n°: 3</p>	<p>Escala: 1:500</p>	<p>Firma:</p>



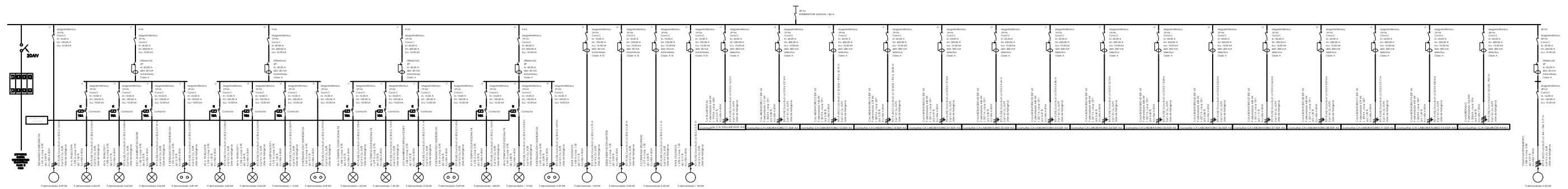
TRABAJO DE FIN DE GRADO: ESTUDIO COMPARATIVO DE LA EFICIENCIA ELÉCTRICA EN UN CENTRO DE USO PÚBLICO DE LA PROVINCIA DE MÁLAGA MEDIANTE SOFTWARE DE APLICACIÓN		Universidad de Málaga	
		Curso: 2024 / 2025	
		Fecha: 10/06/2025	
Apellidos, Nombre:		Porras García, Marina	
Título:	Plano nº:	Escala:	Firma:
ESQUEMA UNIFILAR C.G.B.T.	4	N/A	



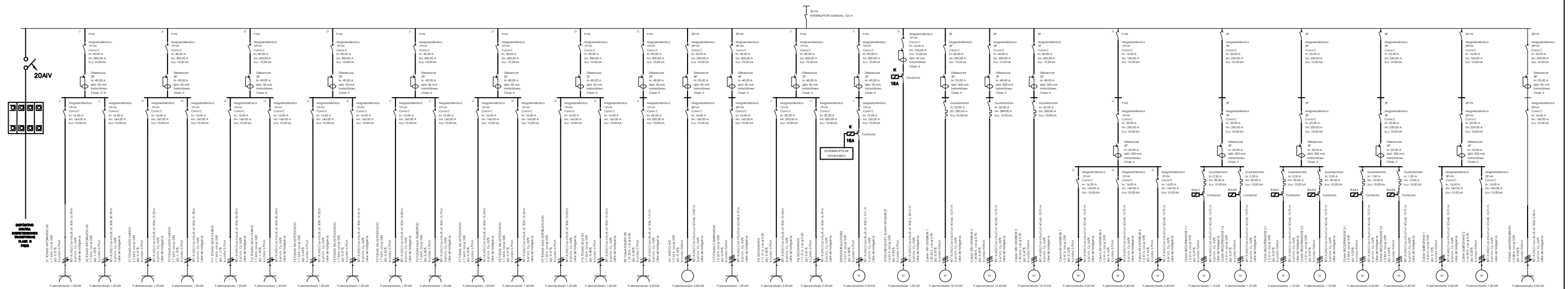
<p style="text-align: center;">TRABAJO DE FIN DE GRADO: ESTUDIO COMPARATIVO DE LA EFICIENCIA ELÉCTRICA EN UN CENTRO DE USO PÚBLICO DE LA PROVINCIA DE MÁLAGA MEDIANTE SOFTWARE DE APLICACIÓN</p>		Universidad de Málaga	
		Curso: 2024 / 2025	
		Fecha: 10/06/2025	
Apellidos, Nombre:			
Porras García, Marina			
Título:	Plano n°:	Escala:	Firma:
ESQUEMA UNIFILAR CS-EDF A4-S3 SN	7	N/A	



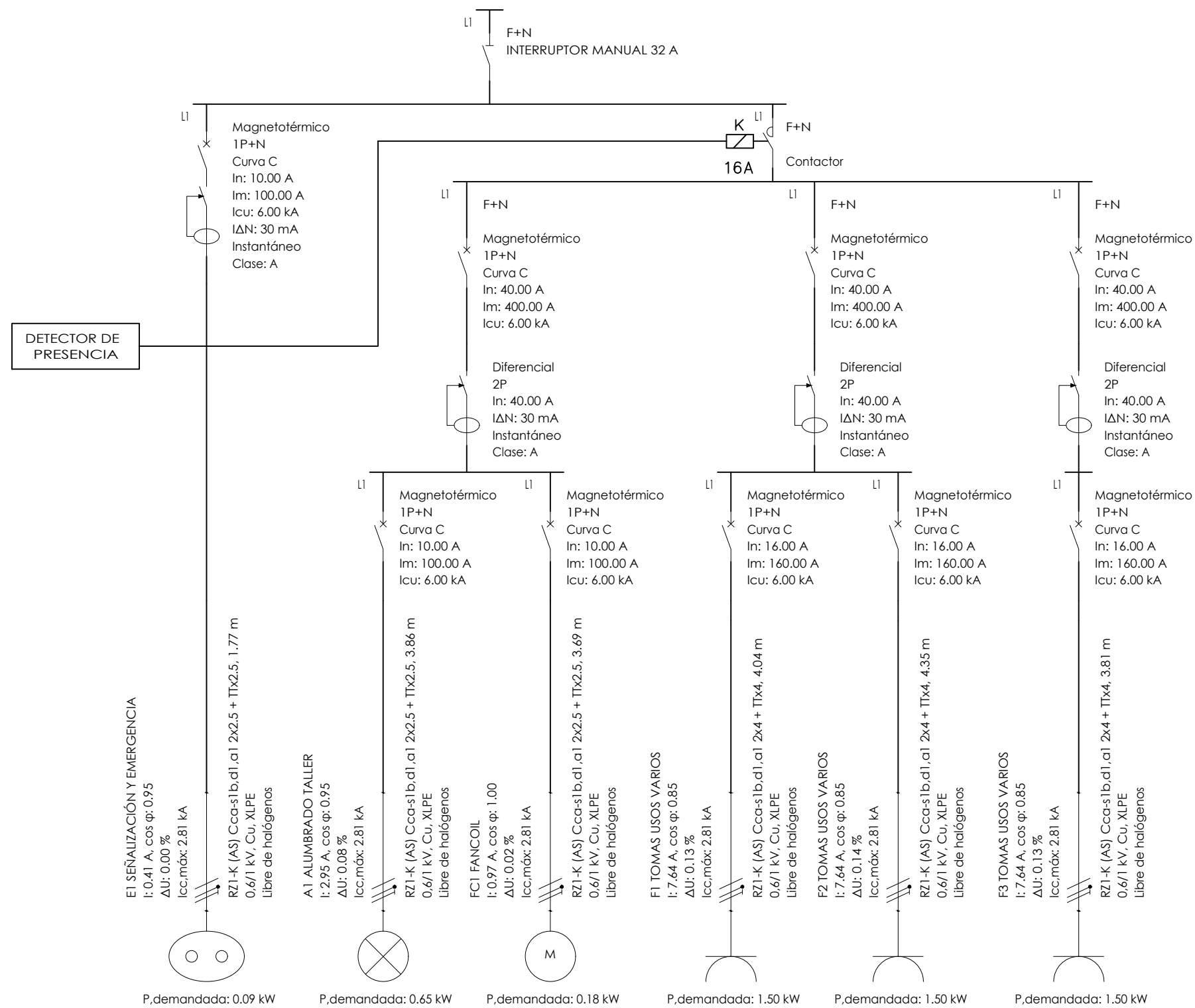
TRABAJO DE FIN DE GRADO: ESTUDIO COMPARATIVO DE LA EFICIENCIA ELÉCTRICA EN UN CENTRO DE USO PÚBLICO DE LA PROVINCIA DE MÁLAGA MEDIANTE SOFTWARE DE APLICACIÓN		Universidad de Málaga	
		Curso: 2024 / 2025	
		Fecha: 10/06/2025	
Apellidos, Nombre:		Porras García, Marina	
Título:	Plano n°:	Escala:	Firma:
ESQUEMA UNIFILAR CS-EDF A4-S3 SP	8	N/A	



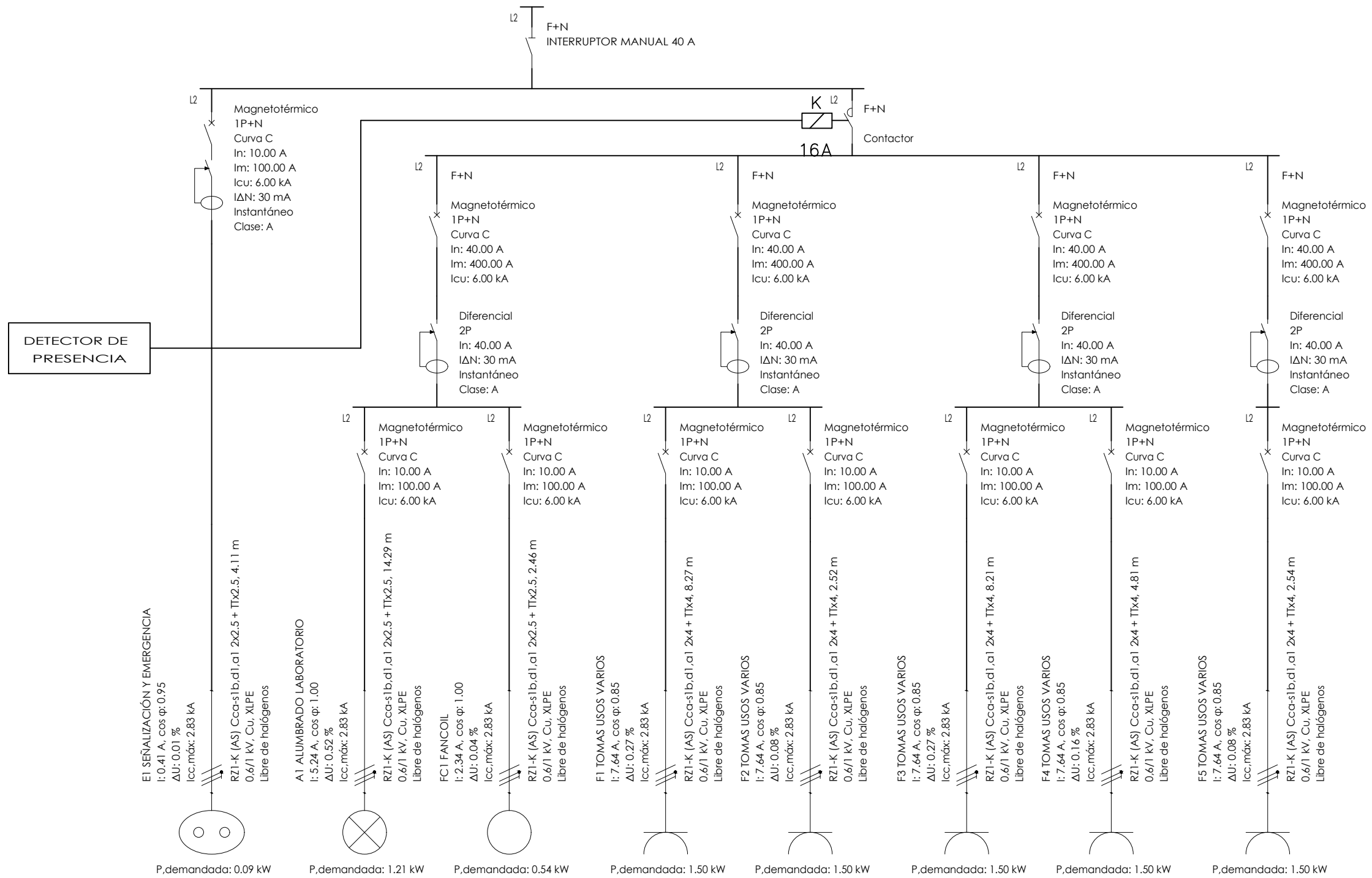
<p style="text-align: center;">TRABAJO DE FIN DE GRADO: ESTUDIO COMPARATIVO DE LA EFICIENCIA ELÉCTRICA EN UN CENTRO DE USO PÚBLICO DE LA PROVINCIA DE MÁLAGA MEDIANTE SOFTWARE DE APLICACIÓN</p>		Universidad de Málaga	
		Curso: 2024 / 2025	
		Fecha: 10/06/2025	
Apellidos, Nombre:		Porras García, Marina	
Título:	Plano n°:	Escala:	Firma:
ESQUEMA UNIFILAR CS-EDF A3-S2 SP	9	N/A	



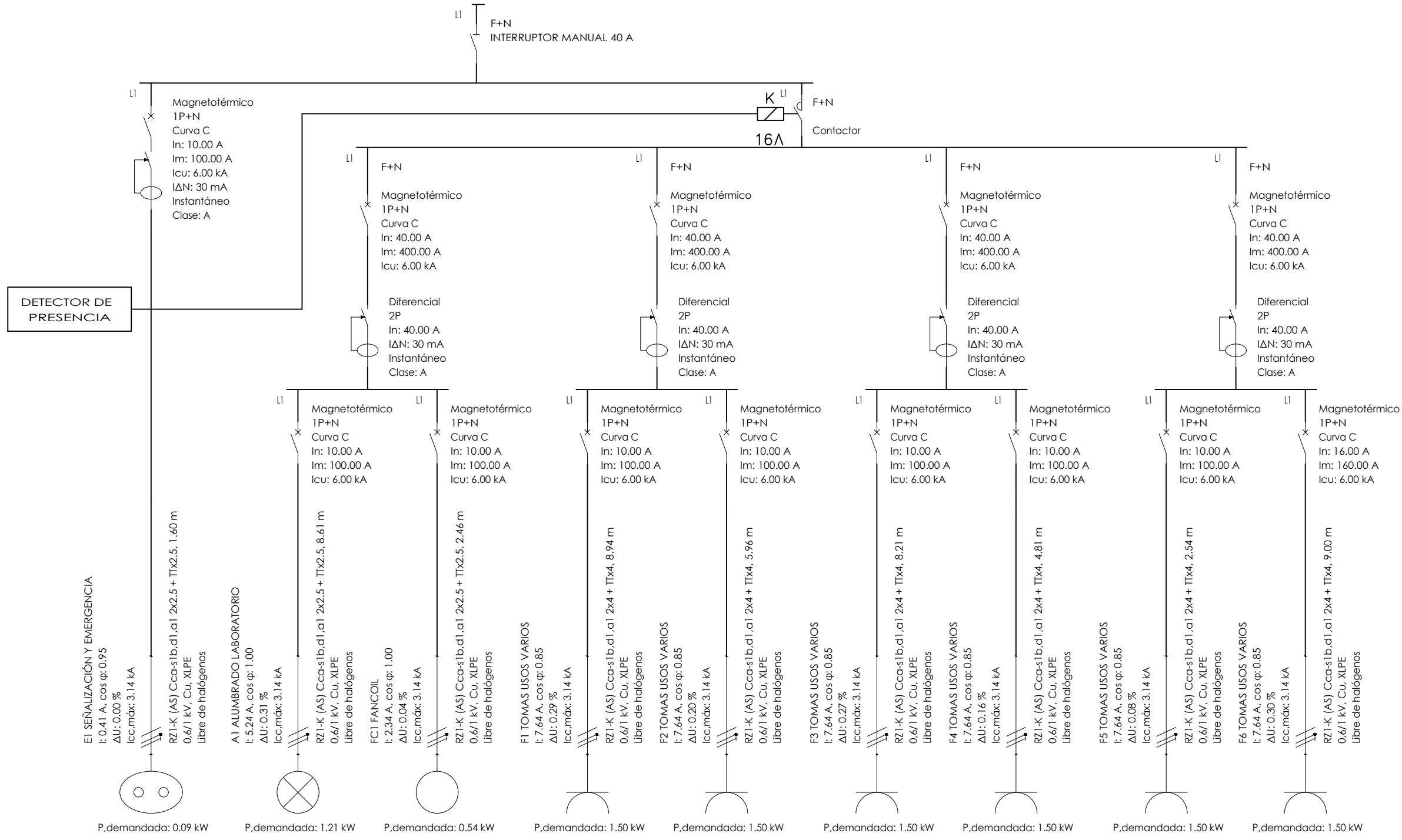
TRABAJO DE FIN DE GRADO: ESTUDIO COMPARATIVO DE LA EFICIENCIA ELÉCTRICA EN UN CENTRO DE USO PÚBLICO DE LA PROVINCIA DE MÁLAGA MEDIANTE SOFTWARE DE APLICACIÓN		Universidad de Málaga	
		Curso: 2024 / 2025	
		Fecha: 10/06/2025	
Apellidos, Nombre:		Porras García, Marina	
Título:	Plano nº:	Escala:	Firma:
ESQUEMA UNIFILAR CS-EDF A3-S2 SN	10	N/A	



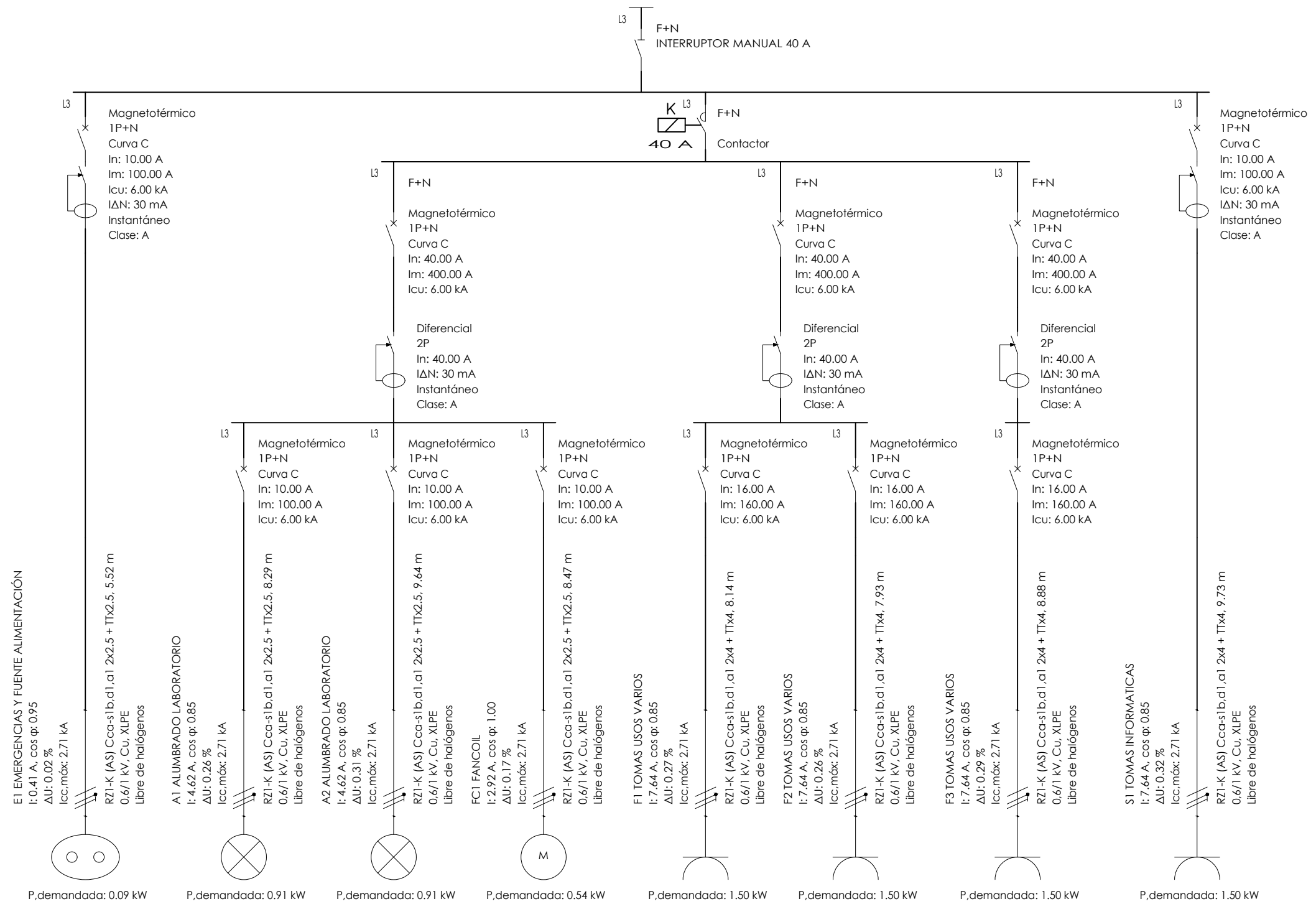
TRABAJO DE FIN DE GRADO: ESTUDIO COMPARATIVO DE LA EFICIENCIA ELÉCTRICA EN UN CENTRO DE USO PÚBLICO DE LA PROVINCIA DE MÁLAGA MEDIANTE SOFTWARE DE APLICACIÓN		Universidad de Málaga	
		Curso: 2024 / 2025	
		Fecha: 10/06/2025	
Apellidos, Nombre:		Porras García, Marina	
Título:	Plano nº:	Escala:	Firma:
ESQUEMA UNIFILAR CA-TALLER EDF A3	11	N/A	



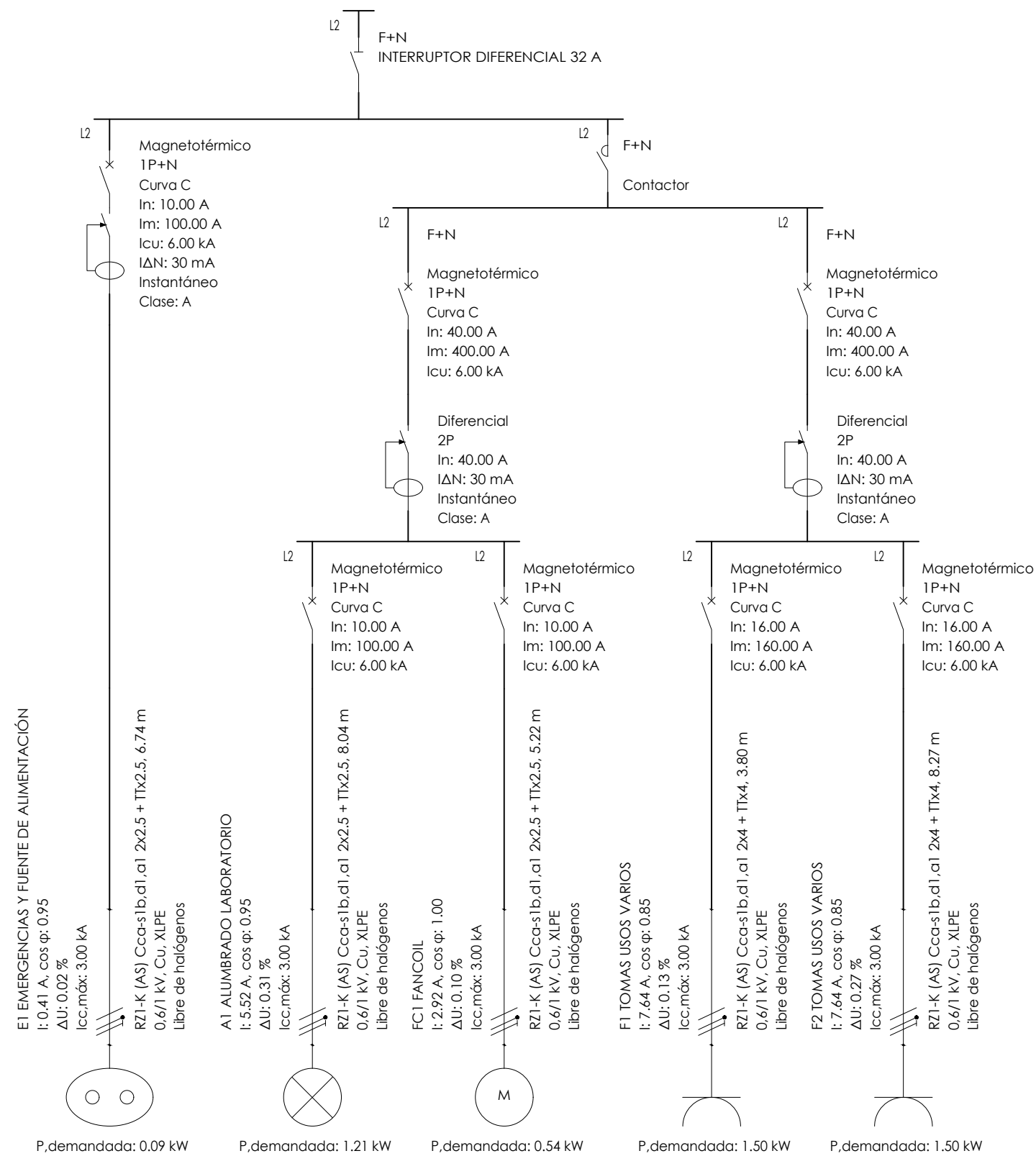
TRABAJO DE FIN DE GRADO: ESTUDIO COMPARATIVO DE LA EFICIENCIA ELÉCTRICA EN UN CENTRO DE USO PÚBLICO DE LA PROVINCIA DE MÁLAGA MEDIANTE SOFTWARE DE APLICACIÓN		Universidad de Málaga	
		Curso: 2024 / 2025	
		Fecha: 10/06/2025	
Apellidos, Nombre:		Porras García, Marina	
Título:	Plano nº:	Escala:	Firma:
ESQUEMA UNIFILAR CA-LABORATORIO T1 EDF A3	12	N/A	



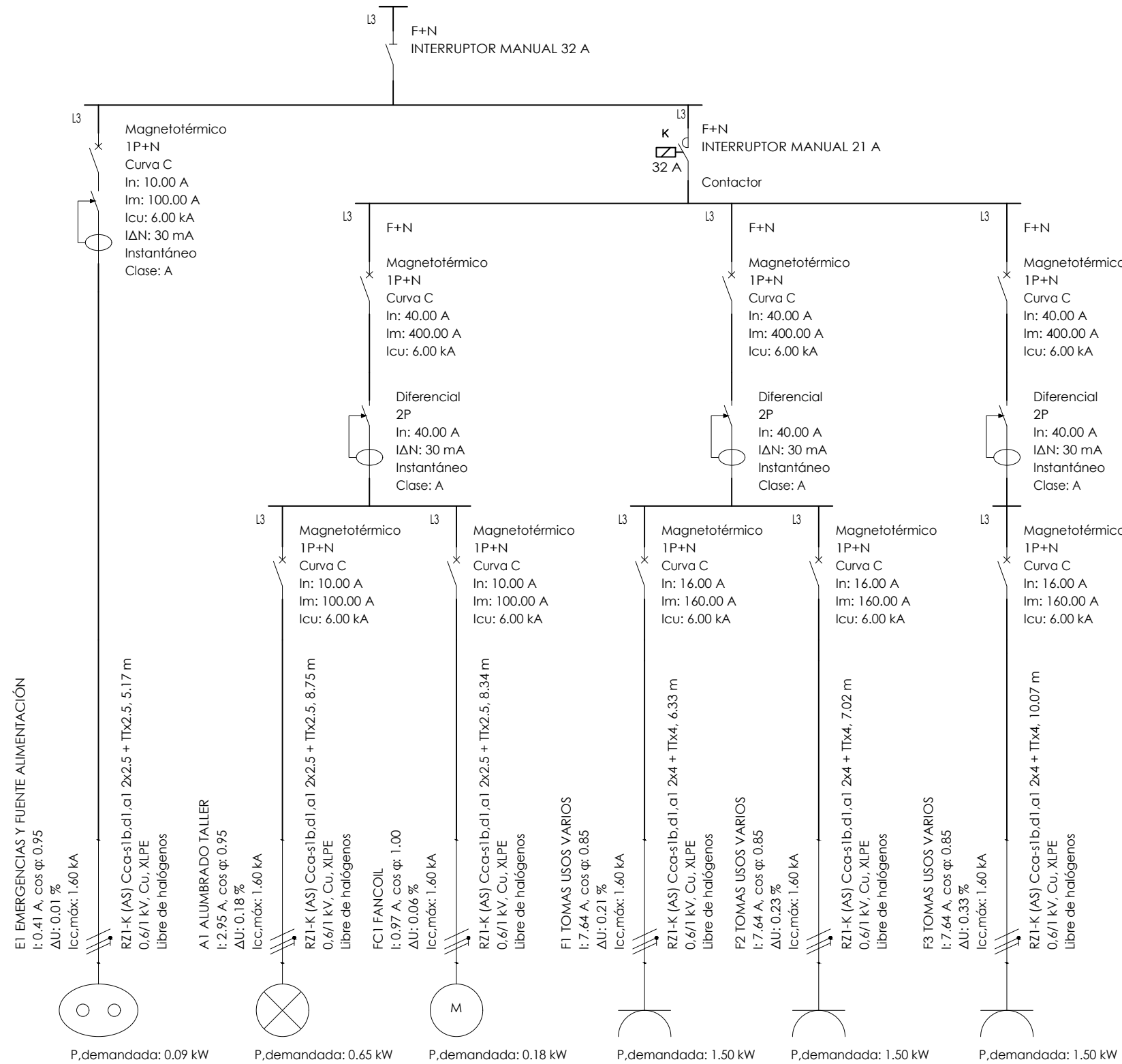
<p align="center">TRABAJO DE FIN DE GRADO: ESTUDIO COMPARATIVO DE LA EFICIENCIA ELÉCTRICA EN UN CENTRO DE USO PÚBLICO DE LA PROVINCIA DE MÁLAGA MEDIANTE SOFTWARE DE APLICACIÓN</p>		Universidad de Málaga	
		Curso: 2024 / 2025	
Apellidos, Nombre: Porras García, Marina		DNI: 77225740C	
Título: ESQUEMA UNIFILAR CA-LABORATORIO T2 EDF A3	Plano nº: 13	Escala: N/A	Firma:



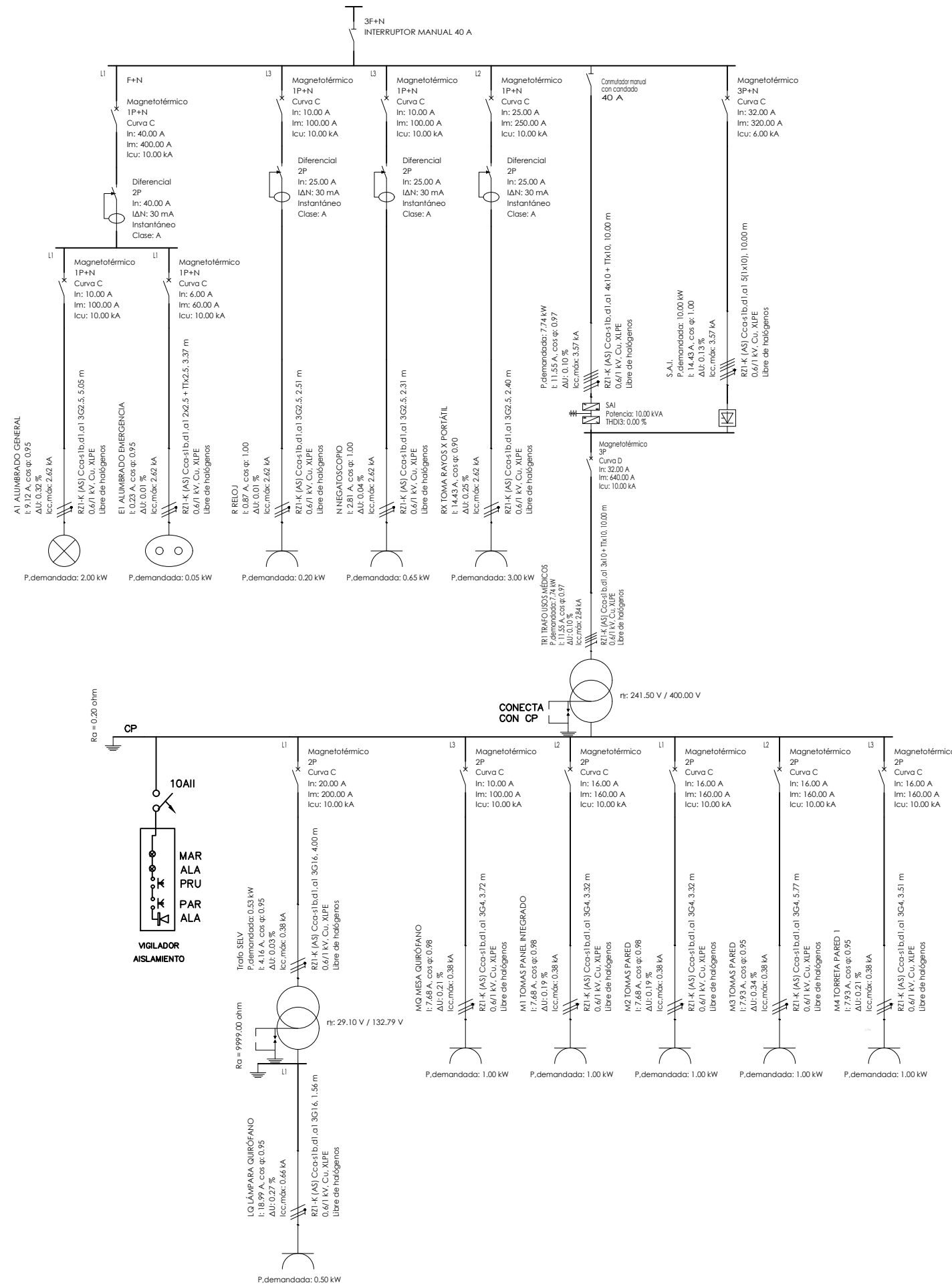
TRABAJO DE FIN DE GRADO: ESTUDIO COMPARATIVO DE LA EFICIENCIA ELÉCTRICA EN UN CENTRO DE USO PÚBLICO DE LA PROVINCIA DE MÁLAGA MEDIANTE SOFTWARE DE APLICACIÓN		Universidad de Málaga	
		Curso: 2024 / 2025	
		Fecha: 10/06/2025	
Apellidos, Nombre:		Porras García, Marina	
Título:	Plano nº:	Escala:	Firma:
ESQUEMA UNIFILAR CA-LABORATORIO T3 EDF A3	14	N/A	



<p style="text-align: center;">TRABAJO DE FIN DE GRADO: ESTUDIO COMPARATIVO DE LA EFICIENCIA ELÉCTRICA EN UN CENTRO DE USO PÚBLICO DE LA PROVINCIA DE MÁLAGA MEDIANTE SOFTWARE DE APLICACIÓN</p>		Universidad de Málaga	
		Curso: 2024 / 2025	
		Fecha: 10/06/2025	
Apellidos, Nombre:		Porras García, Marina	
Título:	Plano n°:	Escala:	Firma:
ESQUEMA UNIFILAR CA-LABORATORIO TIPO E EDF A3	15	N/A	



<p align="center">TRABAJO DE FIN DE GRADO: ESTUDIO COMPARATIVO DE LA EFICIENCIA ELÉCTRICA EN UN CENTRO DE USO PÚBLICO DE LA PROVINCIA DE MÁLAGA MEDIANTE SOFTWARE DE APLICACIÓN</p>		Universidad de Málaga	
		Curso: 2024 / 2025	
		Fecha: 10/06/2025	
Apellidos, Nombre: Porras García, Marina			
Título: ESQUEMA UNIFILAR CA-LABORATORIO TIPO F EDF A5	Plano nº: 16	Escala: N/A	Firma:



NOTA: LA BARRA DE PUESTA A TIERRA DEL CUADRO ELÉCTRICO "CP" SE CONECTA CON CABLE DE COBRE 35 mm² A LA BARRA "PT" EN LA SALA DE OPERACIONES. LA PUESTA A TIERRA DE APARATOS ELÉCTRICOS Y TOMAS DE CORRIENTE SE REALIZA A TRAVÉS DE LA BARRA "PT". LA BARRA DE EQUIPOTENCIAL "EE" SE UNE A LA BARRA "PT". SE CONECTAN A LA BARRA "EE" TODAS LAS PARTES METÁLICAS ACCESIBLES Y LAS TOMAS PARA CONEXIONES EQUIPOTENCIALES. TODO SEGÚN REBT Y EN PARTICULAR ITC-BT-38.

<p>TRABAJO DE FIN DE GRADO: ESTUDIO COMPARATIVO DE LA EFICIENCIA ELÉCTRICA EN UN CENTRO DE USO PÚBLICO DE LA PROVINCIA DE MÁLAGA MEDIANTE SOFTWARE DE APLICACIÓN</p>		Universidad de Málaga	
		Curso: 2024 / 2025	
		Fecha: 10/06/2025	
Apellidos, Nombre: Porras García, Marina			
Título: ESQUEMA UNIFILAR CA-QUIRÓFANO	Plano nº: 17	Escala: N/A	Firma: