

Trabajo Fin de Máster  
Máster en Ingeniería Industrial

# **DISEÑO DE LAS INSTALACIONES PRINCIPALES DE UNA FÁBRICA DE CARTÓN ONDULADO**

Autor:

José Manuel García Redondo

Tutor:

Pablo José Matute Martín

Profesor Asociado

Dpto. de Ingeniería de la construcción y proyectos de ingeniería

Escuela Técnica Superior de Ingeniería

Universidad de Sevilla

Sevilla, 2019



El diseño de las instalaciones que componen un edificio industrial es una parte fundamental de la ingeniería para poder realizar las actividades propias de una empresa. Por tanto, un buen diseño es imprescindible tanto desde el punto de vista de la eficiencia de recursos como de la disminución de los riesgos asociados, ya sean de tipo eléctrico, por derivaciones a tierra, averías de equipos, materiales con deficiencias, u por cualquier riesgo en otros ámbitos del mundo laboral industrial, como pueden ser, ergonomía en el trabajo, caídas por obstáculos de elementos u otros.

Por estos motivos, el objetivo de este documento es el diseño de las principales instalaciones que intervienen en una nave industrial. Se definirán, calcularán y finalmente se describirán todos los elementos necesarios para cada instalación y que componen las diferentes zonas del terreno industrial, nave de producción y zona administrativa y de oficinas. Para justificar el diseño se describirán los métodos y procedimientos empleados para realizar el cálculo de los diferentes elementos que compondrán cada una de las instalaciones.

Las principales instalaciones objeto de estudio de este proyecto serán las instalaciones eléctricas de Media y Baja Tensión, la instalación de climatización y ventilación y por último la instalación de protección contra incendios. Para mayor facilidad de comprensión de todo lo expuesto y descrito durante el documento se desarrollarán los planos. Finalmente, y tal como se realiza en los proyectos de ejecución industriales se redactará el pliego de condiciones, el estudio de seguridad y salud, presupuesto y bibliografía.







AGRADECIMIENTOS .....	IX
RESUMEN .....	XI
ÍNDICE.....	XIII
ÍNDICE DE TABLAS.....	XVII
ÍNDICE DE FIGURAS .....	XIX
<b>DOCUMENTO Nº 1: MEMORIA DESCRIPTIVA .....</b>	<b>1</b>
1. OBJETO Y ALCANCE DEL PROYECTO .....	3
2. JUSTIFICACIÓN .....	3
3. ANTECEDENTES.....	3
4. EMPLAZAMIENTO .....	4
5. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO INDUSTRIAL.....	4
5.1 TIPOS DE PRODUCTO .....	6
5.1.1 Single Face .....	7
5.1.2 Cartón Simple.....	7
5.1.3 Doble triple.....	7
6. LAY-OUT DEL EDIFICIO INDUSTRIAL .....	8
6.1 ZONA INDUSTRIAL DE PRODUCCIÓN .....	8
6.2 ZONA DE OFICINAS .....	9
7. PROGRAMA DE NECESIDADES .....	12
7.1 DESCRIPCIÓN DE LOS ESPACIOS .....	12
7.2 CONTRIBUCIÓN SOLAR MÍNIMA DE AGUA CALIENTE SANITARIA .....	13
7.3 POTENCIA INSTALADA TOTAL.....	18
7.4 PREVISIÓN DE CARGAS.....	20
7.5 POTENCIA CONTRATADA.....	21
8. NORMATIVA APLICABLE.....	22
8.1 INSTALACIÓN DE MEDIA TENSIÓN. ....	22
8.2 INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN. ....	22
8.3 INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN Y VENTILACIÓN.....	22
8.4 INSTALACIÓN DE PROTECCIÓN CONTRA-INCENDIOS.....	23
8.5 OTRA NORMATIVA.....	23
9. INSTALACIÓN ELÉCTRICA M.T. ....	25
9.1 DESCRIPCIÓN DE LA ACOMETIDA.....	25
9.1.1 Características de suministro de la compañía.....	25
9.1.2 Descripción de la Línea subterránea entre CT-Subestación.....	26
9.1.2.1 Cable Subterráneo .....	27
9.1.2.2 Zanjas y arquetas. ....	29
9.2 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN .....	30
9.2.1 Punto de entrega.....	30
9.2.2 Características del Centro de Transformación .....	30
9.2.3 Características de los Transformadores.....	34



9.2.4	<i>Características de la aparamenta de Media Tensión</i> .....	35
9.2.4.1	Características principales: .....	35
9.2.4.2	Características de diseño (Compartimentos).....	38
9.2.4.3	Características descriptivas de la Celda de Línea (L).....	41
9.2.4.4	Características descriptivas de la Celda de interruptor pasante (S).....	42
9.2.4.5	Características descriptivas de la Celda de Protección (P).....	43
9.2.4.6	Características descriptivas de la Celda de Medida (M).....	45
<b>10.</b>	<b>INSTALACIÓN ELÉCTRICA B.T.</b> .....	<b>47</b>
10.1	CLASIFICACIÓN DE LA INSTALACIÓN .....	47
10.2	DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN .....	47
10.2.1	<i>Instalación de Enlace.</i> .....	47
10.2.2	<i>Instalación Interior.</i> .....	49
10.2.3	<i>Sistema de puesta a tierra.</i> .....	51
10.3	CAJA DE PROTECCIÓN Y MEDIDA (CPM). .....	52
10.4	DERIVACIÓN INDIVIDUAL (DI).....	54
10.4.1	<i>Características de los materiales.</i> .....	54
10.4.1.1	Conductores .....	54
10.4.1.2	Canalizaciones. ....	56
10.5	DISPOSITIVOS GENERALES DE MANDO Y PROTECCIÓN (DGMP). ....	57
10.5.1.1	Composición y características de los cuadros.....	57
10.6	INSTALACIÓN INTERIOR. ....	58
10.6.1	<i>Esquema unifilar</i> .....	58
10.6.2	<i>Lay-out maquinaria.</i> .....	58
10.6.3	<i>Conductores.</i> .....	59
10.6.4	<i>Identificación de los conductores.</i> .....	59
10.6.5	<i>Canalizaciones.</i> .....	60
10.6.6	<i>Resistencia de aislamiento y rigidez eléctrica.</i> .....	60
10.6.7	<i>Características de los circuitos de distribución.</i> .....	61
10.7	ILUMINACIÓN INTERIOR Y EXTERIOR. ....	64
10.7.1	<i>Estudio técnico-económico comparativo luminarias LED vs Convencional</i> .....	64
10.7.2	<i>Luminarias empleadas.</i> .....	71
10.7.3	<i>Ubicación de las luminarias y vista 3D</i> .....	74
10.8	PROTECCIONES.....	81
10.8.1	<i>Protección contra Sobreintensidades.</i> .....	81
10.8.1.1	Interruptor automático. ....	81
10.8.2	<i>Protección contra sobretensiones.</i> .....	85
10.8.2.1	Categorías de las sobretensiones. ....	85
10.8.2.2	Medidas para el control de las sobretensiones. ....	86
10.8.3	<i>Protección contra contactos directos e indirectos.</i> .....	87
10.8.3.1	Protección contra contactos directos.....	87
10.8.3.2	Protección contra contactos indirectos.....	88
10.8.4	<i>Resumen de las protecciones instaladas.</i> .....	91
10.9	INSTALACIÓN DE EMERGENCIA.....	94
<b>11.</b>	<b>INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN Y VENTILACIÓN</b> .....	<b>95</b>
11.1	HIPÓTESIS DE DISEÑO. ....	95
11.1.1	<i>Condiciones Exteriores</i> .....	95
11.1.2	<i>Características constructivas</i> .....	96
11.1.3	<i>Orientación</i> .....	97
11.1.4	<i>Condiciones interiores.</i> .....	97
11.2	CARGAS TÉRMICAS. ....	98
11.2.1	<i>Cargas térmicas sensibles.</i> .....	99
11.2.2	<i>Cargas térmicas latentes.</i> .....	100
11.2.3	<i>Resumen de Cargas Sensibles y Latentes.</i> .....	101
11.3	ALTERNATIVAS DE SISTEMAS DE CLIMATIZACIÓN .....	102
11.3.1	<i>Clasificación según la centralización o dispersión del aire</i> .....	102
11.3.1.1	Sistemas centralizados.....	102
11.3.1.2	Sistemas semicentralizados.....	102
11.3.1.3	Sistema descentralizado .....	102
11.3.2	<i>Clasificación según los fluidos primario-secundario.</i> .....	103



11.3.2.1	Sistemas Aire-Aire. ....	103
11.3.2.2	Sistemas Aire-Agua. ....	104
11.3.2.3	Sistemas Agua-Agua. ....	105
11.3.2.4	Sistemas Agua-Aire. ....	105
11.4	DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN EMPLEADO .....	107
11.4.1	<i>Centrales de producción de frío y calor</i> .....	108
11.4.1.1	CALDERA. ....	108
11.4.1.2	ENFRIADORA DE AGUA. ....	109
11.4.2	<i>Depósito de inercia</i> .....	110
11.4.3	<i>Bombas</i> .....	110
11.4.4	<i>Red de distribución de agua</i> .....	110
11.4.5	<i>Red de distribución de aire</i> .....	111
11.4.6	<i>Unidades terminales</i> .....	112
11.5	DESCRIPCIÓN DEL CLIMATIZADOR DE LA ZONA OFICINAS .....	114
11.6	DESCRIPCIÓN DEL CLIMATIZADOR DE LA NAVE INDUSTRIAL .....	118
11.7	CUMPLIMIENTO DE LA EXIGENCIA DE BIENESTAR E HIGIENE .....	120
11.7.1	<i>Calidad térmica</i> .....	120
11.7.2	<i>Exigencias de higiene</i> .....	122
11.7.3	<i>Exigencias de calidad de ambiente acústico</i> .....	123
11.8	CUMPLIMIENTO DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA .....	125
11.8.1	<i>Generación de calor y frío</i> .....	125
11.8.2	<i>Redes de tuberías y conductos</i> .....	126
11.8.3	<i>Exigencias de seguridad</i> .....	128
12.	<b>INSTALACIÓN DE PROTECCIÓN CONTRA-INCENDIOS DE LA NAVE INDUSTRIAL Y SALA DE MÁQUINAS .....</b>	<b>131</b>
12.1	CARACTERIZACIÓN DEL EDIFICIO INDUSTRIAL .....	131
12.2	REQUISITOS CONSTRUCTIVOS DEL EDIFICIO INDUSTRIAL .....	134
12.2.1	<i>Exigencias de seguridad</i> .....	134
12.2.2	<i>Estabilidad al fuego de los elementos constructivos portantes</i> .....	135
12.2.3	<i>Resistencia al fuego de elementos constructivos de cerramiento</i> .....	135
12.2.4	<i>Evacuación de los establecimientos industriales</i> .....	136
12.2.5	<i>Ventilación y eliminación de humos</i> .....	138
12.3	REQUISITOS DE LAS INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CONTRA-INCENDIOS DEL EDIFICIO INDUSTRIAL .....	139
12.3.1	<i>Sistemas automáticos de detección y manuales de alarma de incendio</i> .....	139
12.3.2	<i>Sistemas de comunicación de alarma</i> .....	139
12.3.3	<i>Sistemas de boca de incendios equipadas e hidrantes</i> .....	139
12.3.4	<i>Extintores de incendio</i> .....	140
12.3.5	<i>Sistemas de rociadores automáticos de agua</i> .....	141
12.3.6	<i>Sistema de alumbrado de emergencia</i> .....	141
12.3.7	<i>Señalización</i> .....	141
12.3.8	<i>Resumen de las instalación PCI a implementar en cada sector</i> .....	142
13.	<b>INSTALACIÓN DE PROTECCIÓN CONTRA-INCENDIOS DE ZONA DE OFICINAS .....</b>	<b>143</b>
13.1	SI 1 – PROPAGACIÓN INTERIOR. ....	143
13.2	SI 2 – PROPAGACIÓN EXTERIOR.....	144
13.3	SI 3 – EVACUACIÓN DE OCUPANTES. ....	144
13.4	SI 4 –INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS.....	145
13.5	SI 5 – INTERVENCIÓN DE BOMBEROS.....	146
13.6	SI 6 – RESISTENCIA AL FUEGO DE LA ESTRUCTURA. ....	146
	<b>ANEJOS DE CÁLCULO .....</b>	<b>147</b>
	<b>ÍNDICE DE ANEJOS .....</b>	<b>149</b>
	<b>ANEJO I: CÁLCULO DE MEDIA TENSIÓN .....</b>	<b>151</b>
	<b>ANEJO II: CÁLCULO DE BAJA TENSIÓN .....</b>	<b>167</b>
	<b>ANEJO III: CÁLCULO DE LA CLIMATIZACIÓN Y VENTILACIÓN .....</b>	<b>273</b>
	<b>ANEJO IV: CÁLCULO DE LA PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS .....</b>	<b>301</b>
	<b>DOCUMENTO Nº 2: MEDICIONES Y PRESUPUESTOS .....</b>	<b>311</b>



<b>DOCUMENTO Nº 3: PLANOS.....</b>	<b>319</b>
<b>ÍNDICE DE PLANOS.....</b>	<b>321</b>
<b>DOCUMENTO Nº 4: PLIEGO DE CONDICIONES.....</b>	<b>335</b>
<b>DOCUMENTO Nº 5: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.....</b>	<b>359</b>
<b>BLIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>449</b>



# ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1 – ALTURA DE LAS ONDAS DE CORRUGADO MÁS HABITUALES	6
TABLA 2 - SUPERFICIES DE LAS ZONAS DE LA NAVE INDUSTRIAL.	9
TABLA 3 - SUPERFICIES DE LAS ZONAS DE LA SALA DE MÁQUINAS.	9
TABLA 4 - SUPERFICIES Y OCUPACIÓN DE LA ZONA DE OFICINAS, PLANTA BAJA.	10
TABLA 5 - SUPERFICIES Y OCUPACIÓN DE LA ZONA DE OFICINAS, PLANTA ALTA.	11
TABLA 6 - CARACTERÍSTICAS DEL SUMINISTRO ELÉCTRICO DE MEDIA TENSIÓN.	26
TABLA 7 - CARACTERÍSTICAS LÍNEA ELÉCTRICA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN.	26
TABLA 8 – DATOS TÉCNICOS DEL CABLE RHZ1-OL AL.	28
TABLA 9 – DIMENSIONES DE LA CASETA PFU-7	33
TABLA 10 – CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL TRANSFORMADOR DE 1250 kVA.	35
TABLA 11 - CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA CELDA DE LÍNEA CMGCOSMOS-L	41
TABLA 12 - CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA CELDA DE INTERRUPTOR PASANTE CMGCOSMOS-S	42
TABLA 13 - CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA CELDA DE PROTECCIÓN CMGCOSMOS-P	44
TABLA 14 – POTENCIAS DEL SUBCUADRO 1	49
TABLA 15 – POTENCIAS DEL SUBCUADRO 2	50
TABLA 16 – POTENCIAS DEL SUBCUADRO 3	50
TABLA 17 – POTENCIAS DEL SUBCUADRO 4	50
TABLA 18 – POTENCIAS DEL SUBCUADRO 5	50
TABLA 19 – POTENCIAS DEL SUBCUADRO 6	51
TABLA 20 – DATOS TÉCNICOS DEL CABLE RZ1-K 1x240.	55
TABLA 21 – CARACTERÍSTICAS MÍNIMAS PARA CANALIZACIONES AÉREAS	56
TABLA 22 – VALORES DE RESISTENCIA DE AISLAMIENTO Y RIGIDEZ DIELECTRICA.	60
TABLA 23 - CARACTERÍSTICAS DE LAS LÍNEAS DE FUERZA DISTRIBUCIÓN DE LA INSTALACIÓN INTERIOR.	61
TABLA 24 - CARACTERÍSTICAS DE LAS LÍNEAS DE FUERZA DEL SUBCUADRO SECUNDARIO 1	61
TABLA 25 - CARACTERÍSTICAS DE LAS LÍNEAS DE FUERZA DEL SUBCUADRO SECUNDARIO 2	62
TABLA 26 - CARACTERÍSTICAS DE LAS LÍNEAS DE FUERZA DEL SUBCUADRO SECUNDARIO 3	62
TABLA 27 - CARACTERÍSTICAS DE LAS LÍNEAS DE FUERZA DEL SUBCUADRO SECUNDARIO 4	62
TABLA 28 - CARACTERÍSTICAS DE LAS LÍNEAS DE FUERZA DEL SUBCUADRO SECUNDARIO 5	62
TABLA 29 - CARACTERÍSTICAS DE LAS LÍNEAS DE FUERZA DEL SUBCUADRO SECUNDARIO 6	63
TABLA 30 – EXIGENCIAS DE LUX MÍNIMOS SEGÚN NORMATIVA	71
TABLA 31 – TENSIÓN SOPORTADA A IMPULSOS SEGÚN CATEGORÍA DE SOBRETENSIÓN.	86
TABLA 32 – RESUMEN CARACTERÍSTICAS DE LOS INT. AUTOMÁTICOS DE LOS CIRCUITOS DE LA INSTALACIÓN INTERIOR.	92
TABLA 33 - CARACTERÍSTICAS DE LOS INT. AUTOMÁTICOS DE LOS CIRCUITOS DEL CSD 1	92
TABLA 34 - CARACTERÍSTICAS DE LOS INT. AUTOMÁTICOS DE LOS CIRCUITOS DEL CSD 2	92
TABLA 35 - CARACTERÍSTICAS DE LOS INT. AUTOMÁTICOS DE LOS CIRCUITOS DEL CSD 3	93
TABLA 36 - CARACTERÍSTICAS DE LOS INT. AUTOMÁTICOS DE LOS CIRCUITOS DEL CSD 4	93
TABLA 37 - CARACTERÍSTICAS DE LOS INT. AUTOMÁTICOS DE LOS CIRCUITOS DEL CSD 5	93
TABLA 38 - CARACTERÍSTICAS DE LOS INT. AUTOMÁTICOS DE LOS CIRCUITOS DEL CSD 6	93
TABLA 39 – CONDICIONES CLIMÁTICAS EXTERIORES	96
TABLA 40 – VALORES DE U, CERRAMIENTOS	97
TABLA 41 – ACTIVIDAD Y Nº DE PERSONAS DE CADA ZONA	98
TABLA 42. RESUMEN DE CARGAS TÉRMICAS SENSIBLES DE LA ZONA DE OFICINAS Y NAVE INDUSTRIAL	101
TABLA 43. RESUMEN DE CARGAS TÉRMICAS LATENTES DE LA ZONA DE OFICINAS Y NAVE INDUSTRIAL	101
TABLA 44 – CARACTERÍSTICAS DEL CLIMATIZADOR MUNDOCLIMA, ZONA OFICINAS	114
TABLA 45 – CARACTERÍSTICAS DEL CLIMATIZADOR KEYTER, NAVE INDUSTRIAL	118
TABLA 46 – CLASES DE REACCIÓN AL FUEGO DE LOS ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS	143
TABLA 47 - CONDICIONES DE LA INSTALACIÓN DE LA ACOMETIDA	151



TABLA 48 - DENSIDAD DE CORRIENTE MÁXIMA DE LOS CONDUCTORES EN RÉGIMEN PERMANENTE.	156
TABLA 49 – RESUMEN DE LOS CÁLCULOS SEGÚN EL CRITERIO DE CAPACIDAD POR CARGA PERMANENTE	171
TABLA 50 – RESUMEN DE LAS SECCIONES ELEGIDAS PARA LOS CIRCUITOS DE LA INSTALACIÓN INTERIOR	174
TABLA 51 – RESUMEN DE LOS CÁLCULOS DE CORTOCIRCUITO	271
TABLA 52. CÁLCULOS DE LA CARGA SENSIBLE A1 – RADIACIÓN POR VENTANAS, EN ZONA DE OFICINAS	277
TABLA 53. CÁLCULOS DE LA CARGA SENSIBLE A1 – RADIACIÓN POR VENTANAS, EN LA NAVE DE PRODUCCIÓN	277
TABLA 54 - CÁLCULOS DE LA CARGA SENSIBLE A2 – TRANSMISIÓN POR VENTANAS, EN ZONA DE OFICINAS	279
TABLA 55 - CÁLCULOS DE LA CARGA SENSIBLE A2 – TRANSMISIÓN POR VENTANAS, EN LA NAVE INDUSTRIAL	279
TABLA 56 - CÁLCULOS DE LA CARGA SENSIBLE A3 – PAREDES INTERIORES, EN ZONA DE OFICINAS	282
TABLA 57 - CÁLCULOS DEL VOLUMEN DE AIRE DE INFILTRACIONES	283
TABLA 58 - CÁLCULOS DE LA CARGA SENSIBLE A4 – INFILTRACIONES, EN ZONA DE OFICINAS	283
TABLA 59 - CÁLCULOS DE LA CARGA SENSIBLE A4 – INFILTRACIONES, EN LA NAVE INDUSTRIAL	283
TABLA 60 - CÁLCULOS DE LA CARGA SENSIBLE A5 – POR OCUPACIÓN, EN ZONA DE OFICINAS	284
TABLA 61 - CÁLCULOS DE LA CARGA SENSIBLE A5 – POR OCUPACIÓN, NAVE INDUSTRIAL	284
TABLA 62 - CÁLCULOS DE LA CARGA SENSIBLE A6 – POR ILUMINACIÓN, EN ZONA DE OFICINAS	285
TABLA 63 - CÁLCULOS DE LA CARGA SENSIBLE A6 – POR ILUMINACIÓN, EN LA NAVE INDUSTRIAL	285
TABLA 64 - CÁLCULOS DE LA CARGA SENSIBLE A7 – POR EQUIPOS Y MÁQUINAS, EN ZONA DE OFICINAS	286
TABLA 65 - CÁLCULOS DE LA CARGA SENSIBLE A7 – POR EQUIPOS Y MÁQUINAS, EN NAVE INDUSTRIAL	286
TABLA 66 - CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AIRE DE INFILTRACIONES AL LOCAL.	287
TABLA 67 - CÁLCULOS DE LA CARGA SENSIBLE A8 – AIRE DE VENTILACIÓN, EN ZONA DE OFICINAS	287
TABLA 68 - CÁLCULOS DE LA CARGA SENSIBLE A8 – AIRE DE VENTILACIÓN, EN LA NAVE INDUSTRIAL	287
TABLA 69 - CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AIRE DE INFILTRACIONES AL LOCAL	289
TABLA 70 - CÁLCULOS DE LA CARGA LATENTE B1 – AIRE DE VENTILACIÓN, EN ZONA DE OFICINAS	289
TABLA 71 - CÁLCULOS DE LA CARGA LATENTE B1 – AIRE DE VENTILACIÓN, EN NAVE DE PRODUCCIÓN	289
TABLA 72 - CÁLCULOS DE LA CARGA LATENTE B2 – POR OCUPACIÓN, EN ZONA DE OFICINAS	290
TABLA 73 - CÁLCULOS DE LA CARGA LATENTE B2 – POR OCUPACIÓN, EN LA NAVE INDUSTRIAL	290
TABLA 74. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AIRE DE INFILTRACIONES AL LOCAL.	291
TABLA 75 - CÁLCULOS DE LA CARGA LATENTE B4 – POR AIRE DE VENTILACIÓN, EN ZONA DE OFICINAS	291
TABLA 76 - CÁLCULOS DE LA CARGA LATENTE B4 – POR AIRE DE VENTILACIÓN, EN ZONA DE OFICINAS	291
TABLA 77 - RESUMEN DE LAS CARGAS TÉRMICAS EN LA ZONA DE OFICINAS	292
TABLA 78 - RESUMEN DE LAS CARGAS TÉRMICAS EN LA NAVE DE PRODUCCIÓN	292
TABLA 79 – RESUMEN DE LOS CÁLCULOS DE LA POTENCIA FRIGORÍFICA NECESARIA PARA LA ZONA DE OFICINAS	296
TABLA 80 - RESUMEN DE LOS CÁLCULOS DE LA POTENCIA FRIGORÍFICA NECESARIA PARA LA NAVE INDUSTRIAL	297
TABLA 81 – ACTIVIDADES REALIZADAS EN CADA ZONA	301
TABLA 82 – PORCENTAJE DE SUPERFICIE DE LA RA, EMPLEADA EN FÓRMULA	304
TABLA 83 – NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO DE CADA SECTOR DE INCENDIOS	304
TABLA 84 – SUPERFICIE MÁXIMA DE LOS SECTORES ESTABLECIDOS	306
TABLA 85 – TABLA DE LA ESTABILIDAD AL FUEGO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES PORTANTES	306
TABLA 86 – TABLA DE LA RESISTENCIA AL FUEGO DE TODA MEDIANERÍA O MURO COLINDANTE CON OTRO ESTABLECIMIENTO.	306



# ÍNDICE DE FIGURAS

ILUSTRACIÓN 1. EMPLAZAMIENTO DE LA NAVE INDUSTRIAL.....	4
ILUSTRACIÓN 2. DETALLE DE LA COMPOSICIÓN DEL CARTÓN ONDULADO. ....	5
ILUSTRACIÓN 3. PROCESO PRODUCTIVO DEL CARTÓN ONDULADO. ....	5
ILUSTRACIÓN 4. TIPOS DE CARTÓN ONDULADO. ....	7
ILUSTRACIÓN 5. LAY-OUT DE LAS ZONAS CON DISTINTA OCUPACIÓN DE LA NAVE INDUSTRIAL. ....	8
ILUSTRACIÓN 6. LAY-OUT DE LAS PLANTAS DE LA ZONA DE OFICINAS. ....	10
ILUSTRACIÓN 7. CONTRIBUCIÓN SOLAR MÍNIMA ANUAL PARA ACS EN %.....	13
ILUSTRACIÓN 8. PÉRDIDAS LÍMITE. ....	14
ILUSTRACIÓN 9. ZONA CLIMÁTICA SEGÚN LA RADIACIÓN SOLAR MEDIA GLOBAL. ....	14
ILUSTRACIÓN 10. RADIACIÓN SOLAR GLOBAL MEDIA DIARIA ANUAL. ....	15
ILUSTRACIÓN 11. DEMANDA UNITARIA DE REFERENCIA A 60 °C. ....	15
ILUSTRACIÓN 12. PLAN DE VIGILANCIA.....	16
ILUSTRACIÓN 13. PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LOS SISTEMAS DE CAPTACIÓN. ....	16
ILUSTRACIÓN 14. ÁMBITO DE APLICACIÓN DEL CTE-DB HE 5. ....	17
ILUSTRACIÓN 15. NUEVA SUBESTACIÓN DIEGO DE TORRES, 80 MVA. ....	25
ILUSTRACIÓN 16. DETALLE DEL CABLE DE LA LÍNEA DE ENLACE EN MT. ....	28
ILUSTRACIÓN 17. CROQUIS DE LA ZANJA PARA CABLES EN MT Y DIMENSIONES.....	29
ILUSTRACIÓN 18. ESQUEMA CT, CENTRO DE ENTREGA EN RED SUBTERRÁNEA. ....	30
ILUSTRACIÓN 19. CASETA PREFABRICADA ORMAZABAL, TIPO PFU.....	31
ILUSTRACIÓN 20. ESQUEMA UNIFILAR DE LAS CELDAS DE M.T.....	32
ILUSTRACIÓN 21. DETALLE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN PFU-7.....	33
ILUSTRACIÓN 22. VISTA FRONTAL CASETA PFU-7.....	34
ILUSTRACIÓN 23. TRANSFORMADOR OMARZABAL.....	34
ILUSTRACIÓN 24. CELDA OMARZABAL CGCOSMOS.....	37
ILUSTRACIÓN 25. COMPARTIMENTOS DE LAS CELDAS CMGCOSMOS DE ORMAZABAL.....	38
ILUSTRACIÓN 26. ESQUEMA ELÉCTRICO. CELDA DE LÍNEA CGMCOSMOS-L.....	41
ILUSTRACIÓN 27. ESQUEMA ELÉCTRICO. CELDA DE INTERRUPTOR PASANTE CGMCOSMOS-S.....	42
ILUSTRACIÓN 28. ESQUEMA ELÉCTRICO. CELDA DE PROTECCIÓN CGMCOSMOS-P.....	43
ILUSTRACIÓN 29. DETALLE DE LA EXTRACCIÓN DEL CARRO PORTAFUSIBLES.....	43
ILUSTRACIÓN 30. ESQUEMA ELÉCTRICO. CELDA DE MEDIDA CGCOSMOS-M.....	45
ILUSTRACIÓN 31. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA CELDA DE MEDIDA CMGCOSMOS-M.....	45
ILUSTRACIÓN 32. ESQUEMA GENERAL DE INSTALACIÓN DE ENLACE PARA UN USUARIO.....	48
ILUSTRACIÓN 33. CAÍDAS DE TENSIÓN MÁXIMAS ADMISIBLES SEGÚN CONFIGURACIÓN.....	49
ILUSTRACIÓN 34. ESQUEMA DE CONEXIÓN TT.....	52
ILUSTRACIÓN 35. CAJA DE PROTECCIÓN Y MEDIDA. CPM 2-D4.....	53
ILUSTRACIÓN 36. SECCIÓN DE LOS CONDUCTORES DE PROTECCIÓN.....	55
ILUSTRACIÓN 37. UBICACIÓN DE LAS MÁQUINAS.....	58
ILUSTRACIÓN 38. IDENTIFICACIÓN DE CABLES.....	59
ILUSTRACIÓN 39. EJEMPLO DE LUMINARIA INCANDESCENTE.....	65
ILUSTRACIÓN 40. CLASIFICACIÓN DE LAS LÁMPARAS DE DESCARGA.....	65
ILUSTRACIÓN 41. EJEMPLO DE LUMINARIA FLUORESCENTE.....	66
ILUSTRACIÓN 42. EJEMPLO DE LUMINARIA DE MERCURIO DE ALTA PRESIÓN.....	66
ILUSTRACIÓN 43. EJEMPLO DE LUMINARIA DE LUZ DE MEZCLA.....	67
ILUSTRACIÓN 44. EJEMPLO DE LUMINARIA CON HALOGENUROS METÁLICOS.....	67
ILUSTRACIÓN 45. EJEMPLO DE LUMINARIA DE SODIO DE BAJA PRESIÓN.....	68
ILUSTRACIÓN 46. EJEMPLO DE LUMINARIA DE VAPOR DE SODIO DE ALTA PRESIÓN.....	68
ILUSTRACIÓN 47. COMPARATIVA DE DIFERENTES TIPOS DE ILUMINACIÓN.....	70



ILUSTRACIÓN 48. CARACTERÍSTICAS DE LA LUMINARIA DE LA ZONA DE OFICINAS.....	71
ILUSTRACIÓN 49. CARACTERÍSTICAS DE LA LUMINARIA DE LA SALA DE MÁQUINAS.....	71
ILUSTRACIÓN 50. LUMINARIA PHILIPS INDUSTRIAL 218 W PARA NAVE DE PRODUCCIÓN .....	72
ILUSTRACIÓN 51. CARACTERÍSTICAS DE LA LUMINARIA DE LA NAVE INDUSTRIAL.....	72
ILUSTRACIÓN 52. CARACTERÍSTICAS DE LAS LUMINARIAS DE EXTERIOR .....	73
ILUSTRACIÓN 53. CARACTERÍSTICAS DE LAS LUMINARIAS DE EMERGENCIA .....	73
ILUSTRACIÓN 54. UBICACIÓN DE LAS LUMINARIAS EN LA PLANTA BAJA. ....	74
ILUSTRACIÓN 55. VISTA 3D DE LA ILUMINACIÓN EN LA PLANTA BAJA .....	74
ILUSTRACIÓN 56. UBICACIÓN DE LAS LUMINARIAS EN LA PLANTA ALTA. ....	75
ILUSTRACIÓN 57. VISTA 3D DE LA ILUMINACIÓN EN LA PLANTA ALTA .....	75
ILUSTRACIÓN 58. UBICACIÓN DE LAS LUMINARIAS EN EL COMEDOR DE FÁBRICA.....	76
ILUSTRACIÓN 59. VISTA 3D DE LA ILUMINACIÓN EN EL COMEDOR DE FÁBRICA .....	76
ILUSTRACIÓN 60. UBICACIÓN DE LAS LUMINARIAS EN LAS SALAS DE MÁQUINAS .....	77
ILUSTRACIÓN 61. VISTA 3D DE LA ILUMINACIÓN EN LAS SALAS DE MÁQUINAS.....	77
ILUSTRACIÓN 62. UBICACIÓN DE LAS LUMINARIAS EN LA NAVE INDUSTRIAL .....	78
ILUSTRACIÓN 63. VISTA 3D DE LA ILUMINACIÓN EN LA NAVE INDUSTRIAL.....	78
ILUSTRACIÓN 64. UBICACIÓN DE LAS LUMINARIAS EN EL EXTERIOR .....	79
ILUSTRACIÓN 65. VISTA 3D DE LA ILUMINACIÓN EN EL EXTERIOR.....	80
ILUSTRACIÓN 66. PROTECCIÓN TÉRMICA CONTRA SOBRECARGAS DE UN INTERRUPTOR AUTOMÁTICO.....	82
ILUSTRACIÓN 67. CURVA TÉRMICA CARACTERÍSTICA DE UN INTERRUPTOR AUTOMÁTICO.....	83
ILUSTRACIÓN 68. PROTECCIÓN MAGNÉTICA CONTRA SOBRECARGAS DE UN INTERRUPTOR AUTOMÁTICO. ....	83
ILUSTRACIÓN 69. CURVA MAGNÉTICA CARACTERÍSTICA DE UN INTERRUPTOR AUTOMÁTICO. ....	84
ILUSTRACIÓN 70. PROTECCIÓN EN LOS LOCALES NO CONDUCTORES.....	89
ILUSTRACIÓN 71. SISTEMA CENTRALIZADO DE CLIMATIZACIÓN .....	102
ILUSTRACIÓN 72. SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN AIRE ZONE. ....	103
ILUSTRACIÓN 73. SISTEMA DE INSTALACIÓN COMUNITARIA POR AIRE-AGUA .....	104
ILUSTRACIÓN 74. SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN AGUA-AGUA.....	105
ILUSTRACIÓN 75. SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN POR SUELO RADIANTE.....	106
ILUSTRACIÓN 76. UNIDAD DE TRATAMIENTO DE AIRE (UTA). ....	107
ILUSTRACIÓN 77. CALDERA DE AGUA CALIENTE DE FERROLI .....	109
ILUSTRACIÓN 78. ENFRIADORA DE AGUA KEYTER.....	109
ILUSTRACIÓN 79. EJEMPLO DE RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA .....	111
ILUSTRACIÓN 80. BOCETO DE RED DE DISTRIBUCIÓN DE AIRE.....	112
ILUSTRACIÓN 81. DIFUSOR ZONA OFICINAS, CIRCULAR CÓNICO .....	112
ILUSTRACIÓN 82. REJILLAS DIFUSIÓN DE AIRE EN LA ZONA INDUSTRIAL .....	113
ILUSTRACIÓN 83. CLIMATIZADOR MUNDOCLIMA, ZONA OFICINAS.....	114
ILUSTRACIÓN 84. ESTRUCTURA DEL CLIMATIZADOR .....	115
ILUSTRACIÓN 85. VENTILADOR DEL CLIMATIZADOR MUNDOCLIMA.....	115
ILUSTRACIÓN 86. BATERÍAS DEL CLIMATIZADOR MUNDOCLIMA .....	116
ILUSTRACIÓN 87. RECUPERADORES DEL CLIMATIZADOR MUNDOCLIMA .....	117
ILUSTRACIÓN 88. SECCIÓN DE MEZCLAS DEL CLIMATIZADOR MUNDOCLIMA .....	117
ILUSTRACIÓN 89. HUMECTADOR DEL CLIMATIZADOR MUNDOCLIMA.....	117
ILUSTRACIÓN 90. CLIMATIZADOR KEYTER, NAVE INDUSTRIAL .....	119
ILUSTRACIÓN 91. EFICIENCIA DEL CLIMATIZADOR KEYTER POR ESTACIÓN .....	119
ILUSTRACIÓN 92. TASAS METABÓLICAS SEGÚN NIVEL DE ACTIVIDAD.....	120
ILUSTRACIÓN 93. CONDICIONES INTERIORES DE DISEÑO RITE .....	121
ILUSTRACIÓN 94. CALIDAD IDA.....	121
ILUSTRACIÓN 95. CATEGORÍAS IDA .....	121
ILUSTRACIÓN 96. CALIDAD DEL AIRE EXTERIOR (ODA) .....	122
ILUSTRACIÓN 97. CLASES DE FILTROS A INSTALAR.....	122
ILUSTRACIÓN 98. CLASES DE ESTANQUEIDAD .....	127
ILUSTRACIÓN 99. ESTABLECIMIENTO CONTRA-INCENDIOS TIPO C .....	132
ILUSTRACIÓN 100. SECTORIZACIÓN 1 – NAVE INDUSTRIAL .....	132
ILUSTRACIÓN 101. SECTORIZACIÓN 2 - SALA MÁQUINAS.....	133



ILUSTRACIÓN 102. NIVEL DE RIESGO Y SUPERFICIE MÁXIMA PERMITIDA DE LOS SECTORES.....	133
ILUSTRACIÓN 103. RESISTENCIA AL FUEGO DE ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS DE CERRAMIENTO. ....	136
ILUSTRACIÓN 104. RESUMEN DE LAS INSTALACIONES PCI A IMPLEMENTAR EN CADA SECTOR.....	142
ILUSTRACIÓN 105. RESISTIVIDAD DEL TERRENO SEGÚN NATURALEZA Y GRADO DE HUMEDAD .....	151
ILUSTRACIÓN 106. INTENSIDADES MÁXIMAS ADMISIBLES EN SERVICIO PERMANENTE Y CON CORRIENTE ALTERNA. CABLES UNIPOLARES AISLADOS DE HASTA 18/30 V BAJO TUBO .....	152
ILUSTRACIÓN 107. FACTOR DE CORRECCIÓN POR TEMPERATURA DISTINTA DE 25 °C .....	153
ILUSTRACIÓN 108. FACTOR DE CORRECCIÓN POR RESISTIVIDAD TÉRMICA DEL TERRENO DISTINTA DE 1,5K·M/W .....	153
ILUSTRACIÓN 109. FACTOR DE CORRECCIÓN PARA PROFUNDIDADES DE LA INSTALACIÓN DISTINTAS DE 1 M.....	154
ILUSTRACIÓN 110. TABLA RESUMEN DE CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS DE LA LÍNEA ENTRE SUBESTACIÓN – CT.....	155
ILUSTRACIÓN 111. MODO DE INSTALACIÓN DE LOS CIRCUITOS DI Y HACIA CSD. ....	167
ILUSTRACIÓN 112. MODO DE INSTALACIÓN DE LOS CIRCUITOS DESDE CSD HASTA RECEPTORES. ....	167
ILUSTRACIÓN 113. FACTOR DE CORRECCIÓN DE LA INTENSIDAD ADMISIBLE PARA TEMPERATURAS AMBIENTE DIFERENTES DE 40 °C .....	169
ILUSTRACIÓN 114. FACTOR DE AGRUPAMIENTO SEGÚN NÚMERO DE CIRCUITOS.....	170
ILUSTRACIÓN 115. FACTORES DE REDUCCIÓN POR AGRUPAMIENTO PARA VARIOS CABLES UNIPOLARES AL AIRE (MÉTODO F) ...	170
ILUSTRACIÓN 116. CAÍDA DE TENSIÓN ADMISIBLE SEGÚN ITC-BT-19 .....	172
ILUSTRACIÓN 117. DATOS TÉCNICOS DE LAS BANDEJAS PORTACABLES A UTILIZAR.....	176
ILUSTRACIÓN 118. DATOS TÉCNICOS DEL TUBO FLEXIBLE A INSTALAR .....	177
ILUSTRACIÓN 119. CARACTERÍSTICAS DE LOS DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN. ....	178
ILUSTRACIÓN 120. CARACTERÍSTICAS TIEMPO-CORRIENTE PARA LA PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGAS. ....	179
ILUSTRACIÓN 121. INTENSIDADES DE FUNCIONAMIENTO PARA INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS. ....	179
ILUSTRACIÓN 122. VALORES DE LA CONSTANTE “K” SEGÚN MATERIAL Y AISLANTE .....	180
ILUSTRACIÓN 123. RESUMEN DEL PROCEDIMIENTO PARA LA SELECCIÓN DE LA APARAMENTA DE PROTECCIÓN .....	181
ILUSTRACIÓN 124. VARIABLES DE UN CORTOCIRCUITO. ....	266
ILUSTRACIÓN 125. VALORES TIPO DE LA REACTANCIA EN CABLES. ....	267
ILUSTRACIÓN 126. VALORES DEL FACTOR DE TENSIÓN PARA CÁLCULO DE CORTOCIRCUITO. ....	267
ILUSTRACIÓN 127. ESQUEMA ELÉCTRICO DEL CIRCUITO DE THEVENIN HASTA JDB PRINCIPAL .....	269
ILUSTRACIÓN 128. CONDICIONES EXTERIORES SEGÚN NORMA .....	275
ILUSTRACIÓN 129. CONDICIONES CLIMÁTICAS PARA PROYECTOS, SEGÚN LA NORMA UNE 100-001-85. ....	276
ILUSTRACIÓN 130. RESUMEN DE LAS CONDICIONES CLIMATOLÓGICAS DEL PROYECTO .....	276
ILUSTRACIÓN 131. FACTORES DE CORRECCIÓN SEGÚN EL TIPO DE VIDRIO DE LA VENTANA. ....	278
ILUSTRACIÓN 132. FACTOR DE ATENUACIÓN SEGÚN EL TIPO DE PERSIANA. ....	278
ILUSTRACIÓN 133. RADIACIÓN SOLAR SEGÚN EL DÍA Y LA HORA SOLAR. ....	278
ILUSTRACIÓN 134. DIFERENCIA DE TEMPERATURAS EQUIVALENTE, DTE DE MUROS. ....	280
ILUSTRACIÓN 135. DIFERENCIA DE TEMPERATURAS EQUIVALENTE, DTE DE TECHOS. ....	281
ILUSTRACIÓN 136. CORRECCIÓN DE LA DIFERENCIA DE TEMPERATURAS EQUIVALENTE, DTE. ....	281
ILUSTRACIÓN 137. CAUDAL DE AIRE DE INFILTRACIONES POR PERSONA Y PUERTA. ....	283
ILUSTRACIÓN 138. CALOR EMITIDO POR LAS PERSONAS, EN W. ....	284
ILUSTRACIÓN 139. FACTOR DE CORRECCIÓN SEGÚN EL TIPO DE LUMINARIA .....	285
ILUSTRACIÓN 140. GANANCIA DE CALOR SENSIBLE Y LATENTE DE LOS EQUIPOS Y MÁQUINAS. ....	286
ILUSTRACIÓN 141. CAUDAL DE AIRE DE VENTILACIÓN EXTERIOR, EN L/S .....	288
ILUSTRACIÓN 142. CICLO REAL DE ACONDICIONAMIENTO DE AIRE.....	293
ILUSTRACIÓN 143. REPRESENTACIÓN DEL CICLO BÁSICO DE ACONDICIONAMIENTO DE AIRE .....	294
ILUSTRACIÓN 144. DATOS TÉCNICOS CLIMATIZADOR ZONA OFICINAS .....	298
ILUSTRACIÓN 145. DIMENSIONES CLIMATIZADOR ZONA OFICINAS .....	298
ILUSTRACIÓN 146. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL CLIMATIZADOR ZONA NAVE INDUSTRIAL .....	299
ILUSTRACIÓN 147. DATOS TÉCNICOS ENFRIADORA DE AGUA ZONA OFICINAS.....	299
ILUSTRACIÓN 148. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA ENFRIADORA DE AGUA ZONA OFICINAS .....	300
ILUSTRACIÓN 149. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA CALDERA.....	300
ILUSTRACIÓN 150. TABLA DEL GRADO DE PELIGROSIDAD DE LOS COMBUSTIBLES. ....	303
ILUSTRACIÓN 151. CARGA DE FUEGO SECTOR 1.....	303
ILUSTRACIÓN 152. CARGA DE FUEGO SECTOR 2.....	304
ILUSTRACIÓN 153. TABLA DE NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO SEGÚN DENSIDAD DE CARGA DE FUEGO.....	305



ILUSTRACIÓN 154. TABLA DE SUPERFICIE MÁXIMA ADMISIBLE DE CADA SECTOR DE INCENDIO .....	305
ILUSTRACIÓN 155. EXPRESIONES PARA DETERMINAR LA EVACUACIÓN DE LOS ESTABLECIMIENTOS INDUSTRIALES. ....	307
ILUSTRACIÓN 156. TABLA DE NECESIDAD DE HIDRANTES EXTERIORES SEGÚN CONFIGURACIÓN.....	307
ILUSTRACIÓN 157. TABLA DE NECESIDADES DE AGUA PARA HIDRANTES EXTERIORES.....	307
ILUSTRACIÓN 158. DETERMINACIÓN DE LA DOTACIÓN DE EXTINTORES PORTÁTILES EN SECTORES DE INCENDIOS .....	308
ILUSTRACIÓN 159. CARACTERÍSTICAS DE LAS BOMBAS DE INCENDIO EQUIPADAS. ....	308
ILUSTRACIÓN 160. RESUMEN DE LAS INSTALACIONES Y SUS CARACTERÍSTICAS A INSTALAR.....	309



# **DOCUMENTO N° 1: MEMORIA DESCRIPTIVA**

---







# 1. OBJETO Y ALCANCE DEL PROYECTO

---

EL desarrollo del presente proyecto tiene como objetivo describir, calcular, definir y justificar las condiciones técnicas y de seguridad de las instalaciones principales para el edificio industrial dedicado a la fabricación de cartón ondulado. Comprendiendo el diseño completo de la instalación eléctrica de Baja y Media Tensión, la instalación de climatización y ventilación y la instalación de protección contra-incendios de la nave industrial en estudio.

Teniendo en cuenta que la principal actividad de la industria sobre la cual se va a realizar el estudio es la fabricación y suministro de embalaje de cartón ondulado para el empaquetado, protección y promoción de los productos.

Cada una de las partes de este proyecto, persigue el exponer claramente y de manera inequívoca las características de las instalaciones en estudio. Para ello se ha tenido en cuenta todos los reglamentos y normativa vigentes, tal como se indica en el apartado correspondiente. Las instalaciones no serán una modificación ni ampliación de otras existentes, sino que serán totalmente de nueva implantación, según los criterios y el diseño expuesto en este proyecto.

## 2. JUSTIFICACIÓN

---

EL propósito del proyecto es demostrar los conocimientos adquiridos durante los años de estudio del grado y máster, en el ámbito de la ingeniería, especialmente en las ramas eléctrica, aunque con gran influencia de otras áreas de conocimiento como la termodinámica, hidráulica, etc. Con tal motivo, se desarrollan los documentos pertinentes, donde se aplican los conocimientos mencionados al diseño completo de las instalaciones de una industria.

## 3. ANTECEDENTES

---

SE procede a la realización del Proyecto de diseño de las Instalaciones principales de una fábrica de cartón ondulado.

En consecuencia, se redacta el presente proyecto con el fin de cumplir las prescripciones legales y administrativas en vigor, de manera que los documentos redactados sirvan de base para la ejecución de las instalaciones que se describen en ellos.



## 4. EMPLAZAMIENTO

La nave industrial se encuentra ubicada en el polígono industrial *Dehesa Boyal, S/N*, en la carretera industrial Dehesa Boyal, kilómetro 1, emplazada en el término municipal de Pozoblanco, con código postal 14400.

La superficie aproximada del terreno es de 45.000 metros cuadrados, donde se construye la nave industrial, accesos, aparcamientos, viales para el tránsito de camiones y el resto de elementos necesarios para las instalaciones auxiliares, etc.



**Ilustración 1.** *Emplazamiento de la nave industrial*

## 5. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO INDUSTRIAL

La principal actividad es la fabricación de cartón ondulado, a partir de bobinas, para embalaje. El cartón ondulado consiste en la unión alternativa de papeles planos y ondulados para formar planchas.

Se permiten diferentes alternativas que dan como resultado diferentes tipos y grosores de plancha dependiendo del número de caras lisas y onduladas pegadas alternativamente. Otro factor a tener en cuenta es la gama de materiales, ya que depende de la calidad y gramajes de los papeles que se combinen.



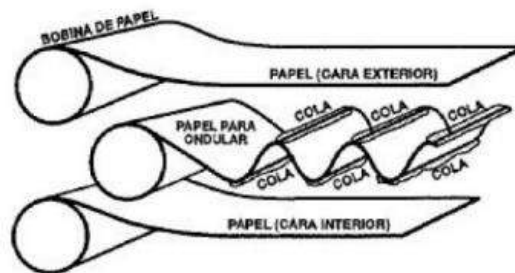
El proceso productivo detallado es el siguiente:

- **Diseño:** Inicialmente se crea un prototipo de la caja mediante un software específico, de manera que se tiene en cuenta las propiedades estructurales (dimensiones del producto, peso del producto y las condiciones climatológicas que soportará la caja en un futuro almacenamiento).

Una de las principales ventajas de realizar este paso inicial es el ahorro de papel proveniente de las bobinas de materia prima, de modo que se puede obtener la menor cantidad de residuo al final del proceso productivo.

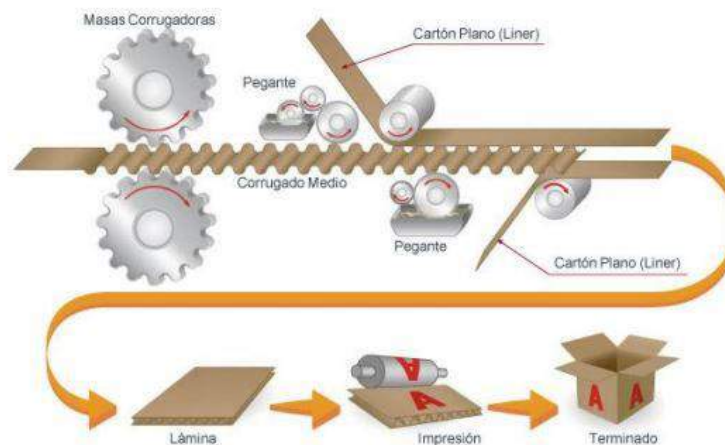
- **Corrugado/Ondulado:** La plancha de cartón ondulado se fabrica en una máquina denominada “Onduladora”. Esta máquina realiza valles en las láminas provenientes de las bobinas de papel, con el objetivo de aumentar la resistencia de las placas.

Las láminas ya onduladas se colocan entre una o dos láminas lisas de papel y se aplica un adhesivo (generalmente a base de almidón en proporciones muy específicas), junto con la acción de vapor y calor.



**Ilustración 2.** Detalle de la composición del cartón ondulado.

- **Corte/Troquelado:** Etapa en la que realizan los cortes necesarios y pliegues indicados en el patrón de diseño, para posteriormente proceder a un correcto armado.



**Ilustración 3.** Proceso productivo del cartón ondulado.



- **Impresión:** Se realiza según las especificaciones requeridas por el cliente, hay 3 tipos de impresión:
  - ❖ Sobre cartón, se realiza directamente sobre el cartón.
  - ❖ Sobre lámina, se realiza sobre una lámina blanca, para obtener mayor calidad en la impresión.
  - ❖ Autoadhesivos, se agregan los mismos impresos individualmente en proceso separado, de manera que se consigue una perfecta terminación de imagen sobre la caja.
- **Plegado y grapado (flejado):** Se realiza mediante plegadoras, según diseño y requerimientos de cliente, de manera que se aplica puntos de pegamento en diferentes puntos, si la caja es de grandes dimensiones y se quiere reforzar la unión, se unen mediante grapas.
- **Inspección:** Una vez se tiene el cartón ondulado e impreso, se procede a realizar una inspección de calidad, para asegurar que todos los pasos anteriores se han realizado respetando las normas de calidad establecidas.
- **Paletizado y Almacenamiento:** Una vez terminado, se forman los palets y se apilan las cajas para su posterior distribución.

## 5.1 TIPOS DE PRODUCTO

Cabe mencionar los principales tipos de cartón que se producen, de manera que se consiga las especificaciones de cliente en términos de estética, tamaño, rigidez, etc. La altura de la onda del corrugado influye directamente en la resistencia al apilamiento de la caja, siendo este parámetro uno de los más relevantes para productores y clientes, puesto que indica el peso que puede soportar la caja sometida a una carga. El tamaño de la onda esta normalizado tal como se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 1** – *Altura de las Ondas de corrugado más habituales*

Onda	Perfil (mm)
A	4,2 – 4,8
C	3,5 – 4,2
B	2,2 - 2,8
E	1,14 – 1,39
F	0,75 – 0,8
N	0,5 – 0,55



### 5.1.1 Single Face

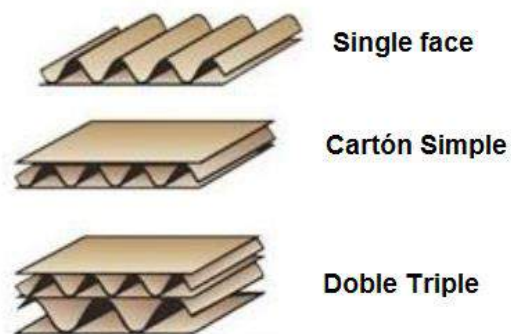
Este tipo de cartón está compuesto por dos capas de papel, una lisa y una ondulada tipo C. Su uso más habitual es para embalaje de electrodomésticos, frutas otros productos, destacando que este tipo de cartón no se puede fabricar para cajas.

### 5.1.2 Cartón Simple

Este tipo de cartón está compuesto por tres capas de papel, uno ondulado tipo B o C, dependiendo de los requerimientos de firmeza y flexibilidad, cubierta a ambos lados por papel liso pudiendo ser este impreso o no.

### 5.1.3 Doble triple

Este tipo de cartón está compuesto por cinco capas de papel, estando estructuradas desde el interior hacia fuera de la siguiente manera: en primer lugar una capa lisa sin imprimir, una ondulada tipo C, en tercer lugar una capa lisa, en cuarto lugar una capa ondulada tipo B, y por último una capa lisa la cual puede ir impresa según especificaciones del cliente.



**Ilustración 4.** Tipos de cartón ondulado.

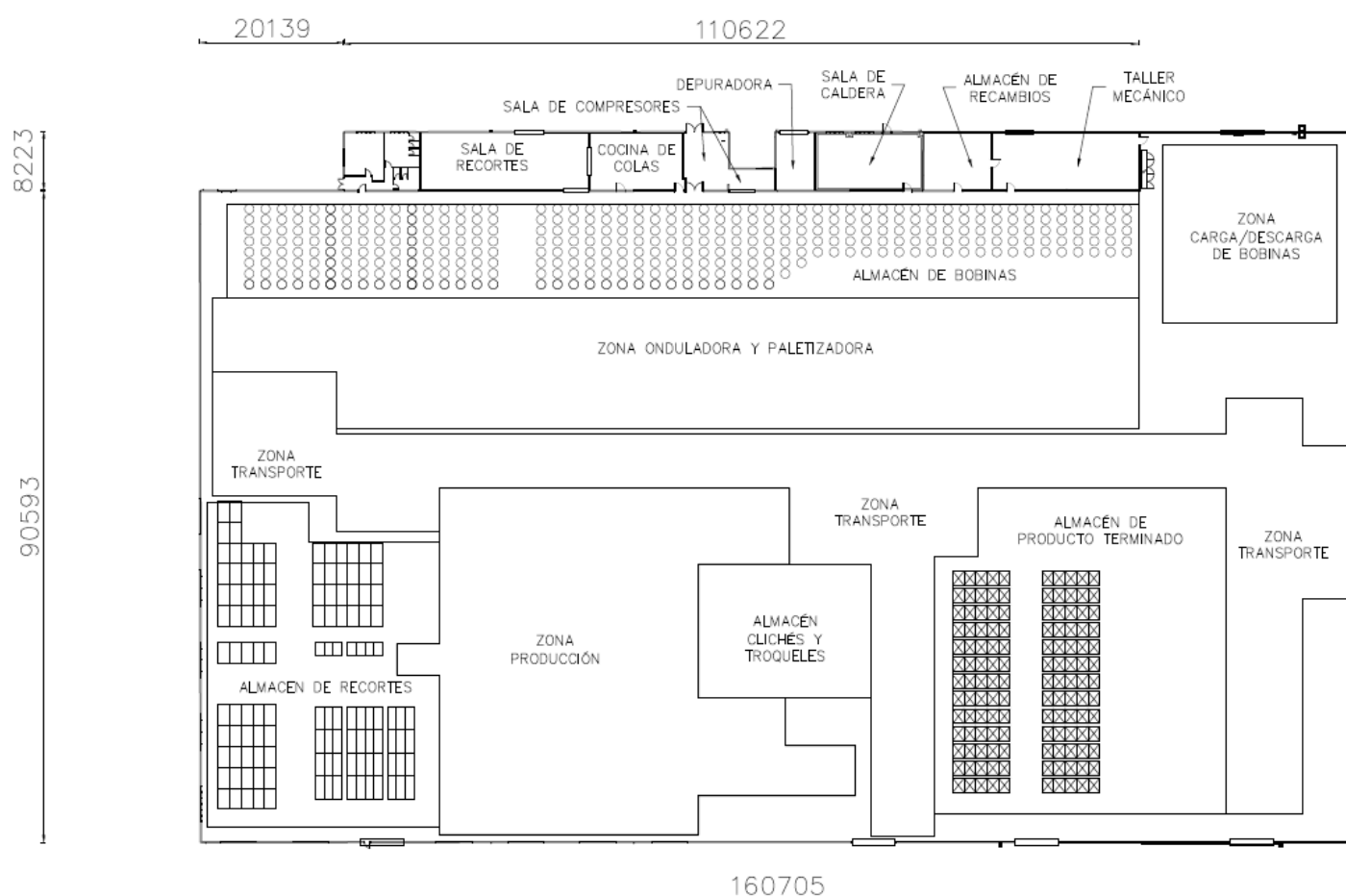


## 6. LAY-OUT DEL EDIFICIO INDUSTRIAL

El objetivo de este apartado es describir qué actividades se llevarán a cabo en la parte de fabricación del cartón ondulado y por otro lado cuáles se desarrollan en la zona de oficinas. Además, describiendo cuáles son sus superficies útiles de cada una de las zonas. Sabiendo que la parcela tiene una superficie aproximada de 45.000 m<sup>2</sup>.

### 6.1 ZONA INDUSTRIAL DE PRODUCCIÓN

Para el desarrollo de la actividad empresarial mencionada, la industria cuenta con una zona de producción y almacenaje de material y otra zona de sala de máquinas para los servicios auxiliares que se requieran. La superficie total de la nave industrial es de 15.715 metros cuadrados construidos, que se reparten en las distintas zonas tal como se muestran en las siguientes tablas.



**Ilustración 5.** Lay-out de las zonas con distinta ocupación de la nave industrial.



La siguiente tabla muestra las superficies de las distintas zonas en las que se ha clasificado la nave de producción del cartón ondulado y los distintos almacenes necesarios para llevar a cabo la labor empresarial.

**Tabla 2** - Superficies de las zonas de la nave industrial.

ZONA DE PRODUCCIÓN	SUPERFICIE (m <sup>2</sup> )
<i>Zona de maquinaria y producción</i>	4.165,17
<i>Zona de transporte de material</i>	2.679,00
<i>Zona de operación para carga de bobinas</i>	600,55
<i>Almacén de bobinas</i>	1.659,54
<i>Almacén de recortes</i>	1.335,13
<i>Almacén de producto terminado</i>	446,81
<i>Almacén de clichés y troqueles</i>	1.773,66
<i>Pasillos y otros espacios</i>	2.145,12
<b>TOTAL SUPERFICIE ÚTIL</b>	<b>14.805 m<sup>2</sup></b>

La otra zona de la nave industrial es la zona de salas de máquinas, donde se realizan variadas tareas, tales como, mantenimiento de equipos, servicios auxiliares que requieren los procesos industriales, preparación de material auxiliar, etc.

**Tabla 3** - Superficies de las zonas de la sala de máquinas.

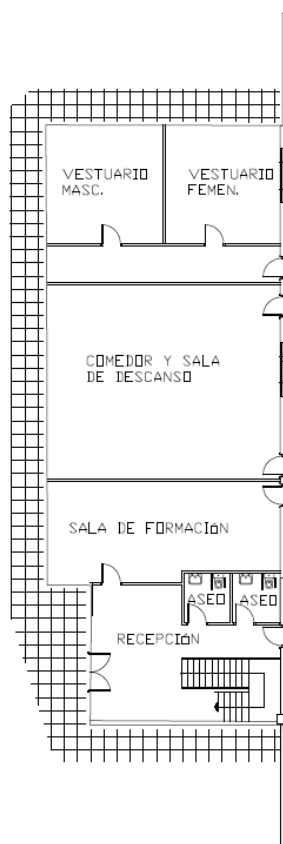
SALA DE MÁQUINAS	SUPERFICIE (m <sup>2</sup> )
<i>Taller mecánico y taller de máquina montadora</i>	163,5
<i>Almacén de recambios</i>	74,5
<i>Sala de calderas</i>	108,5
<i>Sala de compresores</i>	111
<i>Cocina de colas</i>	104
<i>Sala de recortes</i>	186
<i>Aseo Masculino</i>	23,5
<i>Aseo Femenino</i>	11,5
<i>Comedor del personal de fábrica</i>	32,5
<b>TOTAL SUPERFICIE ÚTIL</b>	<b>909 m<sup>2</sup></b>

## 6.2 ZONA DE OFICINAS

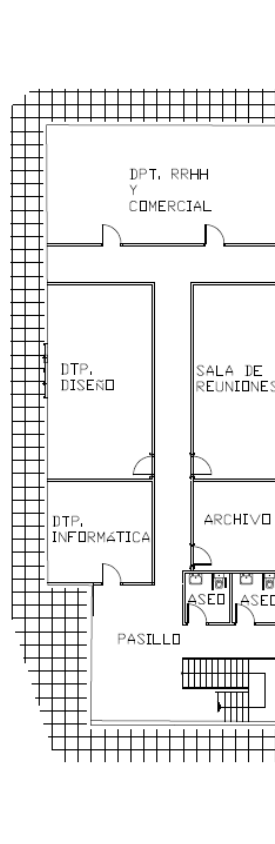
Por otro lado, la zona de oficinas, que se encuentra en un edificio anexo a la nave industrial, cuenta con una superficie de 272 metros cuadrados, en cada una de sus dos plantas. La primera está destinada a la recepción, sala de formación de personal y comedor de los trabajadores, mientras que la segunda planta está destinada a los diferentes departamentos necesarios para realizar la actividad empresarial, además de archivos y sala de reuniones.



## PLANTA BAJA



## PLANTA ALTA



**Ilustración 6.** Lay-out de las plantas de la zona de oficinas.

La siguiente tabla muestra las distintas superficies de cada una de las zonas de la planta baja de la zona administrativa y de oficinas.

**Tabla 4 - Superficies y ocupación de la zona de oficinas, Planta Baja.**

ZONA DE OFICINAS – PLANTA BAJA	SUPERFICIE (m <sup>2</sup> )
<i>Recepción</i>	24,5 m <sup>2</sup>
<i>Aseo 1</i>	4,5 m <sup>2</sup>
<i>Aseo 2</i>	4,5 m <sup>2</sup>
<i>Sala de Formación</i>	45 m <sup>2</sup>
<i>Comedor / Sala de descanso</i>	90,5 m <sup>2</sup>
<i>Vestuario Masculino</i>	27,5 m <sup>2</sup>
<i>Vestuario Femenino</i>	27,5 m <sup>2</sup>
<i>Pasillos</i>	23,5 m <sup>2</sup>
<b>SUPERFICIE CONSTRUIDA</b>	<b>272,5 m<sup>2</sup></b>



Por otro, lado tenemos las zonas de la planta alta, cuyas superficies se muestran a continuación.

**Tabla 5 - Superficies y ocupación de la zona de oficinas, Planta Alta.**

ZONA DE OFICINAS – PLANTA ALTA	SUPERFICIE (m <sup>2</sup> )
<i>Aseo 1</i>	4,5 m <sup>2</sup>
<i>Aseo 2</i>	4,5 m <sup>2</sup>
<i>Departamento de Marketing</i>	21 m <sup>2</sup>
<i>Departamento de Diseño</i>	40,5 m <sup>2</sup>
<i>Departamento de Recursos Humanos</i>	27,5 m <sup>2</sup>
<i>Departamento de Financiero</i>	27,5 m <sup>2</sup>
<i>Sala de reuniones</i>	34,5 m <sup>2</sup>
<i>Archivo</i>	16 m <sup>2</sup>
<i>Pasillos</i>	71,5 m <sup>2</sup>
<b>SUPERFICIE CONSTRUIDA</b>	<b>272,5 m<sup>2</sup></b>



## 7. PROGRAMA DE NECESIDADES

---

Este apartado tiene por objetivo definir la necesidad de todos los espacios descritos anteriormente en la descripción en planta y describir todos los elementos receptores que existen en la nave y en la zona de oficinas. Adicionalmente, se describe la obligatoriedad o no de que existan algunas instalaciones de ahorro de energía eléctrica, tal como recoge normativa.

### 7.1 DESCRIPCIÓN DE LOS ESPACIOS

Los espacios están divididos en dos grandes zonas, una destinada a la producción y las actividades auxiliares necesarias para llevarlo a cabo, y por otro lado, los espacios de la zona administrativa y de oficinas, donde se realizan tareas de oficina.

El edificio de oficinas está anexo a la nave de producción, aunque es un edificio diferente. Consta de dos plantas, en la planta baja está ubicada la recepción de personal, dos aseos, una sala de formación para los trabajadores, un comedor o sala de descanso, para el almuerzo de los trabajadores y dos vestuarios para los trabajadores, un masculino y otro femenino.

En la planta alta, es donde se realizan las labores administrativas, existiendo un departamento de RRHH y comercial que comparten sala, un departamento de diseño, para el desarrollo de nuevos productos. Un despacho de informática para dar soporte a todas las incidencias informáticas que puedan acontecer durante el desarrollo de la actividad laboral de los empleados. Por otro lado, existirá un archivo para el guardado de todos los documentos de la empresa. Además de dos aseos y de zonas comunes como el recibidor o los pasillos.

La nave de producción tendrá dos subzonas, la propia de la producción, donde la disposición de las máquinas será la adecuada para conseguir la mayor eficiencia y reducción de los tiempos de producción. Por otro lado, estarán las salas de máquinas auxiliares, donde se ubicará la maquinaria necesaria para hacer funcionar de manera correcta la fábrica.

Se dispondrá de una zona de aparcamientos acorde al número de trabajadores, de clientes y en cumplimiento de la normativa.



## 7.2 CONTRIBUCIÓN SOLAR MÍNIMA DE AGUA CALIENTE SANITARIA

En la construcción de la nave industrial y las instalaciones necesarias para la realización de la actividad empresarial, se encuentra la instalación de Agua Caliente Sanitaria (ACS), esta instalación está legislada y regulada por el Código Técnico de la Edificación en el **Documento Básico HE 4** “Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria”.

El aporte de calor para todos los requerimientos de vapor, agua caliente u otros de la fábrica industrial se realiza mediante la instalación de una caldera de vapor accionada por energía eléctrica de 107 kW de potencia, tal como se describe en detalle en apartados posteriores de este proyecto. A pesar, de este hecho, la normativa mencionada obliga a la instalación de paneles solares de uso térmico para la demanda de ACS.

El Documento Básico HE Ahorro de Energía 4, del CTE, describe que es de aplicación la normativa para edificios de nueva construcción o a edificios existentes en que se reforme íntegramente el edificio en sí o la instalación térmica, o en los que se produzca un cambio de uso característico del mismo. Dado que en nuestro caso de estudio es una edificación de nueva construcción, debemos regirnos por la normativa mencionada. En la siguiente tabla se establece la contribución mínima de energía solar térmica en función de la zona climática y de la demanda de ACS. Para el caso en estudio con una demanda de ACS de 645 l/d y zona climática IV, el porcentaje de contribución mínimo para ACS es de 50 %

Demanda total de ACS del edificio (l/d)	Zona climática				
	I	II	III	IV	V
50 – 5.000	30	30	40	50	60
5.000 – 10.000	30	40	50	60	70
>10.000	30	50	60	70	70

**Ilustración 7.** Contribución solar mínima anual para ACS en %

No entra dentro del alcance del presente proyecto, el dimensionamiento de la instalación solar térmica para ACS, no obstante, se describen los parámetros principales a tener en cuenta en dicha instalación y las restricciones y obligaciones que establece la normativa vigente.

La normativa admite sustituir parcial o totalmente la instalación solar térmica mediante una alternativa de energía renovables (Procesos de cogeneración, fuentes de energía residuales procedentes de la instalación de recuperadores de calor ajenos a la propia instalación térmica del edificio). Para poder realizar la sustitución se justificará documentalmente que las emisiones de dióxido de carbono y el consumo de energía primaria no renovable, debidos a la instalación alternativa y todos sus sistemas auxiliares para cubrir completamente la demanda de ACS, o la demanda total de ACS y calefacción si se considera necesario, son iguales o inferiores a las que se obtendrían mediante la correspondiente instalación solar térmica y el sistema de referencia que se deberá considerar como auxiliar de apoyo para la demanda comparada.



El dimensionado de la instalación se realizará teniendo en cuenta que en ningún mes del año la energía producida por la instalación podrá superar el 110% de la demanda energética y en no más de tres meses el 100% y a estos efectos no se tomarán en consideración aquellos periodos de tiempo en los cuales la demanda energética se sitúe un 50% por debajo de la media correspondiente al resto del año, tomándose medidas de protección. Si existiese excedente algún mes habrá que dotar a la instalación de la posibilidad de disipar dichos excedentes. La orientación e inclinación del sistema generador y las posibles sombras sobre el mismo serán tales que las pérdidas sean inferiores a los límites establecidos en la siguiente tabla.

Caso	Orientación e inclinación	Sombras	Total
General	10 %	10 %	15 %
<i>Superposición de captadores</i>	20 %	15 %	30 %
<i>Integración arquitectónica de captadores</i>	40 %	20 %	50 %

**Ilustración 8.** *Pérdidas límite.*

El sistema de acumulación solar se debe dimensionar en función de la energía que aporta a lo largo del día, y no solo en función de la potencia del generador (captadores solares), por tanto se debe prever una acumulación acorde con la demanda al no ser esta simultánea con la generación.

La información obligatoria que debe aparecer en la documentación del proyecto para cumplir con la justificación del cumplimiento de la exigencia, teniendo en cuenta que la demanda se satisface mediante una instalación solar térmica son:

- Zona climática según la Radiación solar Global media diaria anual del emplazamiento.

La zona climática del proyecto es IV, según el Anexo 1, del **CTE-DA DB HE 1**.

Provincia	Municipio	Código INE	Zona Climática
CÓRDOBA	Montalbán de Córdoba	14040	V
	Montemayor	14041	V
	Montilla	14042	V
	Montoro	14043	IV
	Monturque	14044	V
	Moriles	14045	V
	Nueva Carteya	14046	V
	Obejo	14047	IV
	Palenciana	14048	V
	Palma del Río	14049	V
	Pedro Abad	14050	IV
	Pedroche	14051	IV
	Peñarroya-Pueblonuevo	14052	IV
	Posadas	14053	V
	Pozoblanco	14054	IV
	Priego de Córdoba	14055	V
	Puente Genil	14056	V
	Rambla (La)	14057	V

**Ilustración 9.** *Zona climática según la radiación solar media global.*



- Contribución solar mínima exigida.

La contribución solar mínima exigida se establece en la siguiente tabla, y para la zona climática IV está entre 4,6 y 5,0 kWh/m<sup>2</sup>.

Zona climática	MJ/m <sup>2</sup>	kWh/m <sup>2</sup>
I	$H < 13,7$	$H < 3,8$
II	$13,7 \leq H < 15,1$	$3,8 \leq H < 4,2$
III	$15,1 \leq H < 16,6$	$4,2 \leq H < 4,6$
IV	$16,6 \leq H < 18,0$	$4,6 \leq H < 5,0$
V	$H \geq 18,0$	$H \geq 5,0$

**Ilustración 10.** Radiación solar global media diaria anual.

- Demanda de agua caliente anual.

Para determinar la demanda de agua caliente sanitaria del proyecto en estudio, se consideran los valores unitarios de referencia de la siguiente tabla. Obteniendo un total de 525 litros por día para la zona de la nave industrial y 120 litros por día para la zona de oficinas.

Criterio de demanda	Litros/día-unidad	unidad
Vivienda	28	Por persona
Hospitales y clínicas	55	Por persona
Ambulatorio y centro de salud	41	Por persona
Hotel *****	69	Por persona
Hotel ****	55	Por persona
Hotel ***	41	Por persona
Hotel/hostal **	34	Por persona
Camping	21	Por persona
Hostal/pensión *	28	Por persona
Residencia	41	Por persona
Centro penitenciario	28	Por persona
Albergue	24	Por persona
Vestuarios/Duchas colectivas	21	Por persona
Escuela sin ducha	4	Por persona
Escuela con ducha	21	Por persona
Cuarteles	28	Por persona
Fábricas y talleres	21	Por persona
Oficinas	2	Por persona
Gimnasios	21	Por persona
Restaurantes	8	Por persona
Cafeterías	1	Por persona

**Ilustración 11.** Demanda unitaria de referencia a 60 °C.



- Plan de vigilancia

Se refiere básicamente a las operaciones que permiten asegurar que los valores operacionales de la instalación sean correctos. Es un plan de observación simple de los parámetros funcionales principales, para verificar el correcto funcionamiento de la instalación.

Elemento de la instalación	Operación	Frecuencia (meses)	Descripción
<b>CAPTADORES</b>	Limpieza de cristales	A determinar	Con agua y productos adecuados
	Cristales	3	IV condensaciones en las horas centrales del día
	Juntas	3	IV Agrietamientos y deformaciones
	Absorbedor	3	IV Corrosión, deformación, fugas, etc.
	Conexiones	3	IV fugas
	Estructura	3	IV degradación, indicios de corrosión.
<b>CIRCUITO PRIMARIO</b>	Tubería, aislamiento y sistema de llenado	6	IV Ausencia de humedad y fugas.
	Purgador manual	3	Vaciar el aire del botellín
<b>CIRCUITO SECUNDARIO</b>	Termómetro	Diaria	IV temperatura
	Tubería y aislamiento	6	IV ausencia de humedad y fugas.
	Acumulador solar	3	Purgado de la acumulación de lodos de la parte inferior del depósito.

**Ilustración 12.** *Plan de vigilancia.*

- Plan de mantenimiento de la instalación.

Son operaciones de inspección visual, verificación de actuaciones y otros, que aplicados a la instalación deben permitir mantener dentro de límites aceptables las condiciones de funcionamiento, prestaciones, protección y durabilidad de la instalación. El mantenimiento implicará, como mínimo, una revisión anual de la instalación para instalaciones con superficie de captación inferior a 20 m<sup>2</sup> y una revisión cada seis meses para instalaciones con superficie de captación superior a 20 m<sup>2</sup>.

Equipo	Frecuencia (meses)	Descripción
<i>Captadores</i>	6	IV diferencias sobre original
<i>Cristales</i>	6	IV diferencias entre <i>captadores</i>
<i>Juntas</i>	6	IV condensaciones y suciedad
<i>Absorbedor</i>	6	IV agrietamientos, deformaciones
<i>Carcasa</i>	6	IV corrosión, deformaciones
<i>Conexiones</i>	6	IV deformación, oscilaciones, ventanas de respiración
<i>Estructura</i>	6	IV aparición de fugas
<i>Captadores*</i>	6	IV degradación, indicios de corrosión, y apriete de tornillos
<i>Captadores*</i>	12	Tapado parcial del campo de <i>captadores</i>
<i>Captadores*</i>	12	Destapado parcial del campo de <i>captadores</i>
<i>Captadores*</i>	12	Vaciado parcial del campo de <i>captadores</i>
<i>Captadores*</i>	12	Llenado parcial del campo de <i>captadores</i>

**Ilustración 13.** *Plan de mantenimiento para los sistemas de captación.*



- Características y dimensionado de la instalación proyectada y la Contribución anual alcanzada.

Esta información queda fuera del alcance del proyecto por lo que no se realizan los cálculos pertinentes.

El Código Técnico de la Edificación en el Documento Básico HE 5 “*Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica*” legisla y regula las instalaciones de nueva construcción o ampliaciones que tengan alguno de los usos siguientes. Tal como se puede apreciar en la tabla, nuestro caso de estudio no entra dentro del ámbito de aplicación de dicha normativa de ahorro energético por lo que no es obligatoria la instalación de módulos fotovoltaicos en nuestra nave industrial, y por tal motivo no se consideran en este proyecto.

<b>Tipo de uso</b>	<b>Límite de aplicación</b>
Hipermercado	5.000 m <sup>2</sup> construidos
Multitienda y centros de ocio	3.000 m <sup>2</sup> construidos
Nave de almacenamiento	10.000 m <sup>2</sup> construidos
Administrativos	4.000 m <sup>2</sup> construidos
Hoteles y hostales	100 plazas
Hospitales y clínicas	100 camas
Pabellones de recintos feriales	10.000 m <sup>2</sup> construidos

**Ilustración 14.** *Ámbito de aplicación del CTE-DB HE 5.*



### 7.3 POTENCIA INSTALADA TOTAL

FUERZA	UDS	POTENCIA INSTALADA (W/ud)	POTENCIA INSTALADA TOTAL (W)
<b>ZONA OFICINAS - PLANTA ALTA</b>			
TOMAS DE CORRIENTE 16 A	20	3.680	73.600
MÁQUINA CLIMATIZACIÓN OFICINAS 38,8kW REFRIGERACIÓN	2	2.200	4.400
<b>ZONA OFICINAS - PLANTA BAJA</b>			
TOMAS DE CORRIENTE 16 A	23	3.680	84.640
<b>COMEDOR Y ASEOS PERSONAL FÁBRICA</b>			
TOMAS DE CORRIENTE 16 A	10	3.680	36.800
<b>SALA DE RECORTES</b>			
TOMAS DE CORRIENTE 16 A	3	3.680	11.040
<b>SALA COCINA DE COLAS</b>			
COCINA DE COLA	1	60.000	60.000
TOMAS DE CORRIENTE 16 A	3	3.680	11.040
<b>SALA DE COMPRESORES</b>			
COMPRESOR DE TORNILLO, CALDERIN DE 105 LITROS PRESION DE 14 BAR	1	150.000	150.000
COMPRESOR SIN CALDERIN, PRESION 13.1 BAR	1	75.000	75.000
<b>SALA DEPURADORA</b>			
BOMBA AGUA REFRIGERACIÓN	1	11.500	11.500
GRUPO CONTRA INCENDIOS DE 270CV	1	150.000	150.000
TOMAS DE CORRIENTE 16 A	3	3.680	11.040
DEPURADORA DE AGUA	1	12.000	12.000
<b>SALA DE CALDERAS</b>			
CALDERA DE VAPOR	1	107.000	107.000
TOMAS DE CORRIENTE 16 A	2	3.680	7.360
<b>ALMACÉN DE RECAMBIOS</b>			
TOMAS DE CORRIENTE 16 A	3	3.680	11.040
<b>TALLER MECÁNICO Y MÁQUINA MONTADORA</b>			
MÁQUINA MONTADORA	1	10.000	10.000
TOMAS DE CORRIENTE 16 A	4	3.680	14.720
<b>SALA ELÉCTRICA Y DE CT</b>			
TOMAS DE CORRIENTE 16 A	5	3.680	18.400
VENTILADOR PARA EXTRACCIÓN DE AIRE	1	368	368
<b>MAQUINARIA</b>			
1 - ONDULADORA	1	900.000	900.000
2 - TROQUELADORA 6c	1	150.000	150.000
3 - TROQUELADORA 4c	1	120.000	120.000
4 - CLIMATIZADOR, 151,2 kW REFRIGERACIÓN	2	47.400	94.800
5 - PLEGADORA CURIONI	1	50.000	50.000
6 - FLEJADORA	2	15.000	30.000
7 - PEGADORA GILABERT	1	5.000	5.000
8 - IMV SALIDA DE PLANCHA (RODILLOS TRANSPORTE)	1	50.000	50.000
9 - PALETIZADORA M924	1	25.000	25.000
10 - CIZALLA	3	1.000	3.000
11- TROQUELADORA PLANA // BOBST SPO 1575	1	60.000	60.000
INSERTADOR DE PALETS	1	25.000	25.000
ENVOLVEDORA	1	15.000	15.000
<b>POTENCIA TOTAL INSTALADA- FUERZA</b>			<b>2.387.748</b>



ILUMINACIÓN	uds	POTENCIA INSTALADA (W/ud)	POTENCIA TOTAL (w)
<b>ILUMINACIÓN EXTERIOR</b>			
LUMINARIA CERRADA PARA ALUMBRADO VIAL	130	105	13.650
PROYECTORES	60	110	6.600
<b>ZONA OFICINAS - PLANTA BAJA</b>			
LUMINARIA LED PHILIPS CORELINE 36 W	34	36	1.224
EQUIPO AUTÓNOMO DE EMERGENCIA	11	8	88
EXTRACTOR PARA ASEOSS	2	87	174
<b>ZONA OFICINAS - PLANTA ALTA</b>			
LUMINARIA LED PHILIPS CORELINE 36 W	53	36	1.908
EQUIPO AUTÓNOMO DE EMERGENCIA	11	8	88
EXTRACTOR PARA ASEOSS	2	87	174
<b>COMEDOR Y ASEOS PERSONAL FÁBRICA</b>			
LUMINARIA LED PHILIPS CORELINE 36 W	12	36	432
EQUIPO AUTÓNOMO DE EMERGENCIA	5	8	40
EXTRACTOR PARA ASEOSS	4	87	348
<b>SALA DE RECORTES</b>			
LUMINARIA INDUSTRIAL LED PHILIPS BY120P	14	85	1.190
EQUIPO AUTÓNOMO DE EMERGENCIA	1	8	8
<b>SALA COCINA DE COLAS</b>			
LUMINARIA INDUSTRIAL LED PHILIPS BY120P	9	85	765
EQUIPO AUTÓNOMO DE EMERGENCIA	1	8	8
<b>SALA DE COMPRESORES</b>			
LUMINARIA INDUSTRIAL LED PHILIPS BY120P	3	85	255
EQUIPO AUTÓNOMO DE EMERGENCIA	2	8	16
<b>SALA DEPURADORA</b>			
LUMINARIA INDUSTRIAL LED PHILIPS BY120P	2	85	170
EQUIPO AUTÓNOMO DE EMERGENCIA	1	8	8
<b>SALA DE CALDERAS</b>			
LUMINARIA INDUSTRIAL LED PHILIPS BY120P	4	85	340
EQUIPO AUTÓNOMO DE EMERGENCIA	2	8	16
<b>ALMACÉN DE RECAMBIOS</b>			
LUMINARIA INDUSTRIAL LED PHILIPS BY120P	3	85	255
EQUIPO AUTÓNOMO DE EMERGENCIA	1	8	8
<b>TALLER MECÁNICO Y MÁQUINA MONTADORA</b>			
LUMINARIA INDUSTRIAL LED PHILIPS BY120P	12	85	1.020
EQUIPO AUTÓNOMO DE EMERGENCIA	2	8	16
<b>SALA ELÉCTRICA Y DE CT</b>			
LUMINARIA INDUSTRIAL LED PHILIPS BY120P	4	85	340
EQUIPO AUTÓNOMO DE EMERGENCIA	1	8	8
<b>ZONA DE PRODUCCIÓN</b>			
LUMINARIA INDUSTRIAL LED PHILIPS ECO,,,	194	218	42.292
EQUIPO AUTÓNOMO DE EMERGENCIA	10	8	80
<b>POTENCIA TOTAL INSTALADA- ILUMINACIÓN</b>			<b>71.521</b> W

Finalmente la potencia total instalada queda:

POTENCIA TOTAL INSTALADA ILUMINACIÓN	71.521	W
POTENCIA TOTAL INSTALADA- FUERZA	2.387.748	W
<b>POTENCIA INSTALADA TOTAL</b>	<b>2.459.269</b>	<b>W</b>



## 7.4 PREVISIÓN DE CARGAS

FUERZA	UDS	POTENCIA INSTALADA (W/ud)	POTENCIA INSTALADA TOTAL (W)	FACTOR DE SIMULTANEIDAD	FACTOR DE USO	FACTOR DE MAYORACIÓN	PREVISIÓN DE CARGA (W)
<b>ZONA OFICINAS - PLANTA ALTA</b>							
TOMAS DE CORRIENTE 16 A	20	3.680	73.600	0,1	1	1	7.360
MÁQUINA CLIMATIZACIÓN OFICINAS 38,8kW REFRIGERACIÓN	2	2.200	4.400	1	0,9	1	3.960
<b>ZONA OFICINAS - PLANTA BAJA</b>							
TOMAS DE CORRIENTE 16 A	23	3.680	84.640	0,1	1	1	8.464
<b>COMEDOR Y ASEOS PERSONAL FÁBRICA</b>							
TOMAS DE CORRIENTE 16 A	10	3.680	36.800	0,1	1	1	3.680
<b>SALA DE RECORTES</b>							
TOMAS DE CORRIENTE 16 A	3	3.680	11.040	0,1	1	1	1.104
<b>SALA COCINA DE COLAS</b>							
COCINA DE COLA	1	60.000	60.000	1	0,85	1	51.000
TOMAS DE CORRIENTE 16 A	3	3.680	11.040	0,1	1	1	1.104
<b>SALA DE COMPRESORES</b>							
COMPRESOR DE TORNILLO, CALDERIN DE 105 LITROS PRESION DE 14 BAR	1	150.000	150.000	1	0,85	1	127.500
COMPRESOR SIN CALDERIN, PRESION 13.1 BAR	1	75.000	75.000	1	0,85	1	63.750
<b>SALA DEPURADORA</b>							
BOMBA AGUA REFRIGERACIÓN	1	11.500	11.500	1	0,85	1	9.775
GRUPO CONTRA INCENDIOS DE 270CV	1	150.000	150.000	1	0,85	1	127.500
TOMAS DE CORRIENTE 16 A	3	3.680	11.040	0,1	1	1	1.104
DEPURADORA DE AGUA	1	12.000	12.000	1	0,85	1	10.200
<b>SALA DE CALDERAS</b>							
CALDERA DE VAPOR	1	107.000	107.000	1	0,85	1	90.950
TOMAS DE CORRIENTE 16 A	2	3.680	7.360	0,1	1	1	736
<b>ALMACÉN DE RECAMBIOS</b>							
TOMAS DE CORRIENTE 16 A	3	3.680	11.040	0,1	1	1	1.104
<b>TALLER MECÁNICO Y MÁQUINA MONTADORA</b>							
MÁQUINA MONTADORA	1	10.000	10.000	1	0,75	1,25	9.375
TOMAS DE CORRIENTE 16 A	4	3.680	14.720	0,1	1	1	1.472
<b>SALA ELÉCTRICA Y DE CT</b>							
TOMAS DE CORRIENTE 16 A	5	3.680	18.400	0,1	1	1	1.840
VENTILADOR PARA EXTRACCIÓN DE AIRE	1	368	368	1	0,85	1	313
<b>MAQUINARIA</b>							
1 - ONDULADORA	1	900.000	900.000	1	0,75	1,25	843.750
2 - TROQUELADORA 6c	1	150.000	150.000	1	0,75	1,25	140.625
3 - TROQUELADORA 4c	1	120.000	120.000	1	0,75	1,25	112.500
4 - CLIMATIZADOR, 151,2 kW REFRIGERACIÓN	2	47.400	94.800	1	0,9	1,25	106.650
5 - PLEGADORA CURIONI	1	50.000	50.000	1	0,75	1,25	46.875
6 - FLEJADORA	2	15.000	30.000	1	0,75	1,25	28.125
7 - PEGADORA GILABERT	1	5.000	5.000	1	0,75	1,25	4.688
8 - IMV SALIDA DE PLANCHA (RODILLOS TRANSPORTE)	1	50.000	50.000	1	0,75	1,25	46.875
9 - PALETIZADORA M924	1	25.000	25.000	1	0,75	1,25	23.438
10 - CIZALLA	3	1.000	3.000	1	0,75	1,25	2.813
11 - TROQUELADORA PLANA // BOBST SPO 1575	1	60.000	60.000	1	0,75	1,25	56.250
INSERTADOR DE PALETS	1	25.000	25.000	1	0,75	1,25	23.438
ENVOLVEDORA	1	15.000	15.000	1	0,75	1,25	14.063
<b>POTENCIA TOTAL INSTALADA- FUERZA</b>							
			<b>2.387.748</b>	W			
						<b>PREVISIÓN CARGA - FUERZA</b>	<b>1.972.378</b>
						factor simultaneidad global	0,85
						<b>PREVISIÓN CARGAS FINAL - FUERZA</b>	<b>1.676.522</b>



Para el caso de la iluminación, tras aplicar el factor de simultaneidad global queda:

<b>POTENCIA TOTAL INSTALADA- ILUMINACIÓN</b>	<b>71.521</b>	W
<i>factor simultaneidad global</i>	0,9	
<b>PREVISIÓN CARGAS FINAL - ILUMINACIÓN</b>	<b>64.369</b>	W

## 7.5 POTENCIA CONTRATADA

La potencia total real, reactiva y aparente final, suponiendo un coseno de phi medio de 0,9 queda de la siguiente manera:

<i>POTENCIA SIMULTÁNEA TOTAL -ILUMINACIÓN</i>	64.369	W
<i>POTENCIA SIMUNTÁNEA TOTAL - FUERZA</i>	1.676.522	W
<b>POTENCIA REAL (P) DE CÁLCULO</b>	<b>1.740.890</b>	W
<b>POTENCIA REACTIVA (Q) DE CÁLCULO</b>	<b>843.152</b>	Var
<b>POTENCIA APARENTE (S) DE CÁLCULO TOTAL</b>	<b>1.934.323</b>	VA

De acuerdo a estos valores la tarifa con la compañía eléctrica que se deberá contratar es superior a 1.800 kW. Por otro lado, dado que el transformador debe ser de potencia superior a 1.934 kVA, se decide poner dos transformadores, por temas económicos, y para mejorar el rendimiento, dado que ante el fallo de uno queda otro en funcionamiento que puede abastecer parte de la demanda.

Dado que dos transformadores de 1.000 kVA, cumplen los requisitos de manera demasiado ajustada, se decide aplicar un factor de seguridad del 10 %, teniendo 2.127 kVA, por tanto se eligen dos transformadores de 1.250 kVA, cada uno, dando un total de 2.500 kVA, asegurando el abastecimiento de la demanda eléctrica en hasta en los casos de demanda máxima.



## 8. NORMATIVA APLICABLE

---

### 8.1 INSTALACIÓN DE MEDIA TENSIÓN.

- Reglamento sobre las Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación e Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Reglamento de líneas eléctricas de A.T. (Decreto 3.151/68 de 20 de noviembre).
- Reglamento de Verificaciones Eléctricas y Regularidad en el Suministro de Energía Eléctrica.
- Normas UNE y Recomendaciones UNESA, en el ámbito de aplicación.
- Normas particulares de ENDESA.

### 8.2 INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN.

- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias según el Decreto 560/2010, de 7 de Mayo, que actualiza el Real Decreto 842/2002, de 2 de Agosto de 2002, por el cual se regula el procedimiento administrativo para la aplicación del reglamento electrotécnico de Baja Tensión.
- Normas particulares de la Empresa suministradora de Energía Eléctrica. (ENDESA).
- Real Decreto 614/2001 de 8 de junio, disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- UNE 211435:2011: Guía para la elección de cables eléctricos de tensión asignada superior o igual a 0,6/1 kV para circuitos de distribución de energía eléctrica.
- Código Técnico de la Edificación Documento Básico Ahorro de energía (DB HE).

### 8.3 INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN Y VENTILACIÓN.

- Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios.
- Código Técnico de la Edificación RD 314/2006.



- UNE 100001:2001: Climatización. Condiciones climáticas para proyectos.
- UNE 100014:2004 IN: Climatización. Bases para el proyecto. Condiciones exteriores de cálculo.

## **8.4 INSTALACIÓN DE PROTECCIÓN CONTRA-INCENDIOS.**

- Reglamento de Seguridad Contra Incendios en los Edificios Industriales (RSCIEI) RD 2267/2004.
- Documento Básico SI del Código Técnico de Edificación (CTE).
- Guía técnica de aplicación: Reglamento de Seguridad contra incendios en establecimientos industriales.
- Norma UNE-EN 23093: Ensayos de resistencia al fuego.
- Norma UNE-EN 1363: Ensayos de resistencia al fuego.
- Real Decreto 485/1997 del 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud.
- UNE 23034:1988: Seguridad contra incendios. Señalización de seguridad. Vías de evacuación.
- UNE 23033-1:1981: Seguridad contra incendios. Señalización.

## **8.5 OTRA NORMATIVA**

- Ordenanzas Municipales.
- Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Ordenanza general de Protección del Medio Ambiente Urbano.
- Real Decreto 486/1997 del 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 773/1.997 sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.







## 9. INSTALACIÓN ELÉCTRICA M.T.

EN este apartado se procede a la descripción, definición y cálculo de todos los elementos necesarios para un correcto funcionamiento de la instalación eléctrica de Media Tensión.

### 9.1 DESCRIPCIÓN DE LA ACOMETIDA

La nave industrial dispondrá de un centro de transformación, que será cedido en parte a ENDESA, por lo tanto todas las instalaciones desde la conexión con la red eléctrica, en la subestación, hasta el punto de entrega, dentro del centro de transformación, serán propiedad de ENDESA, y por lo tanto se ha de calcular según los criterios de diseño, especificaciones y Normas indicadas en los diferentes Capítulos de las Normas ENDESA.

#### 9.1.1 Características de suministro de la compañía

La empresa suministradora de energía Eléctrica en Media Tensión será ENDESA Distribución Eléctrica S.L., en barras de la Subestación más cercana de la zona, “*Nueva Subestación Daniel de Torres*”, ubicada en Pozoblanco, con una potencia de 80 MVA y tensión de salida de las líneas de 15 kV.



**Ilustración 15.** Nueva Subestación Diego de Torres, 80 MVA.

La conexión con el centro de transformación propio de cliente, ubicado dentro del terreno de la industria, se hará mediante una línea subterránea, que se ejecutará según la norma DND001 de Endesa.



**Ilustración 6.** Línea Subterránea de conexión entre la subestación y el CT de cliente.



Las características técnicas que deben reunir en su diseño, construcción y montaje las redes de distribución de Media Tensión de ENDESA en Andalucía, se rigen por el Capítulo V, de las normas particulares de ENDESA “Redes de distribución en media tensión”. Además, hay que tener en cuenta las condiciones de trabajo que establece el Capítulo I “Generalidades”. Para el caso en estudio, estas características son las siguientes:

**Tabla 6 - Características del suministro eléctrico de Media Tensión.**

CARACTERÍSTICAS	
Tensión suministro de la red	15 kV
Frecuencia nominal de suministro	50 Hz
Tensión más elevada para el material	24 kV
Tensión soportada nominal a los impulsos tipo rayo	125 kV cresta
Tensión soportada nominal a frecuencia industrial	50 kA
Intensidad de Cortocircuito (Icc)	16 kA
Intensidad máxima de cortocircuito a tierra	300 A
Tiempo máximo de desconexión tras defecto	1 s

### 9.1.2 Descripción de la Línea subterránea entre CT-Subestación.

La conexión del centro de transformación con la subestación de la compañía, la cual suministrará la energía necesaria para el desarrollo de la actividad industrial se realiza mediante una línea subterránea, con 3 cables unipolares dispuestos en triángulo simulando un cable tripolar, en media tensión y bajo tubo enterrado a 1 metro de profundidad.

La sección mínima obligatoria indicada por la compañía suministradora es de  $150 \text{ mm}^2$ , para cables unipolares de aluminio homogéneo, pero restringe a  $240 \text{ mm}^2$  la sección cuando el cable parte de subestaciones eléctricas como es nuestro caso. No obstante, se considera la capacidad de carga del cable de  $150 \text{ mm}^2$ . En el anexo correspondiente se comprueba que dicha sección cumple los requisitos de seguridad establecidos por reglamento.

**Tabla 7 - Características Línea eléctrica subterránea de Media Tensión.**

CARACTERÍSTICAS	
Longitud de la línea	800 m
Tensión del Conductor de Aluminio	12/20 kV
Sección del conductor	$240 \text{ mm}^2$
Canalización	Subterránea en tubo



### 9.1.2.1 Cable Subterráneo

Siguiendo el *capítulo V de las Normas particulares de ENDESA*, donde se recogen las especificaciones para las redes de distribución en media tensión, donde se especifican las siguientes características que deben reunir las redes subterráneas:

- Conductores Aislados, unipolares, de aluminio homogéneo con secciones normalizadas de 150, 240 o 400 mm<sup>2</sup>, cumpliendo la norma ENDESA DND001.
- A la salida de subestaciones, se dispondrán 3 o más ternas de cables próximos, empleando el conductor de 240 mm<sup>2</sup>, pero restringiendo su capacidad de carga como un conductor de 150 mm<sup>2</sup>, a fin de compensar su disminución por proximidad, con la mayor sección elegida.
- Las pantallas de los cables serán conectadas a tierra en todos los puntos accesibles a una toma que cumpla las condiciones técnicas especificadas en los reglamentos en vigor.

Por otro lado, según la norma DND001 de Endesa, donde se especifican los cables aislados para redes aéreas y subterráneas de Media Tensión hasta 30 kV, se tienen las prescripciones constructivas siguientes:

- El conductor será circular compacto, de clase 2, según la norma UNE-EN 60228. Siendo para tensiones 18/30kV el conductor mínimo de 150 mm<sup>2</sup>.
- Dispondrá de una pantalla semiconductora sobre el conductor, que estará formada por una capa de mezcla termoestable extruida adherida al aislamiento en toda su superficie, con espesor nominal de 0,5 mm, un valor medio no inferior al nominal, un espesor mínimo en un punto de 0,3 mm y sin acción nociva sobre el conductor y el aislamiento.
- El aislamiento estará constituido por un dieléctrico seco extruido, XLPE, Polietileno reticulado. También dispondrá de una pantalla semiconductora sobre el aislamiento, de material semiconductor termoestable extruido. Por último, debe disponer de una pantalla metálica, obturación longitudinal y recubrimiento higroexpansivo.
- La cubierta externa será de color rojo y estará constituida por un compuesto termoplástico de poliolefina.

Para la selección de la sección adecuada se sigue la guía de elección de cables según, Norma UNE 21435 “*Guía para la elección de cables eléctricos de tensión asignada igual o superior a 0,6/1 kV para circuitos de distribución de energía eléctrica*”. El cable a utilizar será suministrado por el Fabricante de cables “Prysmian”

En el Anejo de cálculo 1, se muestran los procedimientos con los que se establece y se demuestra que se cumplen todos los requisitos técnicos y de seguridad establecidos por la Reglamentación actual vigente. Por consiguiente, el cable que instalar entre la subestación eléctrica y el centro de transformación propio ubicado en el terreno donde se emplaza la nave industrial tendrá las características que se muestran a la siguiente tabla.

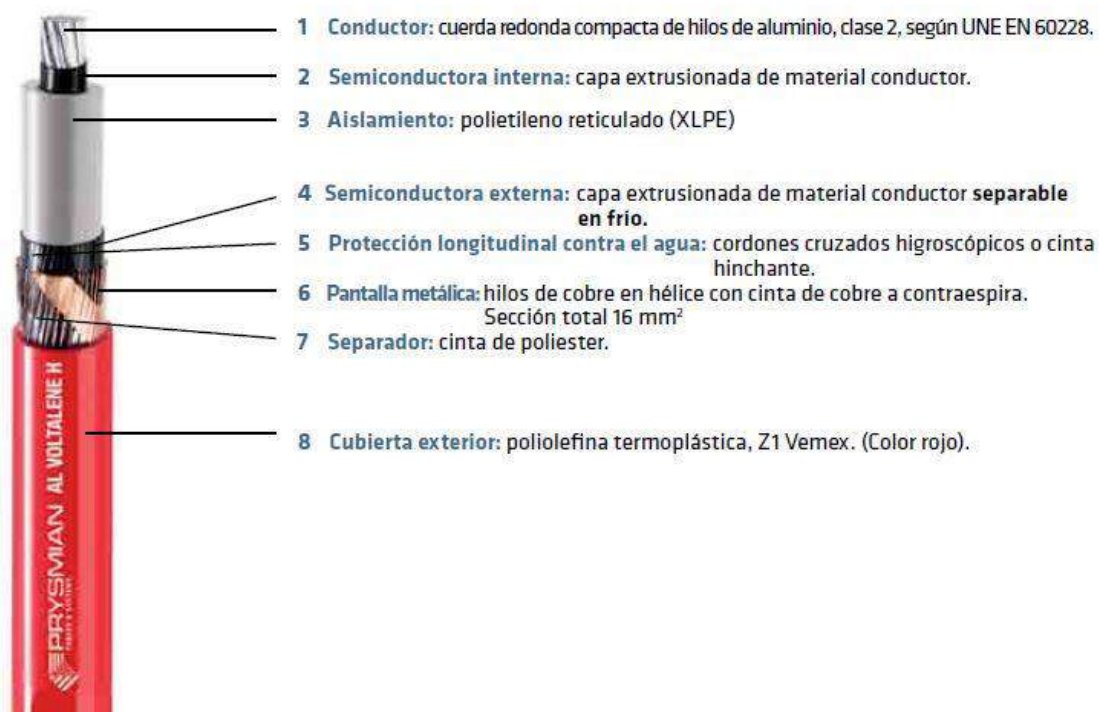
El cable de la línea de MT que une la subestación y el CT es:

**RHZ1-OL 12/20 kV 3x1x240 K Al + H16**



**Tabla 8 – Datos técnicos del Cable RHZI-OL Al.**

CARACTERÍSTICAS	
Tensión suministro de la red	15 kV
Diámetro nominal	30,4 mm
Espesor aislamiento	5,5 mm
Diámetro exterior	38 mm
Espesor Cubierta	2,5 mm
Peso aproximado	1620 kg/km
Radio de curvatura Estático	570 mm
Radio de Curvatura dinámico	760 mm
Intensidad máxima admisible (Enterrado bajo tubo)	320
Resistencia del conductor a 20 °	0,125 $\Omega$ /km
Resistencia del conductor a Tmax (90°)	0.161 $\Omega$ /km
Reactancia inductiva	0,106 $\Omega$ /km
Capacidad	0,306 $\mu$ F/km



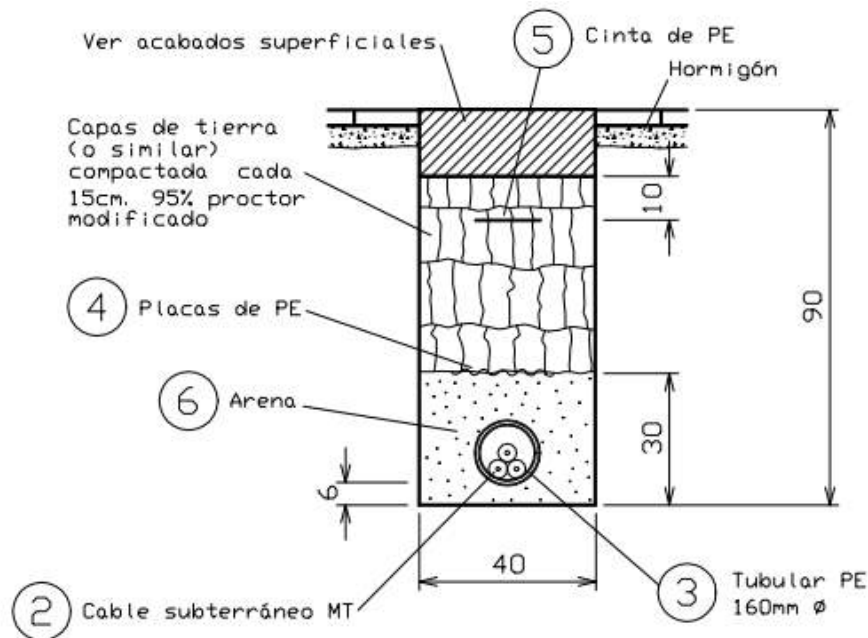
**Ilustración 16.** Detalle del cable de la línea de enlace en MT.



### 9.1.2.2 Zanjas y arquetas.

La zanja para la canalización de la línea de media tensión se realizará por medios mecánicos, según Normativa Municipal y Compañía suministradora, concretamente en el punto 4.3 del capítulo V de las Normas particulares de ENDESA, donde se recogen las especificaciones de montaje para las redes subterráneas de distribución en media tensión.

- La instalación se hará necesariamente sobre terrenos de dominio público, o bien en terrenos privados, en zonas perfectamente delimitadas. El trazado será lo más rectilíneo posible y a poder ser paralelo a referencias fijas como líneas de fachadas y bordillos. Asimismo, se deberán tener en cuenta los radios de curvatura mínimos de los cables, a respetar en los cambios de dirección.
- Los conductores deberán ir siempre bajo tubo de polietileno de 160 mm o 200 mm de diámetro nominal, cumpliéndola norma UNE-EN 50086. En caso de estudio, será tubo de 160 mm, dado que el diámetro exterior del cable es 38 mm.
- En los cruces bajo calzada se instalará un segundo tubo como reserva y se construirá sobre ellos un dado de hormigón.
- La profundidad mínima de la canalización será de 900 mm en acera y de 1100 mm en calzada. Siendo para nuestro caso 900 mm de profundidad.
- Se colocará encima de los cables una protección mecánica consistente en una placa de polietileno para protección de cables, y asimismo una cinta de señalización que advierta de la existencia de cables eléctricos por debajo de ella.



**Ilustración 17.** Croquis de la zanja para cables en MT y dimensiones.

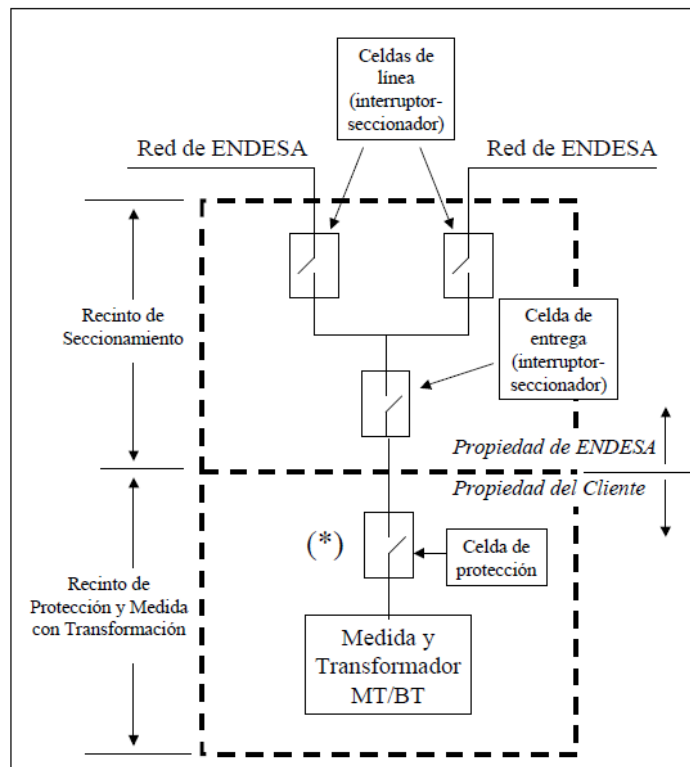
- Serán necesarias arquetas en todos los cambios de dirección de los tubos y en alineaciones superiores a 40 m.



## 9.2 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

### 9.2.1 Punto de entrega

Según el Capítulo VI, de las Normas Particulares de ENDESA, donde se describen las especificaciones técnicas para la conexión de suministros en Media Tensión, al ser la instalación en estudio cedida parcialmente a ENDESA, el esquema a seguir será de un centro de entrega en red subterránea, con la transformación del cliente en el mismo centro de entrega y con un transformador.



**Ilustración 18.** Esquema CT, centro de entrega en red subterránea.

### 9.2.2 Características del Centro de Transformación

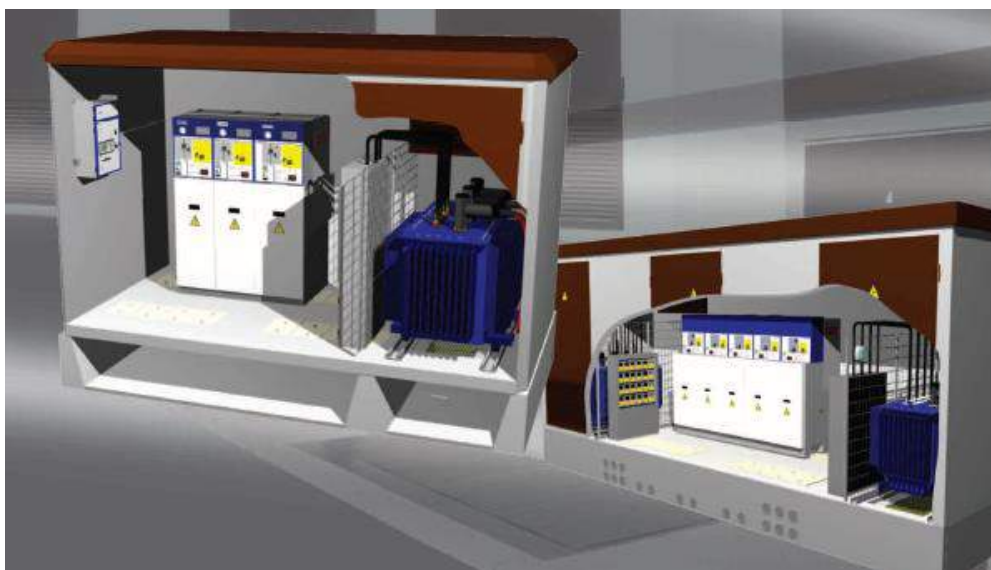
El centro de Transformación será independiente y de tipo interior y propiedad del cliente, con acometida subterránea y empleando para su aparellaje celdas prefabricadas bajo envoltorio metálica según norma UNE-EN 60298.

Las ventajas de emplear celdas prefabricadas radica en:

- Mayor seguridad de explotación.
- Menor espacio de ocupación
- Disminución del tiempo de montaje.
- Protección total contra contactos accidentales.
- Posibilidad de instalaciones llave en mano.



El fabricante que suministra las celdas y el centro de transformación es “*Ormazabal*”, y las características del edificio son las siguientes:



**Ilustración 19.** *Caseta prefabricada Ormazabal, tipo PFU*

El centro de transformación tipo PFU, consta de una única envolvente de hormigón, de estructura monobloque, en cuyo interior se incorporan todos los componentes eléctricos, desde la aparamenta de Media Tensión, hasta los cuadros de Baja Tensión, incluyendo los transformadores, dispositivos de Control e interconexiones entre los diversos elementos.

Estos centros de transformación presentan como esencial ventaja el hecho de que tanto la construcción, como el montaje y equipamiento interior pueden ser realizados íntegramente en fábrica, garantizando con ellos una calidad uniforme y reduciendo considerablemente los trabajos de obra civil y montaje en el punto de instalación. Además, su cuidado diseño permite su instalación tanto en zonas de carácter industrial como en entornos urbanos.

- **Instalación:**

La instalación de los PFU es especialmente sencilla ya que las operaciones “in situ” pueden reducirse a su posicionamiento en la excavación y al conexionado de los cables de acometida que se introducen en los Centros a través de unos agujeros semiperforados en sus bases.

- **Explotación:**

La entrada al Centro de Transformación se realiza a través de una puerta en su parte frontal, que da acceso a la zona de aparamenta, en la que se encuentran las celdas de Media Tensión, cuadros de Baja Tensión y elementos de Control del Centro. En nuestro caso es necesario, y así lo permiten este tipo de caseta, es posible añadir una segunda puerta para personas y establecer una separación física entre las celdas de la compañía Eléctrica y las de Cliente.



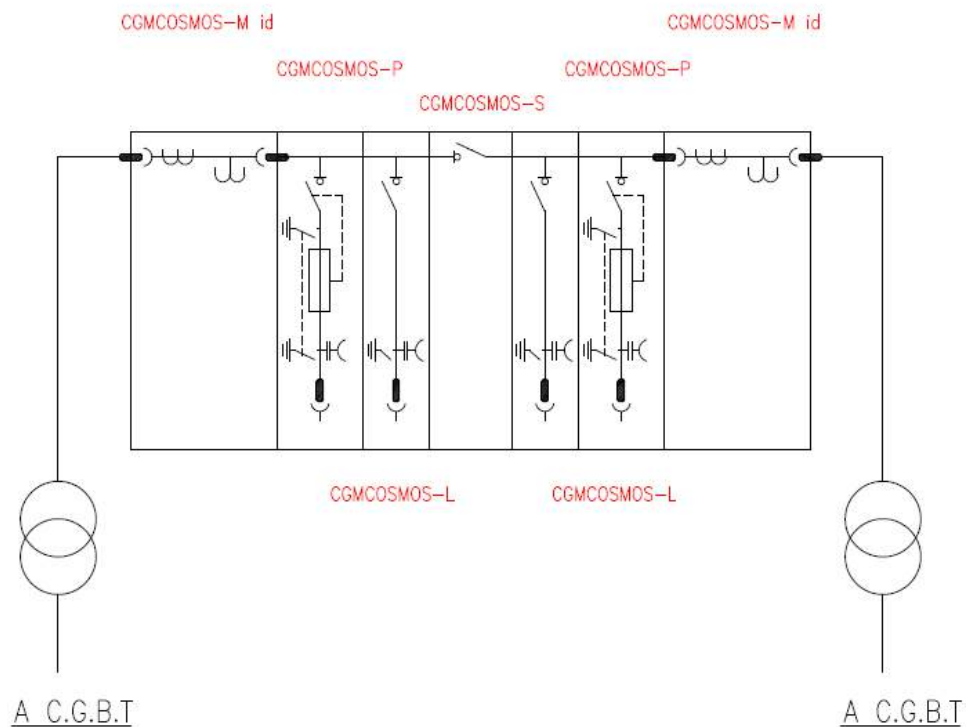
- **Características constructivas:**

La envolvente de estos Centros es de Hormigón armado vibrado, y se compone de 2 partes: una que aglutina el fondo y las paredes, que incorpora las puertas y rejillas de ventilación natural, y otra constituye el techo. Todas las armaduras del hormigón están unidas entre sí y al colector de tierra, según la RU T303, y las puertas y rejillas presentan una resistencia de 10 k $\Omega$  respecto a la tierra de la envolvente.

La ventilación es por circulación natural al aire, clase 10, conseguida mediante rejillas instaladas en las paredes de la envolvente y en la puerta del transformador. Se realizan ensayos y modelos de ventilación natural con transformadores Ormazabal, para la optimización de la vida útil de los mismos. El acabado estándar del Centro se realiza con pintura acrílica rugosa, de color blanco en las paredes, y color marrón en techos, puertas y rejillas.

Finalmente, se escoge una caseta tipo PFU-7 con el siguiente equipamiento:

- 2 Celdas de Línea
- Celda de entrega (Seccionamiento)
- 2 Celdas de Protección
- 2 Celdas de Medida
- 2 Transformadores
- 1 Cuadro de Baja Tensión
- 1 Posición de Reserva



**Ilustración 20.** Esquema unifilar de las celdas de M.T.









**Ilustración 22.** Vista frontal caseta PFU-7

### 9.2.3 Características de los Transformadores

Dado que la potencia aparente total prevista es de 1.934 kVA, se decide instalar dos transformadores de 1250 kVA cada uno del mismo fabricante que proporciona la envolvente del centro de transformación, de manera que se tiene un total de 2.500 kVA, de forma que se tenga margen de seguridad y con objeto de cubrir la demanda total instalada.

El transformador será sumergido en dieléctrico líquido, trifásico, a 50 Hz de frecuencia nominal, con posibilidad de instalarse en interior y exterior, aunque en nuestro caso sea interior. El transformador asegura ser hermético de llenado integral, sumergido en aceite mineral de acuerdo con la norma IEC 60296. Con refrigeración ONAN y color azul oscuro, de acuerdo a la norma UNE 21428.



**Ilustración 23.** Transformador Omarzabal.



La parte activa del transformador (1), es el sistema de transformación de energía, compuesto por el núcleo ferromagnético, los arrollamientos y las conexiones de Media tensión y Baja Tensión. Por otra parte, la envolvente metálica (2) del transformador y el dieléctrico líquido aportan el aislamiento y la refrigeración necesarios.

Dispone de arrollamiento concéntricos, aislamiento entre capas con celulosa con resina epoxi que compacta las bobinas para optimización del comportamiento frente a esfuerzos de cortocircuito. También tiene un conmutador de regulación, maniobrable sin tensión que permite ajustar la tensión del secundario de forma precisa.

**Tabla 10 – Características técnicas del transformador de 1250 kVA.**

CARACTERÍSTICAS	
Potencia asignada (kVA)	1250 kVA
Tensión asignada primario (kV)	15 kV
Tensión asignada secundaria en vacío (V)	420 V
Grupo de conexión	Dyn11
Pérdidas en vacío	1350 W
Pérdidas en carga	11.000 W
Impedancia de cortocircuito % a 75 °C	6 %
Nivel de Potencia Acústica LwA (dB)	64 dB
Caída de tensión a plena carga	1,06
Rendimiento carga 100 %	99,02 %
Rendimiento carga 75 %	99,20 %

#### 9.2.4 Características de la aparamenta de Media Tensión

Las celdas a emplear serán de la serie **CGMCOSMOS**, siendo celdas en sistemas modulares con aislamiento integral en gas SF<sub>6</sub>, del fabricante *Ormazabal*,

##### 9.2.4.1 Características principales:

- **Seguridad:**

Las celdas CGMCOSMOS están diseñadas prestando especial atención a la seguridad personal de los operarios y público en general, incluso en condiciones de falta; es decir, son capaces de resistir los efectos de un arco interno conforme a las normas IEC 62271-200 (Clase IAC) y la norma IEEE C37.20.7 (Clase 1D-s). Todos los componentes bajo tensión se encuentran en una cuba de gas de acero inoxidable sellada herméticamente durante toda la vida del producto, lo que mantiene la estanqueidad hermética. Esto proporciona resistencia frente a condiciones ambientales agresivas y protección contra contactos indirectos.



Los enclavamientos de las celdas **CGMCOSMOS** son mecánicos y eléctricos conforme a IEC 62271-200, los cuales permiten un funcionamiento seguro y fiable. Los enclavamientos evitan las maniobras no seguras, de tal manera que, hacen imposible el cierre del interruptor-seccionador y del seccionador de puesta a tierra al mismo tiempo; y además permiten la apertura de la tapa de acceso a los cables de MT cuando el seccionador de puesta a tierra está cerrado.

Otras condiciones de seguridad adicional son:

- Banderolas de señalización de la aparamenta de conexión: indicación visual en el mímico validada mediante el ensayo de cinemática conforme a las normas actuales (IEC 62271-102).
- Indicadores capacitivos de tensión: *ekorVPIS*, un indicador autoalimentado que muestra la presencia de tensión en las fases mediante tres señales luminosas permanentes (IEC 62271-206). *ekorIVDS*, un indicador de presencia o ausencia de tensión mediante señales luminosas (IEC 61243-5).
- Alarma acústica: *ekorSAS*, alarma que advierte contra la puesta a tierra cuando los cables de MT se encuentran bajo tensión.
- Comprobador de fases: *ekorSPC*.

- **Fiabilidad:**

La fiabilidad de las celdas elegidas ayuda a mantener la continuidad de suministro de su red eléctrica. El aislamiento estanco dentro de una cuba de gas de acero inoxidable proporciona una vida útil prolongada (30 años aproximadamente) y ausencia de mantenimiento de las partes activas. Las celdas son adecuadas para cualquier entorno, ya que son resistentes a condiciones agresivas (humedad, salinidad, polvo, contaminación, etc.). Suministro ininterrumpido incluso en caso de inundación. El sistema **CGMCOSMOS** supera el ensayo de inmersión a una presión de 3 metros de columna de agua durante 24 horas a tensión nominal y el ensayo de aislamiento a frecuencia industrial.

Toda la aparamenta se somete 100% a ensayos eléctricos y mecánicos de rutina conforme a las normas relevantes. También se realizan ensayos de estanqueidad y ensayos de rutina con el fin de garantizar la fiabilidad a largo plazo de la vida útil.

- Ensayo de estanqueidad.
- Ensayo de frecuencia industrial.
- Medida de la resistencia del circuito principal.
- Ensayo de endurancia mecánica.
- Medida de las descargas parciales.

- **Eficacia:**

La eficacia de las celdas es una de las características de gran valor que le facilitan sus tareas. El diseño **CGMCOSMOS** es completamente modular. Ofrece flexibilidad de configuración de esquemas, extensibilidad sencilla a ambos lados y ocupación de superficie mínima. Además, estos equipos pueden adaptarse a la evolución de la red.



El conjunto de unión ORMALINK permite realizar sin esfuerzo una conexión mecánica y eléctrica entre dos celdas sin necesidad de manipular el gas y con la posibilidad de extensibilidad futura. La posibilidad de sustitución de los mecanismos de maniobra y la motorización de los mismos sin interrumpir el suministro ayudan a mejorar la calidad del suministro eléctrico.

Las celdas CGMCOSMOS proporcionan las siguientes características de fácil uso:

- Acceso frontal para la instalación de cables de MT y fusibles.
- Conexión y prueba de cables sencillas.
- Interfaz óptima con los operarios.
- Portafusibles horizontales.
- Sencillez de operación de los mecanismos de maniobra.
- Pequeño y ligero.



**Ilustración 24.** Celda Omarzabal CGCOSMOS

- **Sostenibilidad:**

Esfuerzos continuos para reducir la emisión de gas

- Compromiso con el medioambiente.
- Disminución continúa del uso de gases de efecto invernadero.
- Emisión de SF6 despreciable durante los procesos de fabricación.
- Reducción de la tasa de fugas de gas en la apartamenta.
- No utilización de gas SF6 durante la instalación.
- Medidas continuas para reducir nuestra huella medioambiental.
- Gestión del fin de la vida útil.
- Utilización de materiales con un alto grado de reciclabilidad.
- Inversión continúa en investigación sobre materiales alternativos y en tecnología propia.
- Proporcionar relés autoalimentados y dispositivos que eviten un consumo extra de energía.



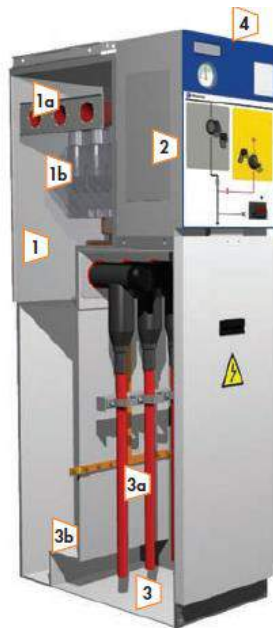
- **Innovación continua:**

Ayuda a mantener la continuidad de suministro de su red eléctrica

- Nuevos módulos para 25 kA.
- Funcionamiento de los módulos a -30°C.
- Nuevas celdas de medida sometidas a ensayo conforme a IEC62271-200, incluidos los requisitos IAC.
- Evolución en los mecanismos de maniobra.
- Integración en celda de unidades propias de protección y automatización.
- Sistema preparado para redes inteligentes (Smart Grid).
- Sensores de tensión e intensidad.
- Diagnóstico preventivo de falta en cables.
- Detección de descargas parciales (DP) para el diagnóstico de la red.

#### 9.2.4.2 Características de diseño (Compartimentos).

Las celdas CGMCOSMOS presentan una estructura dividida en compartimentos independientes. Estos compartimentos son los siguientes:



**Ilustración 25.** Compartimentos de las celdas CMGCOSMOS de Ormazabal.

- **Cuba de gas (1):**

La cuba es estanca y está aislada con gas SF<sub>6</sub>, contiene el embarrado, así como los dispositivos de corte y conexión. El dieléctrico utilizado actúa como medio de aislamiento y de extinción. La cuba está equipada con una membrana que dirige de forma segura la salida de gases en caso de arco interno, así como un manómetro para controlar la presión del gas aislante.



El embarrado conecta los pasatapas monofásicos desde el exterior de la celda hasta los elementos de corte en el interior de la misma. La conexión eléctrica entre los diferentes módulos del sistema CGMCOSMOS se realiza a través del conjunto de unión ORMALINK.

Los fusibles de protección están dispuestos en posición horizontal, dentro de compartimentos independientes por fase, y se instalan en carros portafusibles. Los tubos portafusibles proporcionan aislamiento y estanqueidad contra la polución, los cambios de temperatura y condiciones climáticas adversas. El movimiento del percutor del fusible se transmite desde el interior a la timonería de disparo.

Dispone de las siguientes principales características:

- Sistema de aislamiento sellado de por vida (30 años).
- Ensayado contra arco interno.
- Acero inoxidable – clasificación IP X8.
- Soldadura mediante robot.
- Dispositivos de conexión, corte y circuito principal: Interruptor seccionador, interruptor automático, tubos portafusible.
- Conector enchufable para pasatapas exterior.
- Manómetro.
- Membrana de expansión.
- Conexión de barras directa mediante tulipas monofásicas.

- **Mecanismos de maniobra (2):**

El mecanismo de maniobra permite realizar las operaciones de apertura y cierre de los circuitos de MT. La distribución frontal de los mecanismos de maniobra y el uso de palancas anti-réflex permite maniobras de señalización de posición. Máxima fiabilidad verificada mediante el ensayo de cadena cinemática del mecanismo de señalización conforme a IEC 62271-102.

Dispone de las siguientes principales características:

- Sinóptico y pulsadores.
- Señalización de posición (cadena cinemática: elementos de corte y conexión y disparo del fusible).
- Indicador capacitivo de tensión (*ekorVPIS* y *ekorIVDS*).
- Enclavamientos (Eléctricos y mecánicos).
- Motorización sin interrupción del suministro.
- Posibilidad de sustitución y motorización in situ.

Dependiendo del mecanismo de maniobra existen diferentes modelos:

- Interruptor-seccionador de tres posiciones.

Mecanismo de maniobra básico con accionamiento manual independiente (B) o motorizado (BM).

Mecanismo de maniobra con funcionamiento manual (BR-A) o motorizado (BR-AM).



- Interruptor automático

Mecanismo de maniobra accionado por resortes para la función de interruptor automático (AV y AMV, sin reenganche) y (RAV y RAMV, con reenganche).

- **Base (3):**

El compartimento de cables, ubicado en la zona inferior delantera de la celda, dispone de una tapa, enclavada con el seccionador de puesta a tierra, que permite el acceso frontal a los cables de Media Tensión. Los cables de MT aislados provenientes del exterior se conectan usando pasatapas que admiten conectores enchufable o atornillables aislados con apantallamiento.

Dispone de las siguientes principales características:

- Posibilidad de hasta dos conectores por fase. Consulte compatibilidades.
- Más conectores o autoválvulas mediante tapa especial
- Conexiones sin esfuerzo (enchufables o atornillables)
- Altura de pasatapas adecuada para cables tripolares / de gran tamaño
- Conector enchufable para pasatapas exterior
- Puesta a tierra del cable sencilla
- Prueba de cables
- Tapa frontal enclavada con el seccionador de puesta a tierra
- Canaletas protegidas para cables de baja tensión

El conducto de expansión de gases situado en la parte posterior de la base dirige a través de una membrana los gases generados por efecto de un arco interno.

- **Cajón de control (4):**

El cajón de control, situado en la parte superior de la celda e independiente de los compartimentos de MT, se ha definido para la instalación de relés de protección, así como dispositivos de medida y control.

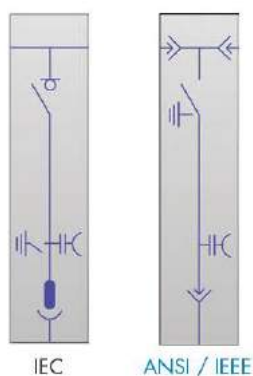
Dispone de las siguientes principales características:

- Compartimento independiente de la zona de MT
- Listo para la instalación de relés de protección, así como equipos de mando y medida
- Montaje y ensayos en fábrica conforme a las necesidades del cliente
- Diseño estándar y compacto para la instalación de los relés de protección y las unidades de automatización de Ormazabal
- Gran capacidad de adaptación para relés de protección, unidades de control y medida de otros fabricantes, así como equipos proporcionados por el cliente
- Tamaño y diseño personalizado



### 9.2.4.3 Características descriptivas de la Celda de Línea (L)

Celda modular de línea, equipada con un interruptor-seccionador de tres posiciones: cerrado, abierto o puesto a tierra. Su aplicación es la entrada/Salida de los cables de Media Tensión que permiten la comunicación con el embarrado principal del centro de transformación. Las características de la celda elegida se muestran en la tabla siguiente.



**Ilustración 26.** Esquema eléctrico. Celda de Línea CGMCOSMOS-L

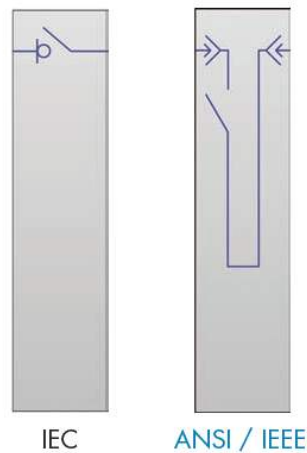
**Tabla 11 - Características generales de la Celda de Línea CMGCOSMOS-L**

Tensión Asignada	12 kV	
Intensidad Asignada	400 A	
Intensidad de corta duración	16 kV	
Corriente admisible de corta duración, valor de pico	40 kA	
Número de fases	3	
Frecuencia nominal	50 Hz	
Nivel de Aislamiento a frecuencia industrial (1')	A tierra y entre fases	28 kV
	A la distancia de seccionamiento	32 kV
Nivel Aislamiento a impulso tipo rayo	A tierra y entre fases	75 kV
	A la distancia de seccionamiento	85 kV
Capacidad de cierre	48 kV	
Capacidad de corte	Corriente principalmente activa	400 A
	Bucle cerrado	400 A
	Falta a tierra	300 A
Categoría del interruptor	Endurancia mecánica	1000-M1
	Ciclos de maniobras	5-E3
Características físicas	Ancho	365 mm
	Alto	1.740 mm
	Fondo	735 mm
	Peso	90 kg



#### 9.2.4.4 Características descriptivas de la Celda de interruptor pasante (S).

Celda modular de interruptor pasante, equipado con un interruptor-seccionador de dos posiciones (Abierto y cerrado). Opcional con seccionador de puesta a tierra. La aplicación de esta celda es el corte de carga del embarrado principal del centro de transformación y su puesta a tierra en el lado derecho o izquierdo del punto de corte.



**Ilustración 27.** Esquema eléctrico. Celda de Interruptor pasante CGMCOSMOS-S

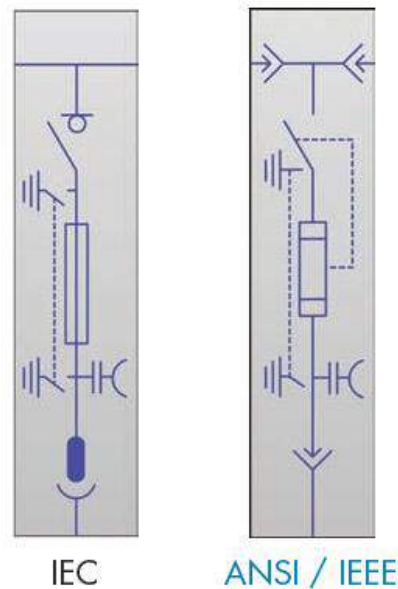
**Tabla 12 - Características generales de la Celda de Interruptor Pasante CMGCOSMOS-S**

Tensión Asignada	12 kV	
Intensidad Asignada	400 A	
Intensidad de corta duración	16 kV	
Corriente admisible de corta duración, valor de pico	40 kA	
Número de fases	3	
Frecuencia nominal	50 Hz	
Nivel de Aislamiento a frecuencia industrial (1')	A tierra y entre fases	28 kV
	A la distancia de seccionamiento	38 kV
Nivel Aislamiento a impulso tipo rayo	A tierra y entre fases	75 kV
	A la distancia de seccionamiento	85 kV
Capacidad de corte	Corriente principalmente activa	400 A
	En bucle cerrado	400 A
	Falta a tierra	300 A
Categoría del interruptor	Endurancia mecánica	1000-M1
	Ciclos de maniobras	5-E3
Características físicas	Ancho	450 mm
	Alto	1.740 mm
	Fondo	735 mm
	Peso	110 kg



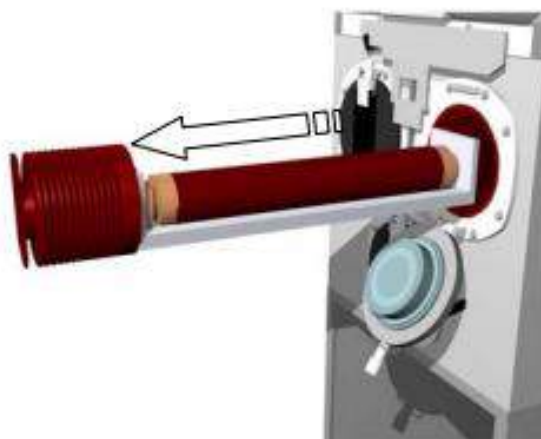
#### 9.2.4.5 Características descriptivas de la Celda de Protección (P).

Celda modular con protección con fusibles, equipada con un interruptor-seccionador de tres posiciones: cerrado, abierto o puesta a tierra y protección con fusibles limitadores. Su función es la protección general y del transformador, así como maniobras de conexión o desconexión.



**Ilustración 28.** Esquema eléctrico. Celda de protección CGMCOSMOS-P

En este tipo de celda los fusibles se montan sobre unos carros que se introducen en los tubos portafusibles de resina aislante. La colocación o cambio de un fusible se puede realizar sobre la tapa en posición abierta o en posición extraída. La retirada del fusible de la base se lleva a cabo soltando el bloqueo mecánico que fija el fusible a la tapa. Para realizar esta operación basta con presionar el gatillo de la tapa.



**Ilustración 29.** Detalle de la extracción del carro portafusibles.

Los 3 tubos inmersos en SF<sub>6</sub>, son perfectamente estancos respecto al gas, y cuando están cerrados, lo son también respecto del exterior, garantizando la insensibilidad a la polución externa y a las inundaciones. Esto se consigue mediante un cierre rápido con membrana cuya misión es accionar el interruptor para su apertura.



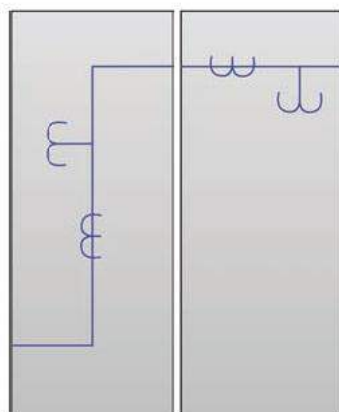
**Tabla 13 - Características generales de la Celda de protección CMGCOSMOS-P**

Tensión Asignada	12 kV	
Intensidad Asignada embarrado	400 A	
Intensidad asignada en la derivación	16 kV	
Intensidad de corta duración valor de pico	40 kA	
Número de fases	3	
Frecuencia nominal	50 Hz	
Nivel de Aislamiento a frecuencia industrial (1')	A tierra y entre fases	28 kV
	A la distancia de seccionamiento	38 kV
Nivel Aislamiento a impulso tipo rayo	A tierra y entre fases	75 kV
	A la distancia de seccionamiento	85 kV
Capacidad de cierre		48 kV
Capacidad de corte	Corriente principalmente activa	400 A
	Corriente capacitiva	31.5 A
	Cortocircuito	16 kA
Endurancia del interruptor automático	Endurancia mecánica	2000-M1
	Endurancia eléctrica	E2-C1
Características físicas	Ancho	470 mm
	Alto	1.740 mm
	Fondo	735 mm
	Peso	140 kg



#### 9.2.4.6 Características descriptivas de la Celda de Medida (M).

Celda modular de medida con aislamiento en aire. Cuya función es el alojamiento para transformadores de medida de tensión e intensidad, permitiendo comunicar con embarrado del centro de transformación, mediante barras o cables secos.



IEC

**Ilustración 30.** Esquema eléctrico. Celda de medida CGCOSMOS-M

Características eléctricas			IEC	
Tensión asignada	$U_r$	[kV]	12*	24
Frecuencia asignada	$f_r$	[Hz]	50/60	50/60
Corriente asignada				
Interconexión general de embarrado y celdas	$I_r$	[A]	400/630	400/630
Tensión asignada de corta duración soportada a frecuencia Industrial (1 min)				
Entre fases y tierra	$U_d$	[kV]	28	50
Tensión soportada asignada a Impulso tipo rayo				
Entre fases y tierra	$U_p$	[kV]	75	125
Clasificación arco Interno	IAC		AFL 20** kA 0,5 s/20** kA 1 s	
Corriente admisible asignada de corta duración Valor $t_k = (x)$ s	$I_r$	[kA]	16/20** (1/3 s) / 25 (3 s)	

\* También disponible con  $U_r = 7,2$  kV bajo demanda \*\* Ensayos realizados a 21 kA/52,5 kA

**Ilustración 31.** Características generales de la Celda de Medida CMGCOSMOS-M







# 10. INSTALACIÓN ELÉCTRICA B.T.

---

**E**N este apartado se procede a la descripción, definición y cálculo de la todos los elementos necesarios para un correcto funcionamiento de la red eléctrica de Baja Tensión.

## 10.1 CLASIFICACIÓN DE LA INSTALACIÓN

La instalación eléctrica está destinada a la fabricación de cartón ondulado y por tanto la industria se clasifica, según la ITC-BT-29 del REBT, como “*Local con riesgo de incendio o explosión*”, por lo que deberá cumplir con las prescripciones que esto conlleva.

En esta instrucción técnica, solo se considera el riesgo de incendio o explosión originada al coincidir una atmósfera explosiva y una fuente de ignición de origen eléctrico, tales como, chispas, arcos, y temperaturas superficiales del material eléctrico; incluyendo la electricidad estática.

En el proceso de fabricación del cartón ondulado, existe un inevitable peligro de incendio, debido al uso de materiales de carácter inflamable, como son las titas y disolventes empleados. Por otro lado, se suma que todo el proceso de fabricación se ejecuta mediante el uso de múltiples máquinas y aparatos de índole eléctrica que puede suponer un foco de ignición.

No obstante, se dotará al edificio industrial de un óptimo sistema de ventilación natural y/o forzada si fuera necesario, para hacer disminuir considerablemente el peligro por atmósfera explosiva y por riesgo de incendio. De manera, que la instalación no se clasifique como local con riesgo de incendio o explosión.

## 10.2 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN

El diseño de la instalación eléctrica se realiza en función de las dimensiones de la nave, y las necesidades energéticas previstas y la actividad desarrollada. Se plantea un suministro de forma individual para un único usuario.

### 10.2.1 Instalación de Enlace.

La instalación de enlace cumplirá con las instrucciones técnicas del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, número 12 hasta las 17. (ITC-BT).

La instalación de enlace une la caja general de protección con la instalación interior o recetora del usuario comenzará en el final de la acometida y terminará en los dispositivos generales de mando y protección.

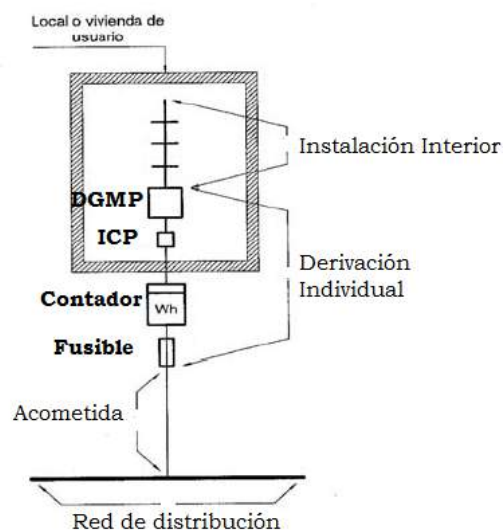


Estas instalaciones se situarán y discurrirán siempre por lugares de uso común y quedarán de propiedad del usuario, que se responsabilizará de su conservación y mantenimiento.

Las partes que constituyen las instalaciones de enlace son:

- Caja general de protección (CGP).
- Línea general de Alimentación (LGA).
- Elementos para la Ubicación de contadores (CC).
- Derivación Individual (DI).
- Caja para Interruptor de Control de Potencia (IPC).
- Dispositivos Generales de Mando y Protección (DGMP).

El esquema general para un solo usuario según la ITC-BT-12 es el siguiente:



**Ilustración 32.** Esquema general de instalación de enlace para un usuario

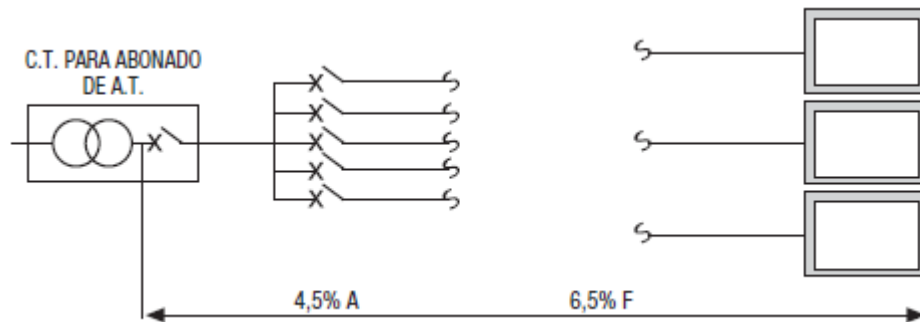
La instalación eléctrica de Baja Tensión en estudio parte del centro de Transformación, donde se realiza el punto de entrega de la compañía suministradora. En dicho centro de transformación se encuentra la caja general de protección (CGP), debido a ser un suministro individual, en el mismo lugar se encuentra el equipo de medida que irá protegido por su fusible de seguridad. De manera que en el centro de transformación se encuentra el cuadro de protección y medida (CPM), de modo, que no es necesaria la línea general de alimentación. La caja de medida deberá cumplir con los requisitos establecidos en RBT y las normas UNE correspondientes.

De la Caja de Protección y Medida (CPM), sale la derivación individual que enlazará el centro de transformación y el edificio Industrial hasta el Cuadro Principal de Distribución (CGBT).



## 10.2.2 Instalación Interior.

La instalación interior son las líneas que parten del cuadro general de Mando y Protección y alimenta a los receptores de la instalación. Esta instalación debe cumplir con lo descrito en la ITC-BT-21 hasta la ITC-BT-24, donde se especifican las características de las instalaciones interiores. Tal como se ha comentado en los apartados anteriores se ha eliminado los riesgos de atmósfera explosiva por lo que no es de obligado cumplimiento la ITC-BT-29, “Locales con riesgo de incendio o explosión”.



**Ilustración 33.** Caídas de tensión máximas admisibles según configuración

En la instalación que se aborda en este proyecto, la instalación eléctrica está compuesta de 1 Cuadro Principal de Baja de Tensión, del que parten 6 líneas hacia los 6 subcuadros Secundarios de Distribución, obviamente, la cabecera de todos ellos consta con una protección general y protecciones en los circuitos derivados.

**Tabla 14 – Potencias del Subcuadro 1**

SUB CUADRO PRINCIPAL 1	UDS	POTENCIA UNITARIA (W)	POTENCIA INSTALADA TOTAL (W)
TOMAS DE CORRIENTE	28	3.680	103.040
COCINA DE COLA	1	60.000	60.000
COMPRESOR DE TORNILLO, CALDERIN DE 105 LITROS PRESION DE 14 BAR	1	150.000	150.000
COMPRESOR SIN CALDERIN, PRESION 13.1 BAR	1	75.000	75.000
BOMBA AGUA REFRIGERACIÓN	1	11.500	11.500
GRUPO CONTRA INCENDIOS DE 270CV	1	150.000	150.000
DEPURADORA DE AGUA	1	12.000	12.000
CALDERA DE VAPOR	1	107.000	107.000
MÁQUINA MONTADORA	1	10.000	10.000
LUMINARIA INDUSTRIAL LED PHILIPS BY120P	51	85	4.335
EQUIPO AUTÓNOMO DE EMERGENCIA	15	8	120
LUMINARIA LED PHILIPS CORELINE 36 W	12	36	432
EXTRACTOR PARA ASEOS	4	4	16
POTENCIA TOTAL DE CÁLCULO SUBCUADRO 1			<b>683.443</b>



**Tabla 15 – Potencias del Subcuadro 2**

SUB CUADRO PRINCIPAL 2	UDS	POTENCIA UNITARIA (W)	POTENCIA INSTALADA TOTAL (W)
6 - FLEJADORA	1	15.000	15.000
INSERTADOR DE PALETS	1	25.000	25.000
ENVOLVEDORA	1	15.000	15.000
8 - IMV SALIDA DE PLANCHA (RODILLOS TRANSPORTE)	1	50.000	50.000
9 - PALETIZADORA M924	1	25.000	25.000
POTENCIA TOTAL DE CÁLCULO SUBCUADRO 2			<b>130.000</b>

**Tabla 16 – Potencias del Subcuadro 3**

SUB CUADRO PRINCIPAL 3	UDS	POTENCIA UNITARIA (W)	POTENCIA INSTALADA TOTAL (W)
2 - TROQUELADORA 6c	1	150.000	150.000
3 - TROQUELADORA 4c	1	120.000	120.000
5 - PLEGADORA CURIONI	1	50.000	50.000
6 - FLEJADORA	1	15.000	15.000
7 - PEGADORA GILBERT	1	5.000	5.000
10 - CIZALLA	3	1.000	3.000
11- TROQUELADORA PLANA // BOBST SPO 1575	1	60.000	60.000
POTENCIA TOTAL DE CÁLCULO SUBCUADRO 3			<b>403.000</b>

**Tabla 17 – Potencias del Subcuadro 4**

SUB CUADRO PRINCIPAL 4	UDS	POTENCIA UNITARIA (W)	POTENCIA INSTALADA TOTAL (W)
1 - ONDULADORA	1	900.000	900.000
POTENCIA TOTAL DE CÁLCULO SUBCUADRO 4			<b>900.000</b>

**Tabla 18 – Potencias del Subcuadro 5**

SUB CUADRO PRINCIPAL 5	UDS	POTENCIA UNITARIA (W)	POTENCIA INSTALADA TOTAL (W)
TOMAS DE CORRIENTE 16 A	43	3.680	158.240
MÁQUINA CLIMATIZACIÓN OFICINAS 38,8kW REFRIGERACIÓN	2	2.200	4.400
LUMINARIA LED PHILIPS CORELINE 36 W	87	36	3.132
EQUIPO AUTÓNOMO DE EMERGENCIA	22	87	1.914
EXTRACTOR PARA ASEOSO	4	8	32
POTENCIA TOTAL DE CÁLCULO SUBCUADRO 5			<b>167.718</b>



**Tabla 19 – Potencias del Subcuadro 6**

SUB CUADRO PRINCIPAL 6	UDS	POTENCIA UNITARIA (W)	POTENCIA INSTALADA TOTAL (W)
LUMINARIA INDUSTRIAL LED PHILIPS	194	218	42.292
EQUIPO AUTÓNOMO DE EMERGENCIA	11	8	88
LUMINARIA CERRADA PARA ALUMBRADO VIAL	130	105	13.650
PROYECTORES	60	110	6.600
TOMAS DE CORRIENTE	5	3.680	18.400
LUMINARIA INDUSTRIAL LED PHILIPS BY120P	4	85	340
4 - CLIMATIZADOR, 151,2 kW REFRIGERACIÓN	2	47.500	95.000
POTENCIA TOTAL DE CÁLCULO SUBCUADRO 6			<b>176.370</b>

### 10.2.3 Sistema de puesta a tierra.

El objeto de la puesta a tierra es el de limitar la tensión que con respecto a tierra puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados.

La puesta o conexión a tierra es la unión eléctrica directa, sin fusibles ni protección alguna, de una parte del circuito eléctrico o de una parte conductora no perteneciente al mismo mediante una toma de tierra con un electrodo o grupos de electrodos enterrados en el suelo.

Mediante la instalación de puesta a tierra se deberá conseguir que en el conjunto de instalaciones, edificios y superficie próxima del terreno no aparezca diferencias de potencial peligrosas y que, al mismo tiempo, permita el paso a tierra de las corrientes de defecto o las de descarga de origen atmosférico.

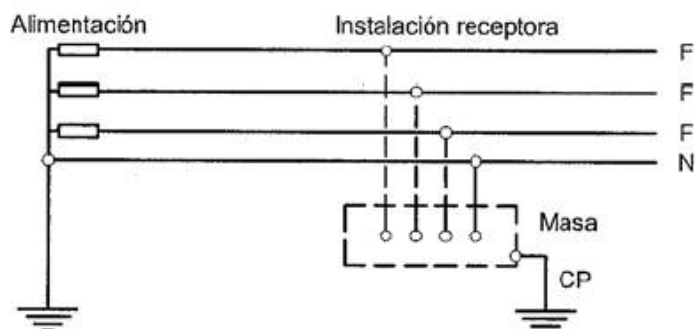
Para la elección del esquema de puesta a tierra, se sigue la **ITC-BT-08** “Sistemas de conexión del neutro y de las masas en redes de distribución de energía eléctrica”.

La elección de uno de los tres principales tipos que propone la normativa (TN, TT, IT), debe hacerse en función de las características técnicas y económicas de cada instalación. Se restringe el uso de estos esquemas a su esquema TT, en el caso de que la instalación eléctrica receptora esté alimentada directamente de una red de distribución pública de baja tensión. Para el caso en estudio, dado que nos encontramos en una instalación alimentada en baja tensión, a partir de un centro de transformación de abonado, se podrá elegir cualquiera de los tres esquemas citados.

De los distintos sistemas descritos en dicha instrucción técnica, en la instalación se realizará el esquema de conexión TT.



El esquema TT tiene un punto de alimentación, generalmente el neutro o compensador, conectado directamente a tierra. Las masas de la instalación receptora están conectadas a una toma de tierra separada de la toma de tierra de la alimentación.



*Ilustración 34. Esquema de conexión TT*

En este esquema las intensidades de defecto fase-masa o fase-tierra pueden tener valores inferiores a los de cortocircuito, pero pueden ser suficientes para provocar la aparición de tensiones peligrosas.

### 10.3 CAJA DE PROTECCIÓN Y MEDIDA (CPM).

Debe cumplir con lo especificado en la ITC-BT-13 “Instalación de enlace, Cajas generales de protección”, para el caso de suministro a un único usuario, al no existir línea general de alimentación, la caja generales de protección pueden simplificarse colocando en un único elemento, la caja general de protección y el equipo de medida; dicho elemento se denomina Caja de Protección y Medida (CPM).

Cuando la acometida sea subterránea se instalará siempre en un nicho en pared que se cerrará con una puerta perfectamente metálica, con grado de protección IK 10. Los dispositivos de lectura de los equipos de medida deberán estar instalados a una altura comprendida entre 0,7 m y 1,80 metros. Las cajas de protección y medida a utilizar corresponderán a uno de los tipos recogidos en las especificaciones técnicas de la empresa suministradora.

En este caso en estudio, las normas particulares de ENDESA, capítulo II “Acometidas e instalaciones de enlace en Baja Tensión”.

El CPM debe cumplir todo lo que se indica en la Norma UNE-EN 60439-1, tendrán grado de inflamabilidad según se indica en la UNE-EN 60439-3, una vez instalados tendrán un grado de protección IP43 según UNE 20324 e IK09 según UNE-EN 50102 y serán precintables.

Además también debe cumplir con las características de la Norma ONSE 33.70-10, que reúne bajo la misma envoltura los fusibles generales de protección, el contador y el dispositivo para discriminación horaria.



Los cables que llegan a los bornes del contador deben ser de cobre, por lo que la CPM debe estar dotada de los correspondientes bornes bimetálicos para el paso del cable de aluminio de la acometida a cable de cobre para conectar al contador.

La envolvente deberá disponer de la ventilación interna necesaria que garantice la no formación de condensaciones y, en la medida de lo posible, evite la entrada de insectos. El material transparente para la lectura, será resistente a la acción de los rayos ultravioleta.

La cajas a emplear, según las citadas en la Norma ONSE 33.70-10, será **C.P.M. 2-D4**, apta para instalar en su interior un contador monofásico o trifásico, reloj de cambio de tarifas, cuatro bases portafusibles y Bornas de conexión.



**Ilustración 35.** *Caja de protección y Medida. CPM 2-D4*



## 10.4 DERIVACIÓN INDIVIDUAL (DI).

La derivación individual es la parte de la instalación que suministra energía eléctrica a una instalación de usuario. Debe cumplir con lo especificado en la ITC-BT-15 “*Instalación de enlace, Derivaciones individuales*”.

Las derivaciones individuales estarán constituidas por:

- Conductores aislados en el interior de tubos empotrados o enterrados.
- Conductores aislados en el interior de tubos en montaje superficial.
- Conductores aislados en el interior de canales protectoras cuya tapa solo se pueda abrir con la ayuda de un útil.
- Canalizaciones eléctricas prefabricadas que deberán cumplir la norma UNE-EN 604392-2.
- Conductores aislados en el interior de conductos cerrados de obra de fábrica, proyectados y contruidos al efecto.

Los tubos y canales, así como su instalación, cumplirán lo indicado en la ITC-BT-21 del REBT, salvo en lo indicado en la ITC-BT-15.

Los tubos y canales protectores tendrán una sección nominal que permita ampliar la sección de los conductores inicialmente instalados en un 100%. Los diámetros exteriores nominales mínimos de los tubos en derivaciones individuales serán 40 mm.

En el caso en estudio no será necesario disponer de un tubo de reserva ya que solo existe una única derivación individual, y la norma fija el tubo de reserva para más de 10 derivaciones.

La altura mínima de las tapas registro será de 0,30 m y su anchura igual a la de la canaladura. Su parte superior quedará instalada, como mínimo, a 0,20 m del techo. Con objeto de facilitar la instalación, cada 15 metros se podrán colocar cajas de registro precintables. Las cajas serán de material aislante, no propagadoras de la llama y grado de inflamabilidad V-1, según la UNE-EN 600695-11-10.

### 10.4.1 Características de los materiales.

#### 10.4.1.1 Conductores

Debe cumplir con lo especificado en la ITC-BT-15 “*Instalación de enlace, Derivaciones individuales*”.

El número de conductores vendrá fijado por el número de fases necesarias para la utilización de los receptores de la derivación correspondiente y según su potencia, llevando cada línea su correspondiente conductor neutro, así como conductor de protección. Los cables no presentarán empalmes y su sección será uniforme. Se opta por empezar la misma sección de conductor para el neutro que para las fases, para estar del lado de la seguridad, a pesar de que este puede tener menor sección, tal como indica la Tabla 1 de la ITC-BT-08.



Los conductores de protección seguirán las secciones según la siguiente tabla:

Secciones de los conductores de fase o polares de la instalación (mm <sup>2</sup> )	Secciones mínimas de los conductores de protección (mm <sup>2</sup> )
S ≤ 16 16 < S ≤ 35 S > 35	S (*) 16 S/2
(*) Con un mínimo de: 2,5 mm <sup>2</sup> si los conductores de protección no forman parte de la canalización de alimentación y tienen una protección mecánica 4 mm <sup>2</sup> si los conductores de protección no forman parte de la canalización de alimentación y no tienen una protección mecánica	

**Ilustración 36. Sección de los conductores de protección.**

Los conductores a utilizar serán de cobre, aislados y normalmente unipolares, siendo su tensión asignada 450/750 V. Para el caso de cables multiconductores, o derivaciones individuales en el interior de tubos enterrados, el aislamiento será de tensión asignada 0,6/1 kV. Los cables serán no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida, cumpliendo con las características de la norma UNE 21123. Los elementos de conducción de cables tendrán características equivalentes a los clasificados como “no propagadores de la llama”, de acuerdo con las normas UNE-EN 5085-1 y UNE-EN 50086-1.

Para el cálculo de la sección de los conductores se tendrá en cuenta: la demanda prevista y la caída de tensión máxima admisible, para el caso de derivaciones individuales en suministros a un único usuario donde no existe la LGA (1,5 %).

Tras las especificaciones anteriores, la derivación individual será trifásica, con 3 conductores de cobre unipolares para las fases, más el conductor neutro. El conductor será del tipo **RZ1-K (AS)** con tensión asignada 0,6/1kV con cubierta tipo XLPE, no propagador del incendio y con emisión de humo y opacidad reducida.

Finalmente, el cable de cada una de las dos derivaciones individuales estará compuesto por 5 cables unipolares en paralelo:

**RZ1-K (AS) 0,6/1 kV 5·(4x1x240 + 1x16)**

**Tabla 20 – Datos técnicos del Cable RZ1-K 1x240.**

CARACTERÍSTICAS	
Tensión suministro de la red	400 V
Diámetro nominal (mm)	50 Hz
Espesor aislamiento	1,7 mm
Diámetro exterior	26,9 mm
Peso aproximado	2.350 kg
Intensidad máxima admisible (Bandeja)	490 A
Resistencia del conductor a 20 °	0,08 Ω/km
Reactancia inductiva	0,08 Ω/km



#### 10.4.1.2 Canalizaciones.

En la instalación en estudio, las bandejas de la derivación individual irán en canalizaciones por la pared, por lo tanto serán conforme a lo establecido en la norma UNE-EN 50086 2-4 y sus características mínimas serán las indicadas en la tabla 6 de la ITC-BT-21.

Finalmente, el tubo de la derivación individual será:

**Código: 432141422212      $d_{\min}=16$  mm**

**Tabla 21** – Características mínimas para canalizaciones aéreas

Característica	Código	Grado
Resistencia a la compresión	4	Fuerte
Resistencia al impacto	3	Media
Temperatura mínima de instalación y servicio	2	-5°C
Temperatura máxima de instalación y servicio	1	+60°C
Resistencia al curvado	4	Flexible
Propiedades eléctricas	1/2	Continuidad/aislado
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	Contra objetos $D \geq 1$ mm
Resistencia a la penetración del agua	2	Protegido contra las gotas de agua cayendo verticalmente cuando el sistema de tubos está inclinado 15°
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos y compuestos	2	Protección interior mediana y exterior elevada
Resistencia a la tracción	2	Ligera
Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
Resistencia a las cargas suspendidas	2	Ligera



## 10.5 DISPOSITIVOS GENERALES DE MANDO Y PROTECCIÓN (DGMP).

Debe cumplir con lo especificado en la ITC-BT-17 “*Instalación de enlace, dispositivos generales e individuales de mando y protección, interruptor de control de potencia*”.

Se sitúan lo más cerca posible del punto de entrada de la derivación individual en el local del usuario. Los dispositivos individuales de mando y protección de cada uno de los circuitos, que son el origen de la instalación interior, podrán instalarse en cuadros separados y en otros lugares.

La altura a la cual se situarán los dispositivos generales e individuales de mando y protección de los circuitos, medida desde el suelo, estará comprendida entre las 1,4 y 2 metros.

### 10.5.1.1 Composición y características de los cuadros.

Los dispositivos generales e individuales de mando y protección, tendrán una posición de servicio vertical y se ubicarán en el interior de un cuadro de distribución.

Las envolventes de los cuadros se ajustarán a las normas UNE 20451 y UNE-EN 60439-3, con grado de protección mínimo IP 30 según UNE 20324 e IK07 según UNE-EN 50102. La envolvente para el interruptor de control de potencia será precintable.

Los dispositivos generales e individuales de mando y protección serán, como mínimo:

- Un Interruptor general automático de corte omnipolar, que permita su accionamiento manual y que esté dotado de elementos de protección contra sobrecarga y cortocircuitos. Este interruptor será independiente del interruptor de control de potencia.
- Un interruptor diferencial general, destinado a la protección contra contactos indirectos de todos los circuitos; salvo que la protección contra contactos se efectúe mediante otros dispositivos de acuerdo con la ITC-BT-24.
- Dispositivos de corte omnipolar, destinados a la protección contra sobrecargas y cortocircuitos de cada uno de los circuitos interiores del local.
- Dispositivos de protección contra sobretensiones, según ITC-BT-23 si fuese necesario.

El interruptor general automático de corte omnipolar tendrá poder de corte suficiente para la intensidad de cortocircuito que pueda producirse en el punto de su instalación, de 2500 A como mínimo. El resto de interruptores y diferenciales deberán resistir las corrientes de cortocircuito que puedan presentarse en el punto de su instalación.

Los dispositivos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos de los circuitos interiores serán de corte omnipolar y tendrán los polos protegidos que corresponda al número de fases del circuito que protejan. Sus características de interrupción estarán de acuerdo con las corrientes admisibles de los conductores del circuito que protegen.



## 10.6 INSTALACIÓN INTERIOR.

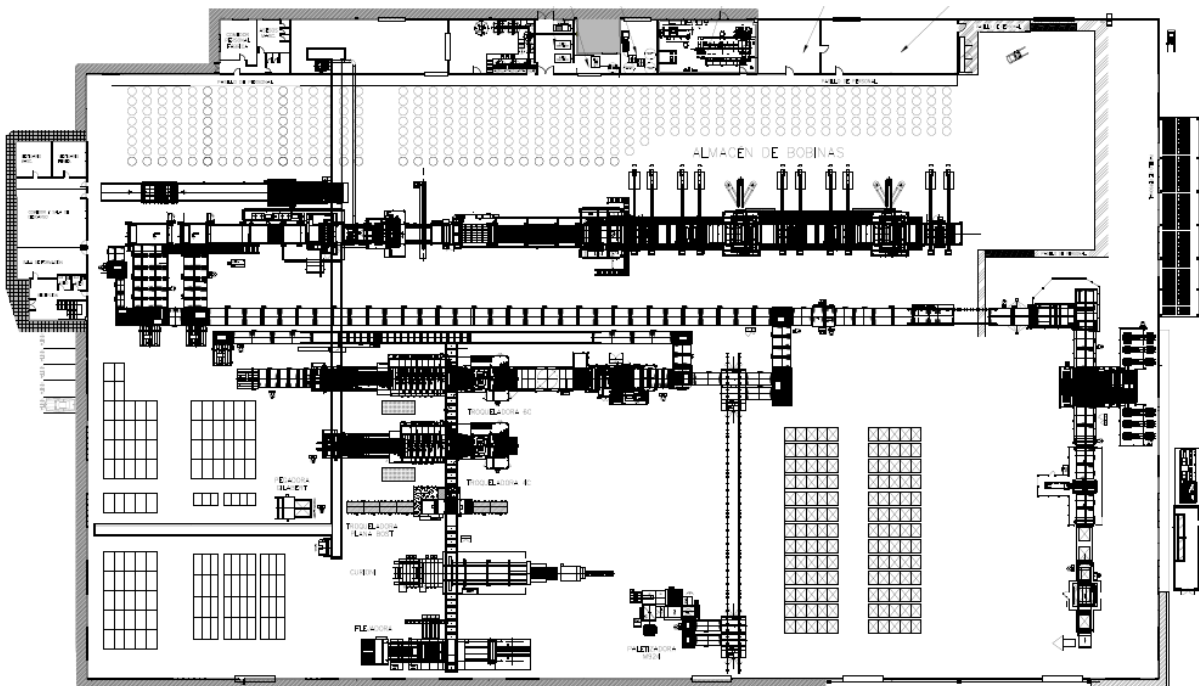
### 10.6.1 Esquema unifilar

El diagrama unifilar se diseña de forma que la totalidad de la instalación quede segura y pueda optimizar los costes en longitudes de cable por proximidad de receptores y líneas.

El esquema unifilar de la instalación es el mostrado en el documento de planos correspondiente. Como se observa en el plano, la instalación se compone de dos transformadores, que alimentan el cuadro General de Distribución en Baja Tensión, y este a su vez alimenta 6 líneas que alimentan a cuadros secundarios.

### 10.6.2 Lay-out maquinaria.

La localización de las máquinas, los cuadros secundarios y líneas de distribución se visualizan



**Ilustración 37.** *Ubicación de las máquinas*



### 10.6.3 Conductores.

El dimensionado de los conductores a utilizar está conforme a la **ITC-BT-19**, “*Instalaciones interiores o receptoras. Prescripciones generales*”.

Los conductores a emplear en la instalación interior son de cobre y aislados, con tensión asignada de 450/750 V. Teniendo en cuenta que la caída de tensión entre el origen de la instalación interior y cualquier punto de utilización sea menor del 4,5 % de la tensión nominal para alumbrado y del 6,5 % para los demás usos. Esto es debido, a que la instalación en estudio se alimenta directamente de la alta tensión mediante un transformador de distribución propio y se considera que la instalación de baja tensión tiene su origen a la salida del transformador. Para tener en cuenta las corrientes armónicas debidas a cargas no lineales y posibles desequilibrios, salvo justificación por cálculo, la sección del conductor neutro será como mínimo igual a la de las fases.

Para las características de los conductores de neutro y protección se siguen las mismas consideraciones que para las derivaciones individuales.



Por consiguiente, tras las indicaciones anteriores, el cable a emplear será el **RZ1-K AS 06/1 kV**. Es un cable que cumple la UNE 21123 parte 4, siendo un cable de Alta Seguridad no propagador del incendio, con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta a base de compuesto termoplástico de poliolefina con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1), con conductor clase 5 (-K).

### 10.6.4 Identificación de los conductores.

Los conductores deben ser fácilmente identificables. Esta identificación se realizará por los colores que presenten sus aislamientos.

- **Conductores de fase:** marrón o negro.
- **Conductor neutro:** Azul claro.
- **Conductor de protección:** amarrillo-verde.

NOTA: Cuando se considere necesario identificar tres fases diferentes, se utilizará también el color gris.

conductor	coloración		
neutro (o previsión de que un conductor de fase pase posteriormente a neutro)	azul 		
protección	verde-amarillo 		
fase	marrón 	negro 	gris 

**Ilustración 38.** Identificación de cables



### 10.6.5 Canalizaciones.

Las canalizaciones a emplear están conforme a la ITC-BT-20, “*Instalaciones interiores o receptoras. Sistemas de instalación*”.

Las canalizaciones se realizan con conductores aislados, colocados en tubos enterrados para los circuitos que parten del Cuadro General De Baja Tensión hasta los Cuadros Secundarios de Distribución. La selección del tipo de canalización se realiza según las influencias externas, el que se considere más adecuado de entre los descritos para conductores y cables en la norma **UNE 20.460-5-52**.

Debe cumplir con lo especificado en la ITC-BT-21 “*Instalaciones interiores o receptoras, Tubos y canales protectores*”.

Los tubos protectores pueden ser: metálicos, no metálicos o compuestos. Según sean tubos rígidos, curvables, flexibles o tubos enterrados, deben cumplir la normativa UNE-EN 50.086-2 parte 1, 2, 3 o 4 respectivamente. La superficie interior de los tubos no deberá presentar en ningún punto aristas, asperezas o fisuras susceptibles de dañar los conductores o cables aislados o de causar heridas a instaladores o usuarios. En lo relativo a la resistencia a los efectos del fuego considerados en la norma particular para cada tipo de tubo, se seguirá lo establecido por la aplicación de la Directiva de Productos de la Construcción (89/106/CEE).

### 10.6.6 Resistencia de aislamiento y rigidez eléctrica.

El dimensionado de los conductores a utilizar está conforme a la ITC-BT-19, “*Instalaciones interiores o receptoras. Prescripciones generales*”.

La instalación deberá presentar una resistencia de aislamiento de aislamiento al menos igual a los valores indicados en la tala siguiente:

**Tabla 22** – Valores de Resistencia de aislamiento y rigidez dieléctrica.

TENSIÓN NOMINAL INSTALACIÓN	TENSION DE ENSAYO EN CC (V)	RESISTENCIA DE AISLAMIENTO (MΩ)
Muy Baja Tensión de Seguridad (MBTS) Muy Baja Tensión de Protección	250	> 0,25
Inferior o igual a 500 V, excepto caso anterior	500	> 0,5
Superior a 500 V	1000	> 1,0
NOTA: Para instalaciones a MBTS y MBTP, véase la ITC-BT-36		



### 10.6.7 Características de los circuitos de distribución.

En las siguientes tablas se muestran las principales características de los circuitos de Baja Tensión desde los dos trafos de potencia hasta los receptores de la nave industrial.

**Tabla 23 - Características de las líneas de Fuerza distribución de la instalación interior.**

LÍNEA	POTENCIA CÁLCULO (W)	DISTANCIA (m)	INTENSIDAD CÁLCULO (A)	CAIDA TENSIÓN (%)	SECCIÓN (mm <sup>2</sup> )	CANALIZACIÓN
<b>DI<sub>1</sub></b>	1.250	10	1.804,22	0,14%	<b>RZ1-K 5·(4x1x240 + 1x16)</b>	BANDEJA 1 Ancho = 550 mm
<b>DI<sub>2</sub></b>	1.250	10	1.804,22	0,14%	<b>RZ1-K 5·(4x1x240 + 1x16)</b>	
<b>LCD<sub>1</sub></b>	683.443	110	1.160,55	1,46%	<b>RZ1-K 4·(4x1x185 + 1x95)</b>	BANDEJA 2 - A = 400 mm
<b>LCD<sub>2</sub></b>	130.000	20	220,75	0,49%	<b>RZ1-K 4x1x95 + 1x50</b>	BANDEJA 3 - A = 100 mm
<b>LCD<sub>3</sub></b>	403.000	135	684,33	1,61%	<b>RZ1-K 2·(4x1x240 + 1x120)</b>	BANDEJA 4 - A = 300 mm
<b>LCD<sub>4</sub></b>	900.000	125	1.528,28	1,72%	<b>RZ1-K 5·(4x1x185 + 1x95)</b>	BANDEJA 5 - A = 500 mm
<b>LCD<sub>5</sub></b>	167.718	220	284,80	2,73%	<b>RZ1-K 4x1x185 + 1x95</b>	BANDEJA 6 - A = 100 mm
<b>LCD<sub>6</sub></b>	128.870	10	218,83	0,31%	<b>RZ1-K 4x1x95 + 1x50</b>	BANDEJA 7 - A = 100 mm

En las siguientes tablas se muestra el resumen de las características más importantes de todos los circuitos que parten del Cuadro General de Baja Tensión hasta los Subcuadros Secundarios y finalmente hasta los receptores.

**Tabla 24 - Características de las líneas de Fuerza del Subcuadro Secundario 1**

LÍNEA	POTENCIA CÁLCULO (W)	DISTANCIA (m)	INTENSIDAD CÁLCULO (A)	CAIDA TENSIÓN (%)	SECCIÓN (mm <sup>2</sup> )	CANALIZACIÓN
COCINA DE COLAS	60.000	90	101,89	2,145%	<b>RZ1-K 4x1x35 + 1x16</b>	TUBO 1 - Ø = 75 mm
COMPRESOR TORNILLO	150.000	80	254,71	1,177%	<b>RZ1-K 4x1x150 + 1x95</b>	TUBO 2 - Ø = 110 mm
COMPRESOR SIN CALDERIN	75.000	80	127,36	1,698%	<b>RZ1-K 4x1x50 + 1x95</b>	TUBO 3 - Ø = 63 mm
BOMBA DE AGUA	11.500	65	19,53	2,569%	<b>RZ1-K 4x1x4 + 1x4</b>	TUBO 4 - Ø = 63 mm
GRUPO CONTRA INCENDIOS	150.000	50	254,71	0,787%	<b>RZ1-K 4x1x150 + 1x95</b>	TUBO 5 - Ø = 110 mm
CSD <sub>1</sub> - DEPURADORA DE AGUA	12.000	70	20,38	2,870%	<b>RZ1-K 4x1x4 + 1x4</b>	TUBO 6 - Ø = 63 mm
CALDERA DE VAPOR	107.000	45	181,70	0,796%	<b>RZ1-K 4x1x95 + 1x50</b>	TUBO 7 - Ø = 110 mm
MÁQUINA MONTADORA	10.000	25	16,98	1,438%	<b>RZ1-K 4x1x2,5 + 1x2,5</b>	TUBO 8 - Ø = 63 mm
EXTRACTOR ASEOS	36	100	0,06	0,167%	<b>RZ1-K 4x1x1,5 + 1x1,5</b>	TUBO 9 - Ø = 63 mm



**Tabla 25 - Características de las líneas de Fuerza del Subcuadro Secundario 2**

LÍNEA	POTENCIA CÁLCULO (W)	DISTANCIA (m)	INTENSIDAD CÁLCULO (A)	CAIDA TENSIÓN (%)	SECCIÓN (mm <sup>2</sup> )	CANALIZACIÓN
FLEJADORA	15.000	15	25,47	0,6239%	<b>RZ1-K 4x1x6 + 1x6</b>	TUBO 10 - $\phi$ = 63 mm
INSERTADORA PALETS	25.000	30	42,45	1,1122%	<b>RZ1-K 4x1x10 + 1x10</b>	TUBO 11 - $\phi$ = 63 mm
ENVOLVEDORA	15.000	15	25,47	0,6239%	<b>RZ1-K 4x1x6 + 1x16</b>	TUBO 12 - $\phi$ = 63 mm
RODILLO	50.000	130	84,90	2,5538%	<b>RZ1-K 4x1x35 + 1x16</b>	TUBO 13 - $\phi$ = 75 mm
PALETIZADORA M924	25.000	85	42,45	2,9026%	<b>RZ1-K 4x1x10 + 1x10</b>	TUBO 14 - $\phi$ = 63 mm

**Tabla 26 - Características de las líneas de Fuerza del Subcuadro Secundario 3**

LÍNEA	POTENCIA CÁLCULO (W)	DISTANCIA (m)	INTENSIDAD CÁLCULO (A)	CAIDA TENSIÓN (%)	SECCIÓN (mm <sup>2</sup> )	CANALIZACIÓN
TROQUELADORA 6C	150.000	50	254,71	0,7867%	<b>RZ1-K 4x1x150 + 1x95</b>	TUBO 15 - $\phi$ = 110 mm
TROQUELADORA 4C	120.000	40	203,77	0,7935%	<b>RZ1-K 4x1x95 + 1x50</b>	TUBO 16 - $\phi$ = 110 mm
PLEGADORA CURIONI	50.000	20	84,90	0,5077%	<b>RZ1-K 4x1x35 + 1x16</b>	TUBO 17 - $\phi$ = 75 mm
FLEJADORA	15.000	20	25,47	0,7867%	<b>RZ1-K 4x1x6 + 1x6</b>	TUBO 18 - $\phi$ = 63 mm
PEGADORA GILBERT	5.000	50	8,49	2,3058%	<b>RZ1-K 4x1x1,5 + 1x1,5</b>	TUBO 19 - $\phi$ = 63 mm
CIZALLAS	3.000	50	5,09	1,4377%	<b>RZ1-K 4x1x1,5 + 1x1,5</b>	TUBO 20 - $\phi$ = 63 mm
TROQUELADORA PLANA	60.000	30	101,89	0,8053%	<b>RZ1-K 4x1x35 + 1x16</b>	TUBO 21 - $\phi$ = 75 mm

**Tabla 27 - Características de las líneas de Fuerza del Subcuadro Secundario 4**

LÍNEA	POTENCIA CÁLCULO (W)	DISTANCIA (m)	INTENSIDAD CÁLCULO (A)	CAIDA TENSIÓN (%)	SECCIÓN (mm <sup>2</sup> )	CANALIZACIÓN
ONDULADORA	900.000	100	1.528,28	1,1122%	<b>RZ1-K 5-(4x1x240 + 1x120)</b>	2 TUBO 22 y 23 - $\phi$ = 200 mm

**Tabla 28 - Características de las líneas de Fuerza del Subcuadro Secundario 5**

LÍNEA	POTENCIA CÁLCULO (W)	DISTANCIA (m)	INTENSIDAD CÁLCULO (A)	CAIDA TENSIÓN (%)	SECCIÓN (mm <sup>2</sup> )	CANALIZACIÓN
CLIMATIZADORES OFICINAS	4.400	40	7,47	1,6634%	<b>RZ1-K 4x1x1,5 + 1x1,5</b>	TUBO 24 - $\phi$ = 63 mm
EXTRACTOR PARA ASEOS	32	40	0,05	0,1467%	<b>RZ1-K 4x1x1,5 + 1x1,5</b>	TUBO 25 - $\phi$ = 63 mm



**Tabla 29 - Características de las líneas de Fuerza del Subcuadro Secundario 6**

LÍNEA	POTENCIA CÁLCULO (W)	DISTANCIA (m)	INTENSIDAD CÁLCULO (A)	CAIDA TENSIÓN (%)	SECCIÓN (mm <sup>2</sup> )	CANALIZACIÓN
CLIMATIZADOR 1 NAVE	47.500	70	80,66	1,3726%	<b>RZ1-K 4x1x35 + 1x16</b>	TUBO 26 - $\varnothing$ = 75 mm
CLIMATIZADOR 2 NAVE	47.500	120	80,66	2,2562%	<b>RZ1-K 4x1x35 + 1x16</b>	TUBO 27 - $\varnothing$ = 75 mm



## 10.7 ILUMINACIÓN INTERIOR Y EXTERIOR.

El alumbrado interior sigue las restricciones de la normativa descrita para los circuitos interiores descritos en los apartados anteriores.

Para el caso del alumbrado exterior se sigue la normativa **ITC-BT-09**, donde se describe que, el factor de potencia de cada punto de luz, deberá corregirse hasta un valor mayor o igual a 0,90. La máxima caída de tensión entre el origen de la instalación y cualquier otro punto de la instalación, será menor o igual que 3%. Los cables serán multipolares o unipolares con conductores de cobre y tensión asignada de 0,6/1 kV. El conductor neutro de cada circuito que parte del cuadro, no podrá ser utilizado por ningún otro circuito.

La sección mínima a emplear, para todos los conductores incluido el neutro, será de 4 mm<sup>2</sup>. En distribuciones trifásicas tetrapolares con conductores de fase de sección superior a 10 mm<sup>2</sup>, la sección del neutro será como mínimo la mitad de la sección de fase. En caso de ir sobre apoyos comunes con los de una red de distribución, el tendido de los cables de alumbrado será independiente de aquel. Los soportes de las luminarias de alumbrado exterior, se ajustarán a la normativa vigente (en el caso de que sean de acero deberán cumplir el RD 2642/85, RD 401/89 y OM de 16/5/89).

Las luminarias utilizadas en el alumbrado exterior serán conformes la norma UNE-EN 60.598 -2-3 y la UNE-EN 60.598 -2-5 en el caso de proyectores de exterior. Los equipos eléctricos para montaje exterior poseerán un grado de protección mínima IP54, según UNE 20.324 e IK 8 según UNE-EN 50.102, e irán montados a una altura mínima de 2,5 m sobre el nivel del suelo, las entradas y salidas de cables serán por la parte inferior de la envolvente. Cada punto de luz deberá tener compensado individualmente el factor de potencia para que sea igual o superior a 0,90; asimismo deberá estar protegido contra Sobreintensidades. Las luminarias serán de Clase I o de Clase II.

### 10.7.1 Estudio técnico-económico comparativo luminarias LED vs Convencional

Con objeto de conseguir la mayor eficiencia energética posible se realiza un estudio técnico-económico para abordar la viabilidad de instalar luminarias LED o emplear algún sistema de los llamados convencionales. La eficiencia energética es fundamental para conseguir un mundo sostenible. Por ello en este proyecto se ha apostado por instalar iluminación LED, no obstante, se justifica esta decisión mediante la comparación de las diferentes tecnologías de iluminación presentes en el mercado. Estas ventajas y desventajas se comentan en los apartados siguientes, concluyendo que la utilización de LEDs es viable, con una inversión inicial mayor pero un ahorro en la factura energética considerable, lo que hace que se recupere la inversión.

Comenzamos analizando los principales tipos de luminarias actuales:

- **Lámparas de incandescencia:**

La lámpara incandescente produce luz mediante el calentamiento eléctrico de un alambre, el filamento, hasta una temperatura tan alta que la radiación emitida cae en la región visible del espectro. La producción de luz mediante la incandescencia tiene una ventaja adicional, y es que la luz emitida contiene todas las longitudes de onda que forman la luz visible o dicho de otra manera, su espectro de emisiones es continuo.



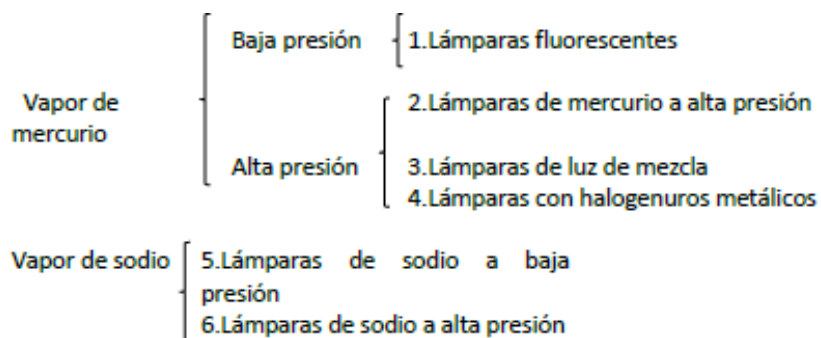
Tanto la duración de una lámpara como su eficacia (los lúmenes emitidos por vatio consumido) están determinadas por la temperatura del filamento. Para una lámpara determinada a mayor temperatura mayor eficacia y menor duración. Aun así, el rendimiento luminoso tiene un valor muy bajo, transformándose la mayor parte de energía eléctrica consumida en calor. Aproximadamente un 10% de la energía consumida se transforma en luz, mientras que el 90% restante se transforma en calor



**Ilustración 39.** *Ejemplo de luminaria incandescente*

- **Lámparas de descarga:**

La luz emitida se consigue por excitación de un gas sometido a descargas eléctricas entre dos electrodos. Según el gas contenido en la lámpara y la presión a la que esté sometido tendremos diferentes tipos de lámparas, cada una de ellas con sus propias características luminosas. La luz emitida por la lámpara no es blanca. Por lo tanto, la capacidad de reproducir los colores de estas fuentes de luz es peor que en el caso de las lámparas incandescentes que tienen un espectro continuo. Es posible, recubriendo el tubo con sustancias fluorescentes, mejorar la reproducción de los colores y aumentar la eficacia de las lámparas convirtiendo las nocivas emisiones ultravioletas en luz visible.



**Ilustración 40.** *Clasificación de las lámparas de descarga<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> Imagen obtenida del TFG "Estudio y diseño del sistema de iluminación de un centro de uso general" (2011)



- Luminarias fluorescentes:

Las lámparas fluorescentes son lámparas de vapor de mercurio a baja presión (0.8 Pa). En estas condiciones, en el espectro de emisión del mercurio predominan las radiaciones ultravioletas. Para que estas radiaciones sean útiles, se recubren las paredes interiores del tubo con polvos fluorescentes que convierten los rayos ultravioletas en radiaciones visibles. De la composición de estas sustancias dependerán la cantidad y calidad de la luz, y las cualidades cromáticas de la lámpara. La eficacia oscila entre los 38 y 91 lm/W dependiendo de las características de cada lámpara. La vida útil está entre 5000 y 7000 horas



**Ilustración 41.** *Ejemplo de luminaria fluorescente*

- Luminarias de mercurio de alta presión

Mejoran las características cromáticas de la lámpara. La temperatura de color se mueve entre 3500 y 4500K con índices de rendimiento en color de 40 a 45 normalmente. La vida útil, teniendo en cuenta la depreciación se establece en unas 8000 horas. La eficacia oscila entre 40 y 60 lm/W y aumenta con la potencia, aunque para una misma potencia es posible incrementar la eficacia añadiendo un recubrimiento de polvos fosforescentes que conviertan la luz ultravioleta en visible.



**Ilustración 42.** *Ejemplo de luminaria de mercurio de alta presión*



- Luminarias de luz de mezcla

Las lámparas de luz de mezcla son una combinación de una lámpara de mercurio a alta presión con una lámpara incandescente. El resultado de esta mezcla es la superposición, al espectro del mercurio, del espectro continuo característico de la lámpara incandescente y las radiaciones rojas provenientes de la fosforescencia. Su eficacia se sitúa entre 20 y 60 lm/W y es el resultado de la combinación de la eficacia de una lámpara incandescente con la de una lámpara de descarga. Estas lámparas ofrecen una buena reproducción del color con un rendimiento en color de 60 y una temperatura de color de 3600 K. La duración viene limitada por el tiempo de vida del filamento que es la principal causa de fallo. Respecto a la depreciación del flujo hay que considerar dos causas. Por un lado tenemos el ennegrecimiento de la ampolla por culpa del wolframio evaporado y por otro la pérdida de eficacia de los polvos fosforescentes. En general, la vida útil se sitúa en torno a las 6000 horas.



**Ilustración 43.** *Ejemplo de luminaria de luz de mezcla*

- Luminarias con halogenuros metálicos

Si añadimos en el tubo de descarga yoduros metálicos (sodio, talio, indio...) se consigue mejorar considerablemente la capacidad de reproducir el color de la lámpara de vapor de mercurio. Cada una de estas sustancias aporta nuevas líneas al espectro. Los resultados de estas aportaciones son una temperatura de color de 3000 a 6000 K dependiendo de los yoduros añadidos y un rendimiento del color de entre 65 y 85. La eficiencia de estas lámparas ronda entre los 60 y 96 lm/W y su vida media es de unas 10000 horas. Tienen un periodo de encendido de unos diez minutos, que es el tiempo necesario hasta que se estabiliza la descarga.



**Ilustración 44.** *Ejemplo de luminaria con halogenuros metálicos*



- Luminarias de sodio de baja presión

La descarga eléctrica en un tubo con vapor de sodio a baja presión produce una radiación monocromática. Tienen una eficacia muy elevada (entre 160 y 180 lm/W). Otras ventajas que ofrecen es que permiten una gran comodidad y agudeza visual, además de una buena percepción de contrastes. Por contra, su monocromatismo hace que la reproducción de colores y el rendimiento en color sean muy malos haciendo imposible distinguir los colores de los objetos. La vida media de estas lámparas es muy elevada, de unas 15000 horas y la depreciación de flujo luminoso que sufren a lo largo de su vida es muy baja por lo que su vida útil es de entre 6000 y 8000 horas. Esto junto a su alta eficiencia y las ventajas visuales que ofrece la hacen muy adecuada para usos de alumbrado público.



**Ilustración 45.** *Ejemplo de luminaria de sodio de baja presión*

- Luminarias de sodio de alta presión

Las lámparas de vapor de sodio a alta presión tienen una distribución espectral que abarca casi todo el espectro visible proporcionando una luz blanca dorada mucho más agradable que la proporcionada por las lámparas de baja presión. Las consecuencias de esto es que tienen un rendimiento en color y capacidad para reproducir los colores mucho mejores que la de las lámparas a baja. Esto se consigue a base de sacrificar eficacia; aunque su valor que ronda los 130 lm/W sigue siendo un valor alto comparado con los de otros tipos de lámparas. La vida media de este tipo de lámparas ronda las 20000 horas y su vida útil entre 8000 y 12000 horas



**Ilustración 46.** *Ejemplo de luminaria de vapor de sodio de alta presión*



- **Luminarias LED**

Son lámparas de estado sólido de diodos emisores de luz. Debido a que la luz capaz de emitir un LED no es muy intensa, estas las lámparas están compuestas por agrupaciones de LED, en mayor o menor número, según la intensidad luminosa deseada. Hay varias tecnologías de fabricación, como, diodos convencionales LED, OLED (organic light-emitting diodes), PLED (polymer LEDs), etc. Los diodos funcionan con energía eléctrica de corriente continua (CC), de modo que las lámparas de LED deben incluir circuitos internos para operar desde el voltaje CA estándar. Los LED se dañan a altas temperaturas por lo que suelen disponer de disipadores.

Algunas diferencias de los LEDs frente a las lámparas fluorescentes son: no contienen mercurio, su vida útil no se ve afectada por los apagados y encendidos, son más robustas a vibraciones e impactos. También hay que destacar que gracias al pequeño tamaño de las lámparas LED y sus posibilidades de control (sin pérdida de eficiencia), es posible hacer su disposición espacial de manera totalmente flexible.

Las lámparas LED son tan eficientes como las fluorescentes, pero su mayor ventaja es su duración, alrededor de 50000 h (25-30 años con un uso normal) frente a las 8000 h de las fluorescentes. Además presentan una baja disminución de la intensidad lumínica durante su vida. La larga vida de estas lámparas supone un problema para los fabricantes, cuyos clientes actualmente compran repuestos frecuentemente. Están disponibles LED de diferentes colores. A parte de LED de luz blanca pueden resultar interesantes LED monocromáticos, como los que se usan en los semáforos o en los adornos de navidad. Entre las lámparas incandescentes y otros tipos, y la lámpara de LED, existen importantes diferencias en eficiencia, contaminación, vida útil, consumo, etc. a favor de la tecnología LED, siendo esta 9 veces más eficiente que las tradicionales lámparas de incandescencia y el doble que las lámparas fluorescentes compactas.

La iluminación LED consume un 80-90% menos de electricidad que una bombilla corriente de características similares. Esto aproximadamente, significa un 90% de ahorro en la factura eléctrica. Con las lámparas de Led se ha conseguido la mayor eficiencia lumínica, llegando hasta 130-150 lúmenes por vatio en las bombillas más eficientes, y a 80 lúmenes<sup>1</sup> por Vatio en las más populares. Como ejemplo la eficiencia lumínica de un halógeno es tan solo de 20 a 25 lúmenes por vatio.

Consumen 2,5 veces menos que una bombilla de bajo consumo convencional y 8,9 veces menos que una bombilla incandescente de las de toda la vida, esto conlleva un impresionante ahorro económico, que puede llegar al 90% en la factura de la luz, y una rápida amortización de la inversión.

Las bombillas LED no tienen filamentos u otras partes mecánicas de fácil rotura. No existe un punto en que cesen de funcionar, su degradación es gradual a lo largo de su vida. Se considera una duración entre 30.000 y 50.000 horas, hasta que su luminosidad decae por debajo del 70%, eso significa entre 10 y 30 años en una aplicación de 10 horas diarias 300 días/año, reduciendo los costes de mantenimiento y remplazo.

El ICR o índice cromático de color, proporciona una medida de la calidad de la luz, las bombillas LED poseen un CRI alrededor de 90, consiguiendo que se aprecien mucho más los matices de la luz. La obtenida por fluorescentes y bombillas llamadas de "bajo consumo", además de no ser instantáneas en su encendido, poseen una luz muy poco natural, con un ICR muy bajo en torno a 44.



Al consumir poca energía, las bombillas LED emiten poco calor. Es la llamada luz fría. Por ejemplo, una bombilla halógena gasta de 50W, 45 aproximadamente en emisión de calor, esto supone un gasto extraordinario en aire acondicionado. El encendido y apagado de las bombillas LED es rapidísimo, a diferencia de otros sistemas no se degrada por el número de encendidos; lo que los hace muy útiles en sistemas de apagado y encendido por detección de movimiento.

La principal desventaja de los leds es que su precio es notablemente superior al de las lámparas tradicionales.

La siguiente ilustración muestra la equivalencia entre los diferentes tipos de iluminación más empleados, para conseguir la misma cantidad de lúmenes.

EQUIVALENCIAS LED vs ILUMINACIÓN TRADICIONAL							
							
LED	INCANDESCENTES Y HALÓGENAS	BAJO CONSUMO	TUBOS FLUORESCENTES	HALOGENUROS METÁLICOS	VAPOR DE SODIO	VAPOR DE SODIO SIN BALASTRO	LÚMENES
% AHORRO	90%	72%	64%	61%	73%	87%	
2w	20w	6w					80-120
3w	35w	8w					120-250
5w	40w	11w					280-380
6w	50w	13w	12w				360-450
7w	60w	15w	14w				450-600
9w	70w	18w	18w				600-800
10w	80w	20w	20w				750-850
12w	100w	25w	25w				800-950
13w	110w	30w	28w				900-1.000
15w	120w	40w	32w				1.100-1.300
18w	140w	50w	36w				1.250-1.500
20w	150w	60w	44w				1.600-1.800
25w	200w	70w	58w				1.850-2.050
30w	250w	80w	70w	60w	80w	250w	2.200-2.650
50w	400w	100w	120w	100w	120w	300w	3.000-4.000
80w	600w	150w		150w	200w	500w	6.000-7.500
100w	750w	200w		200w	250w	750w	9.000-10.000
120w	850w	250w		240w	300w	900w	10.500-12.000
150w	1000w	300w		300w	400w	1200w	13.000-15.000
200w	1500w	400w		400w	500w	1500w	18.000-20.000

\* Para calcular el ahorro promedio, se ha tenido en cuenta el consumo adicional asociado a cada tipo de producto. Hay que tener en cuenta que por ejemplo una bombilla de bajo consumo de 9w no tiene un consumo real de 9w, sino de unos 12w, estos 3w más son por la electrónica interna que lleva. Los tubos fluorescentes, necesitan de un balastro para funcionar, este balastro también tiene un consumo propio. Con los halogenuros sucede más de lo mismo.

**Ilustración 47.** Comparativa de diferentes tipos de iluminación



## 10.7.2 Luminarias empleadas

La iluminación tanto interior como exterior se dimensiona con el software de cálculo DIALUX. Para la definición de las exigencia de lux mínimas se ha seguido la normativa UNE-EN 12464-1, iluminancia en los lugares de trabajo

**Tabla 30** – Exigencias de lux mínimos según normativa

EXIGENCIAS DE LUX MÍNIMOS (Lux)	
BAJA EXIGENCIA VISUAL	100
EXIGENCIA VISUAL MODERADA	200
EXIGENCIA VISUAL ALTA	500
EXIGENCIA VISUAL MUY ALTA	1000
VIAS DE CIRCULACION OCASIONAL	50
VIAS DE CIRCULACION HABITUAL	100

A continuación se describen las luminarias empleadas y su ubicación en las distintas zonas. La luminaria de interior empleada en la zona de oficinas será la siguiente o similar:

PHILIPS RC132V W60L60 1 xLED36S/840 OC

Nº de artículo:

Flujo luminoso (Luminaria): 3600 lm

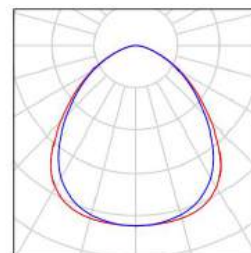
Flujo luminoso (Lámparas): 3600 lm

Potencia de las luminarias: 36.0 W

Clasificación luminarias según CIE: 100

Código CIE Flux: 58 87 98 100 100

Lámpara: 1 x LED36S/840/- (Factor de corrección 1.000).



**Ilustración 48.** Características de la luminaria de la zona de oficinas

La luminaria de interior empleada en las salas de máquinas será similar a la siguiente:

PHILIPS BY120P G3 1xLED105S/840 WB

Nº de artículo:

Flujo luminoso (Luminaria): 10500 lm

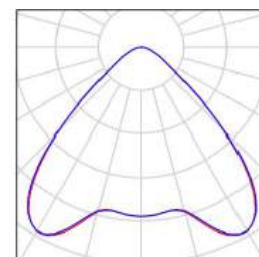
Flujo luminoso (Lámparas): 10500 lm

Potencia de las luminarias: 85.0 W

Clasificación luminarias según CIE: 100

Código CIE Flux: 69 94 99 100 100

Lámpara: 1 x LED105S/840/- (Factor de corrección 1.000).



**Ilustración 49.** Características de la luminaria de la sala de máquinas



La luminaria de interior empleada en la nave industrial es de mayor potencia y de similares características a la mostrada a continuación:



**Ilustración 50.** *Luminaria PHILIPS industrial 218 W para nave de producción*

PHILIPS BY471P 1 xECO320S/865 WB GC

Nº de artículo:

Flujo luminoso (Luminaria): 32000 lm

Flujo luminoso (Lámparas): 32000 lm

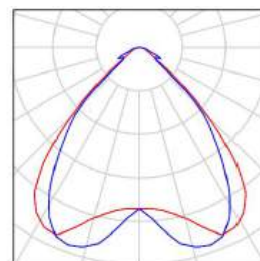
Potencia de las luminarias: 218.0 W

Clasificación luminarias según CIE: 100

Código CIE Flux: 70 96 99 100 100

Lámpara: 1 x ECO320S/865/- (Factor de corrección 1.000).

Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.



**Ilustración 51.** *Características de la luminaria de la nave industrial*



La luminaria de exterior empleadas será similar a las siguientes:

PHILIPS BGP322 T35 1xECO127-3S/740 A

Nº de artículo:

Flujo luminoso (Luminaria): 10374 lm

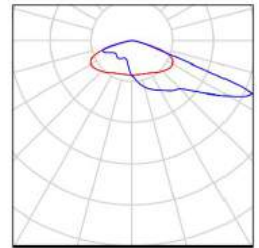
Flujo luminoso (Lámparas): 13300 lm

Potencia de las luminarias: 105.0 W

Clasificación luminarias según CIE: 100

Código CIE Flux: 27 61 95 100 78

Lámpara: 1 x ECO127-3S/740 (Factor de corrección 1.000).



PHILIPS BVP506 GC T15 1xGRN146-3S/757

A/60

Nº de artículo:

Flujo luminoso (Luminaria): 11628 lm

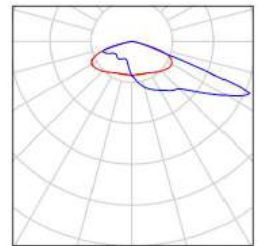
Flujo luminoso (Lámparas): 15300 lm

Potencia de las luminarias: 110.0 W

Clasificación luminarias según CIE: 100

Código CIE Flux: 27 61 95 100 76

Lámpara: 1 x GRN146-3S/757 (Factor de corrección 1.000).



**Ilustración 52.** Características de las luminarias de exterior

La luminaria de emergencia empleada será similar a las siguientes:

LEGRAND 662561 INOXLED 200LM-3H  
MAINTAINED-NON MAINTAINED IP67 ADR  
LVS2

Nº de artículo: 662561

Flujo luminoso (Luminaria): 200 lm

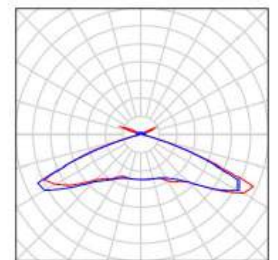
Flujo luminoso (Lámparas): 200 lm

Potencia de las luminarias: 8.0 W

Clasificación luminarias según CIE: 95

Código CIE Flux: 23 62 96 95 100

Lámpara: 1 x Definido por el usuario (Factor de corrección 1.000).

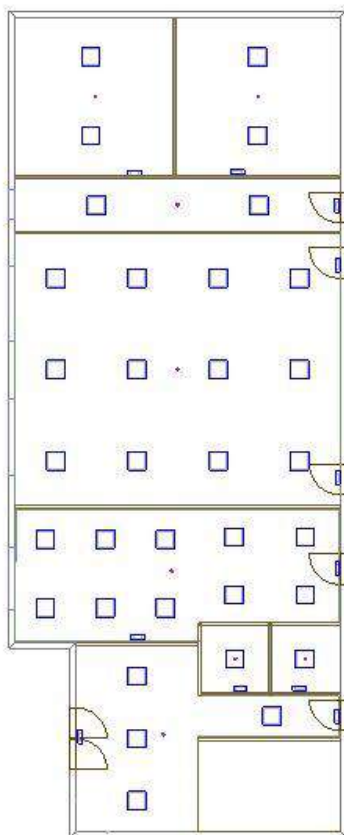


**Ilustración 53.** Características de las luminarias de emergencia

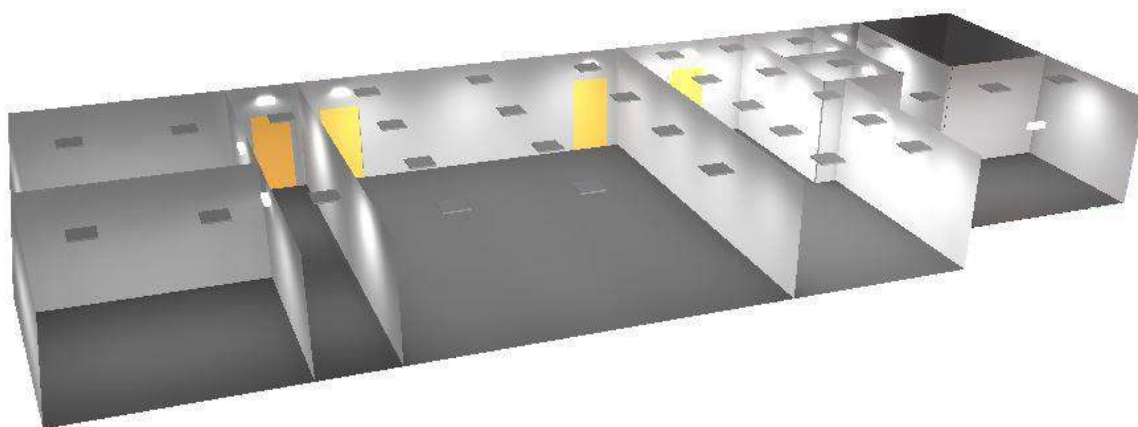


### 10.7.3 Ubicación de las luminarias y vista 3D

- Planta baja:



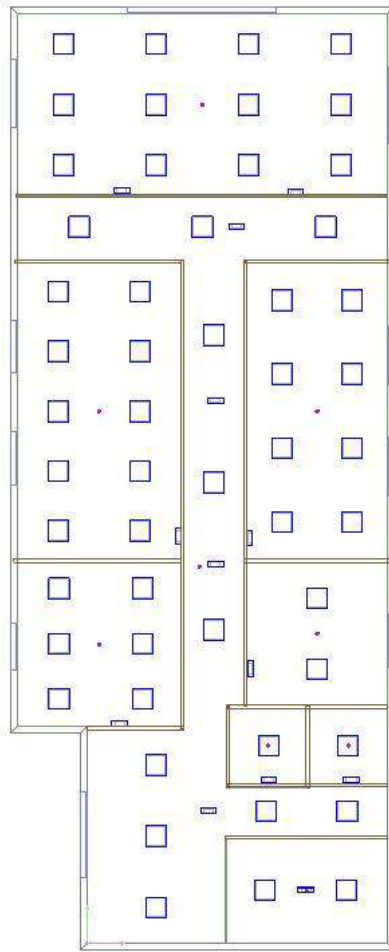
**Ilustración 54.** *Ubicación de las luminarias en la planta baja.*



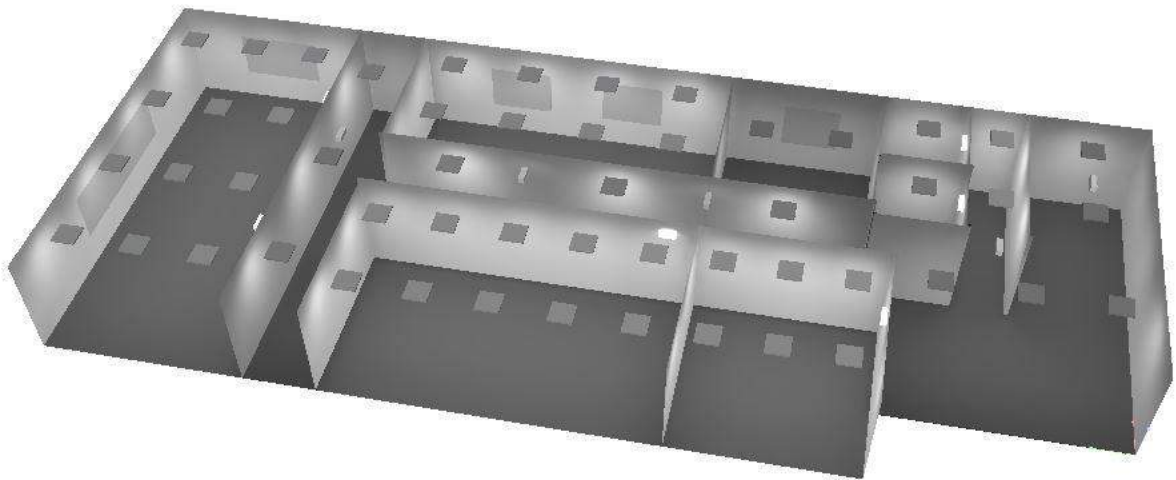
**Ilustración 55.** *Vista 3D de la iluminación en la Planta Baja*



- **Planta Alta:**



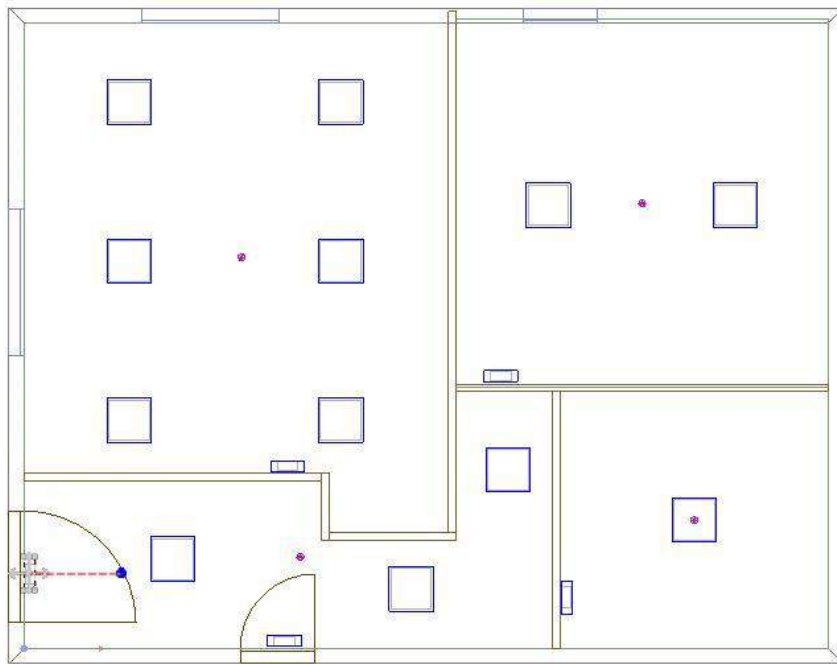
**Ilustración 56.** *Ubicación de las luminarias en la planta Alta.*



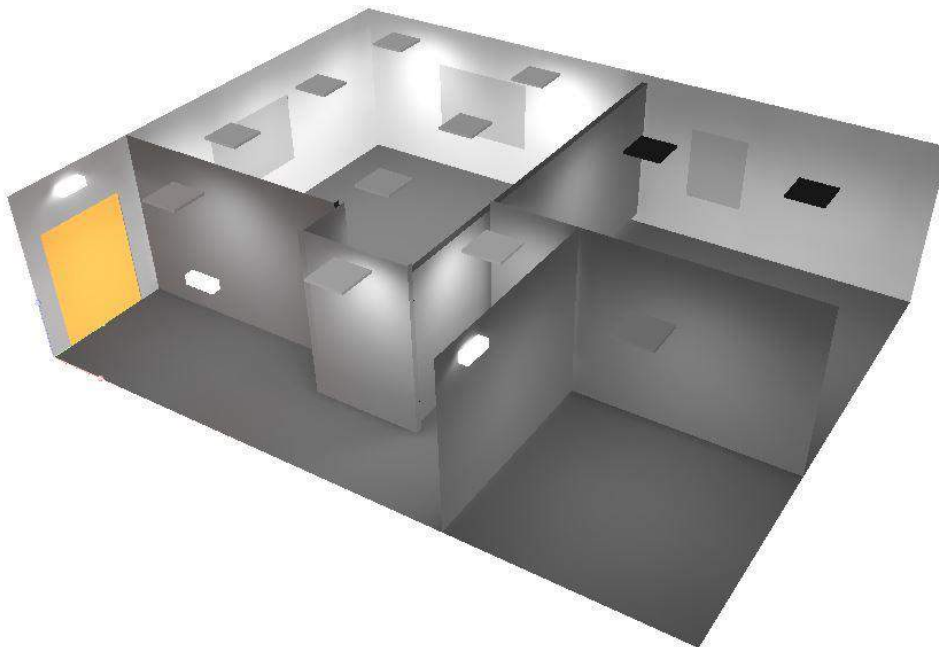
**Ilustración 57.** *Vista 3D de la iluminación en la Planta Alta*



- Comedor zona fábrica



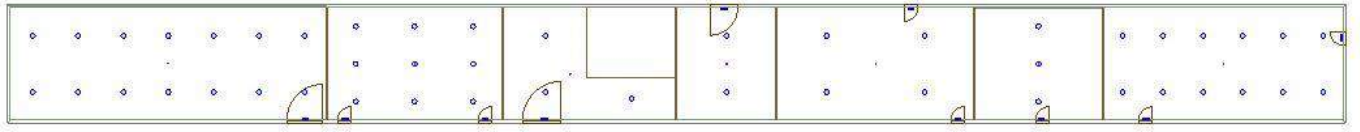
**Ilustración 58.** *Ubicación de las luminarias en el comedor de fábrica*



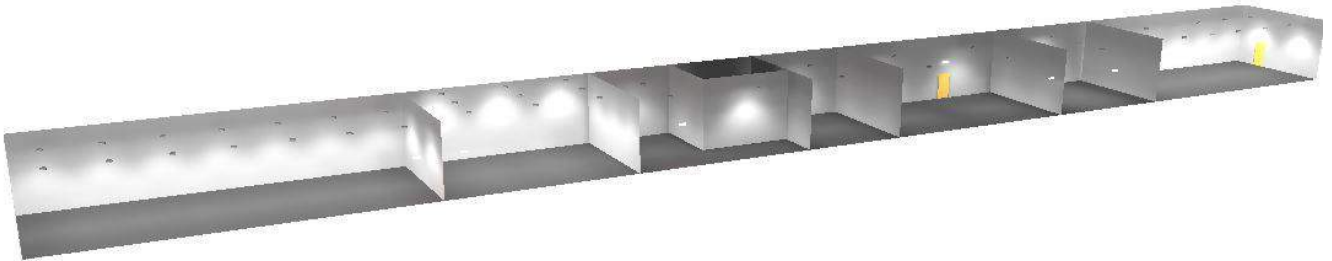
**Ilustración 59.** *Vista 3D de la iluminación en el comedor de fábrica*



- Salas de máquinas



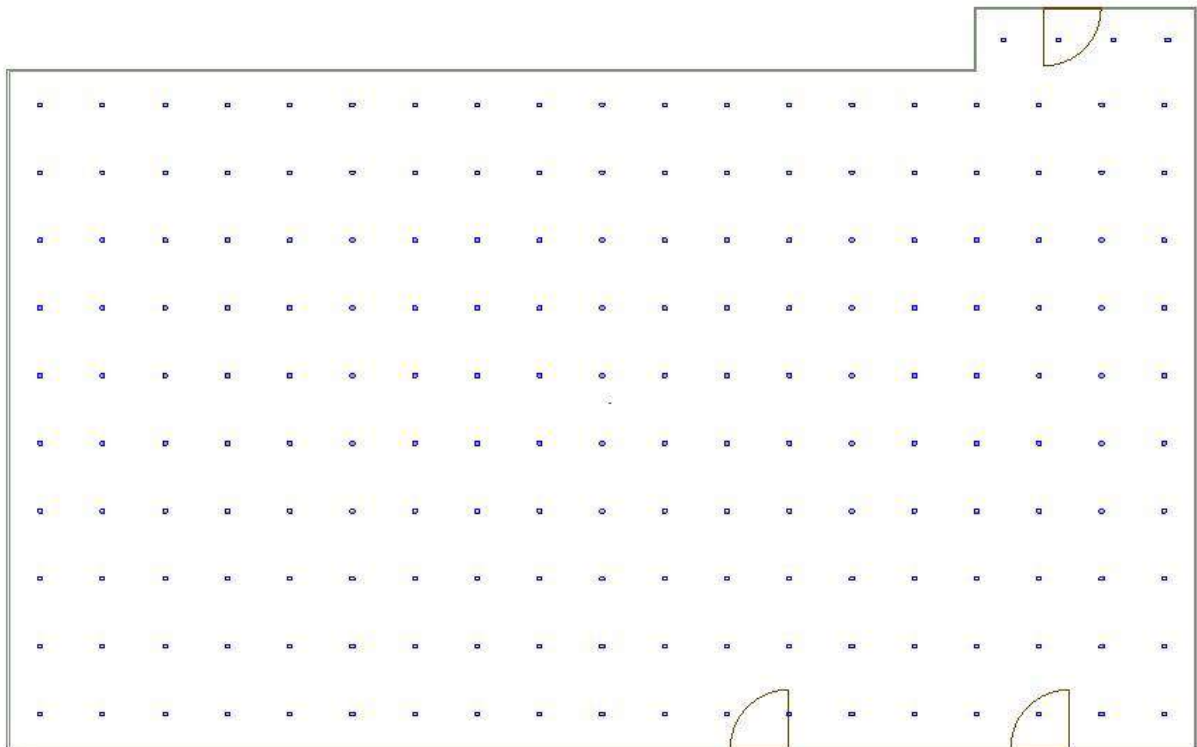
**Ilustración 60.** *Ubicación de las luminarias en las salas de máquinas*



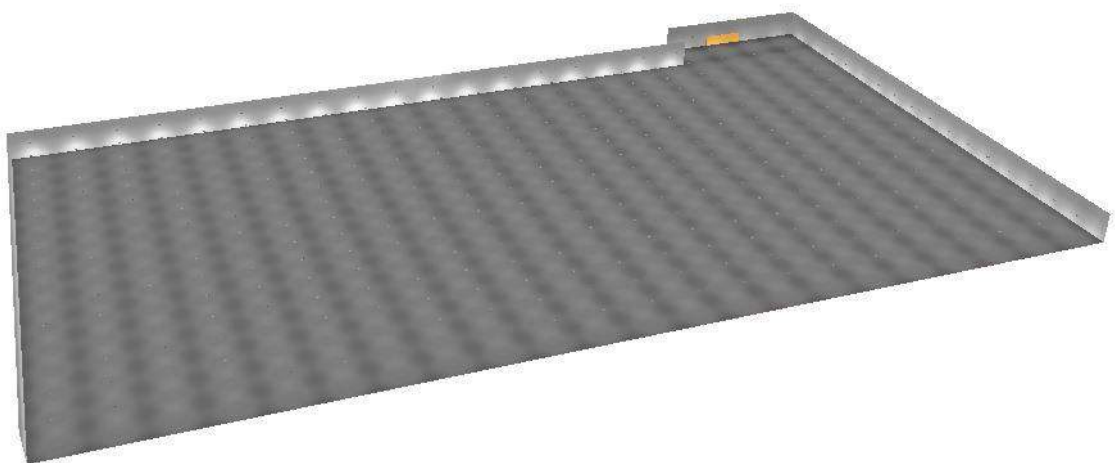
**Ilustración 61.** *Vista 3D de la iluminación en las salas de máquinas*



- Nave industrial



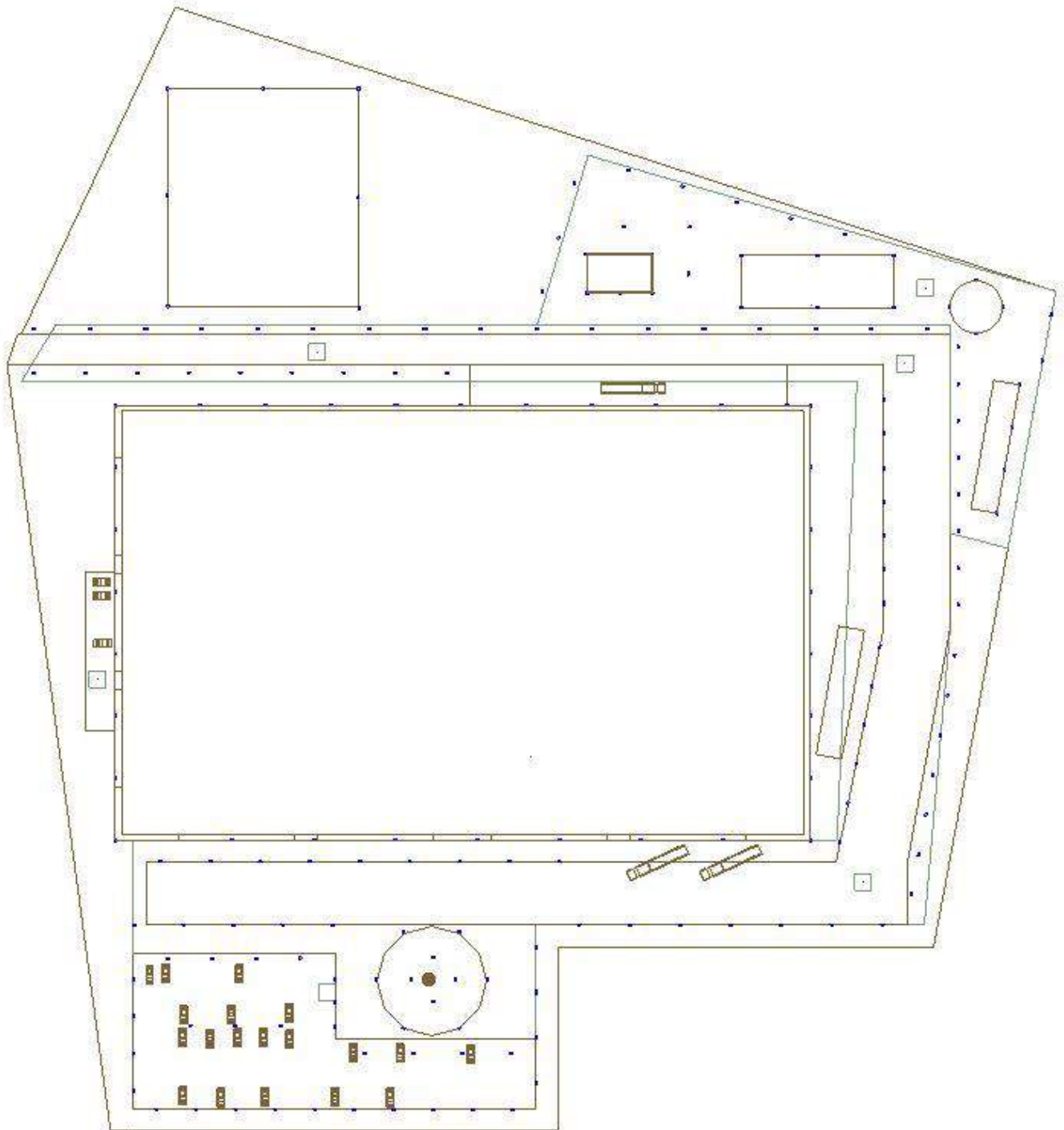
**Ilustración 62.** *Ubicación de las luminarias en la nave industrial*



**Ilustración 63.** *Vista 3D de la iluminación en la nave industrial*

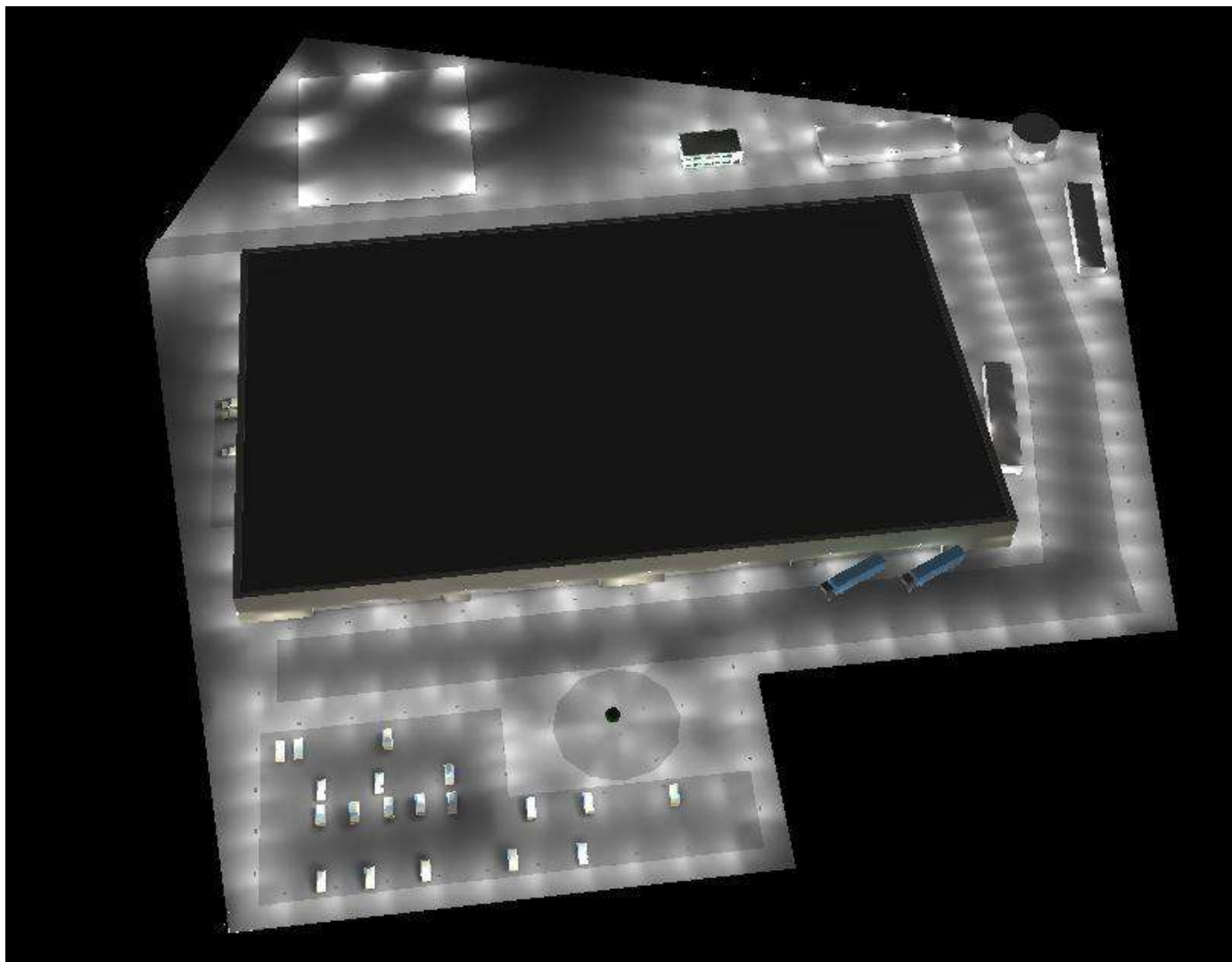


- Exteriores



**Ilustración 64.** *Ubicación de las luminarias en el exterior*





**Ilustración 65.** *Vista 3D de la iluminación en el exterior*



## 10.8 PROTECCIONES.

Las protecciones de todos los cuadros de la instalación deberán tener las protecciones reglamentarias para baja tensión. Debiendo cumplir con la selectividad de sus dispositivos.

### 10.8.1 Protección contra Sobreintensidades.

El dimensionado de las protecciones contra Sobreintensidades sigue la instrucción técnica, **ITC-BT-22**, *“Instalaciones interiores o receptoras. Protección contra Sobreintensidades”*.

Todo circuito debe estar protegido contra los efectos de las Sobreintensidades que puedan presentarse en el mismo, para lo cual la interrupción de ese circuito se realice en un tiempo conveniente o esté dimensionado para las Sobreintensidades previsibles.

Las Sobreintensidades pueden estar motivadas por:

- Sobrecargas debidas a los aparatos de utilización o defectos de aislamiento de gran impedancia.
- Cortocircuitos.
- Descargas eléctricas atmosféricas.

La norma UNE 20.460 -4-43 recoge todos los aspectos requeridos para los dispositivos de protección.

Para la protección contra sobrecargas, el límite de intensidad de corriente admisible en un conductor ha de quedar en todo caso garantizada por el dispositivo de protección empleado, pudiendo ser un interruptor automático de corte omnipolar con curva térmica de corte o fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas. En nuestro caso serán interruptores magnetotérmicos.

Para la protección contra cortocircuito, se dispondrá en el origen de todo circuito un dispositivo de protección contra cortocircuitos cuya capacidad de corte estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de su conexión. Se admite, no obstante, que cuando se trate de circuitos derivados de uno principal, cada uno de los circuitos derivados disponga de protección contra sobrecargas, mientras que un solo dispositivo general pueda asegurar la protección contra cortocircuitos para todos los circuitos derivados.

#### 10.8.1.1 Interruptor automático.

El interruptor magnetotérmico es un dispositivo electromecánico capaz de establecer, soportar e interrumpir la corriente en las condiciones nominales del circuito y circunstancialmente las condiciones específicas de sobrecarga en servicio. Soporta, durante un tiempo limitado, intensidades anormales como las de cortocircuito. Es capaz de establecer e interrumpir corrientes anormalmente elevadas como las de cortocircuito. La apertura y cierre es independiente de la maniobra del operador. Su disparo es libre y la apertura es independiente de la acción de cierre.



Se utilizan para la protección de líneas, motores, condensadores, rectificadores, transformadores y receptores, en general, así como para su conexión y desconexión si la frecuencia de maniobra es pequeña. También se utilizan como interruptores principales o de acoplamiento para instalaciones, cuadros de distribución y maniobra, salidas de cuadros, etc.

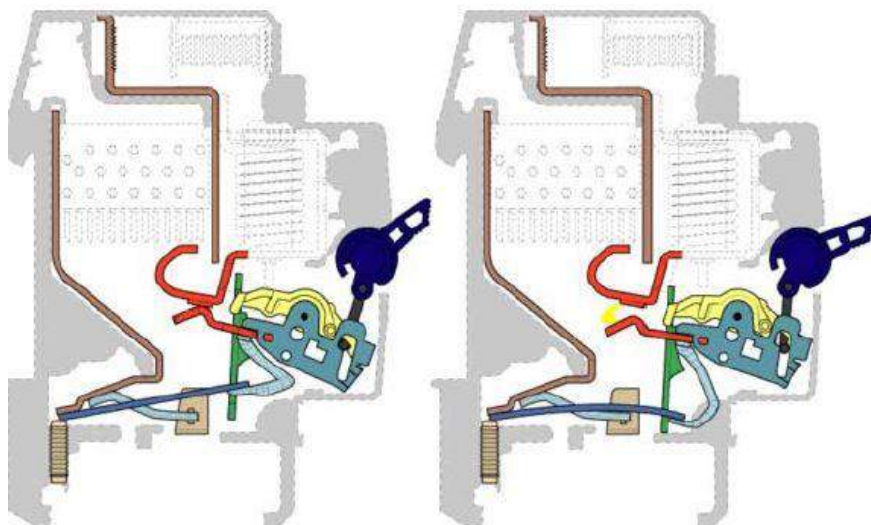
Entre los accesorios auxiliares para estos interruptores figuran:

- **Contactos auxiliares.** Sirven para abrir o cerrar circuitos ajenos al principal, generalmente utilizados para el mando de contactores y señalización.
- **Telemando.** Permite maniobrar a distancia, por medio de órdenes eléctricas, generalmente, del tipo impulsional: cierre, apertura, y rearme.
- **Relés voltimétricos de máxima y mínima tensión.** Provocan la apertura del interruptor por exceso o falta de tensión.

Su funcionamiento es debido a dos efectos distintos. El primero, por acción térmica y el segundo por acción magnética. Su objetivo es la ruptura del arco eléctrico durante la apertura, en aire, con separación brusca de los contactos en un recinto que denomina cámara de ruptura o apagachispas. La cámara de ruptura dispone de láminas refractarias divisoras del arco eléctrico.

- **Protección térmica:**

La protección térmica es una protección contra sobrecargas basado en un relé térmico. Este está formado por dos láminas de metales de diferentes coeficientes de dilatación lineal, soldadas por los extremos. La bi-lámina se calienta por el paso de toda la corriente del circuito, o por una resistencia que la envuelve. Con diferentes coeficientes de dilatación, al aumentar la temperatura, el alargamiento en cada lámina es diferente, lo que provoca la curvatura de la bi-lámina (la lámina de mayor coeficiente de dilatación se curva sobre la otra). En su curvatura al llegar a un punto determinado actúa sobre un mecanismo que retiene el trinquete del interruptor provocando su apertura y la desconexión del circuito que presentaba la sobreintensidad.

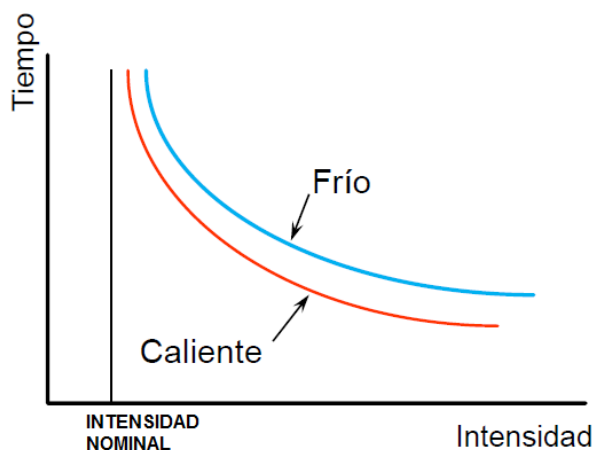


**Ilustración 66.** Protección térmica contra sobrecargas de un interruptor automático.



El tiempo que tarda en actuar el bimetálico función de la intensidad presenta una curva denominada de "tiempo inverso".

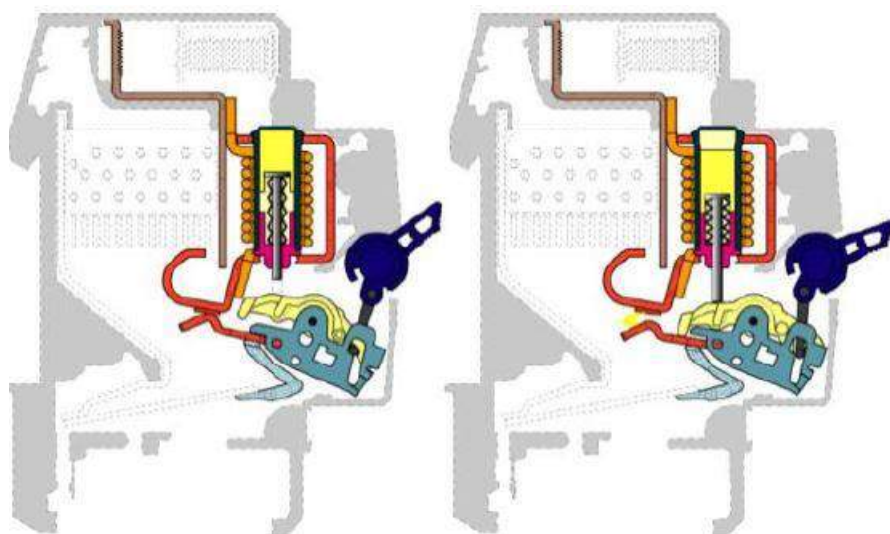
Cada interruptor presenta un gráfico intensidad-tiempo de actuación de la protección. La curva de disparo presenta una banda. La parte superior corresponde con la actuación del bimetálico desde el estado frío, mientras que la zona inferior es cuando se alcanza la temperatura de servicio. Generalmente en caliente se reducen los tiempos de actuación hasta un 25%. La corriente de reacción de los disparadores se puede ajustar dentro de cierto margen.



**Ilustración 67.** Curva térmica característica de un interruptor automático.

- **Protección magnética:**

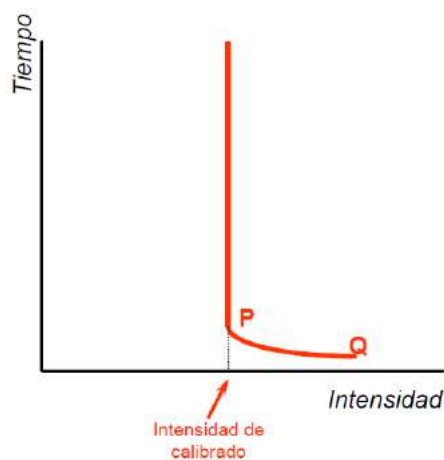
La protección magnética consiste en una bobina, con su respectivo núcleo, por lo que pasa toda o una parte de la corriente de carga. El paso de una determinada corriente, produce la suficiente fuerza de atracción sobre una armadura móvil, que por medio de un mecanismo actúa sobre el dispositivo de disparo del interruptor. El tiempo de actuación de la protección magnética es del orden de milisegundos, por lo que puede considerarse instantáneo.



**Ilustración 68.** Protección magnética contra sobrecargas de un interruptor automático.



La corriente de disparo, en algunos casos, puede regularse. La curva de tiempos de disparo en función de la intensidad se reducen prácticamente a una recta paralela al eje de tiempos y cuya abscisa es la intensidad a la que está calibrado, para que se produzca el disparo. Con intensidades menores a la regulada el disparo no se produce.



**Ilustración 69.** *Curva magnética característica de un interruptor automático.*

De manera, que combinando ambas curvas se tiene la protección contra sobrecargas (por desconexión térmica retardada) y la protección contra cortocircuitos y sobrecargas muy elevadas (por desconexión magnética instantánea).



## 10.8.2 Protección contra sobretensiones.

El dimensionado de las protecciones contra sobretensiones sigue la instrucción técnica, **ITC-BT-23**, “*Instalaciones interiores o receptoras. Protección contra sobretensiones*”.

Las sobretensiones transitorias se transmiten por las redes de distribución y se originan, fundamentalmente, como consecuencia de las descargas atmosféricas, conmutaciones de redes y defectos en las mismas.

El nivel de sobretensión que puede aparecer en la red es función del: nivel isoceraúnico estimado, tipo de acometida aérea o subterránea, proximidad del transformador de MT/BT, etc. La incidencia que la sobretensión puede tener en la seguridad de las personas, instalaciones y equipos, así como su repercusión en la continuidad del servicio es función de:

- La coordinación del aislamiento de los equipos.
- Las características de los dispositivos de protección contra sobretensiones, su instalación y su ubicación.
- La existencia de una adecuada red de tierras.

Cabe distinguir dos tipos de sobretensiones:

- Las producidas como consecuencia de la descarga directa de un rayo.
- Las debidas a la influencia de la descarga lejana de un rayo, conmutaciones de la red, defectos de red, efectos inductivos, capacitivos, etc.

### 10.8.2.1 Categorías de las sobretensiones.

Las categorías de sobretensiones permiten distinguir los diversos grados de tensión soportada a las sobretensiones en cada una de las partes de la instalación, equipos y receptores. Las categorías indican los valores de tensión soportada a la onda de choque de sobretensión que deben tener los equipos.

Se distinguen 4 categorías diferentes, indicando en cada caso el nivel de tensión soportada a impulsos, en kV, según la tensión nominal de la instalación.

#### - **Categoría I.**

Se aplica a los equipos muy sensibles a las sobretensiones y que están destinados a ser conectados a la instalación eléctrica fija. En este caso, las medidas de protección se toman fuera de los equipos a proteger. (Ordenadores, equipos electrónicos, etc.).

#### - **Categoría II:**

Se aplica a los equipos destinados a conectarse a una instalación eléctrica fija (Electrodomésticos, herramientas portátiles, etc.).



- **Categoría III:**

Se aplica a los equipos y materiales que forman parte de la instalación eléctrica fija y a otros equipos para los cuales se requiere un alto nivel de fiabilidad. (Armarios de distribución, aparamenta, canalizaciones, tomas de corriente, etc.).

- **Categoría IV:**

Se aplica a los equipos y materiales que se conectan en el origen o muy próximos al origen de la instalación, aguas arriba del cuadro de distribución. (Contadores de energía, aparatos de telemedida, etc.).

**Tabla 31** – *Tensión soportada a impulsos según categoría de sobretensión.*

TENSIÓN NOMINAL DE LA INSTALACIÓN		TENSIÓN SOPORTADA A IMPULSOS 1,2/50 kV			
SISTEMAS TRIFÁSICOS	SISTEMAS MONOFÁSICOS	CATEGORIA IV	CATEGORÍA III	CATEGORÍA II	CATEGORIA I
230/400	230	6	4	2.5	1.5
400/690	-	8	6	4	2.5

#### 10.8.2.2 Medidas para el control de las sobretensiones.

Se pueden presentar dos situaciones diferentes:

- **Situación natural:** no es preciso la protección contra sobretensiones transitorias.
- **Situación controlada:** es preciso la protección contra sobretensiones transitorias. También se considera situación controlada aquella situación natural en que es conveniente incluir dispositivos de protección para una mayor seguridad.

Los dispositivos de protección contra sobretensiones de origen atmosférico deben seleccionarse de forma que su nivel de protección sea inferior a la tensión soportada a impulso de la categoría de los equipos y materiales que se prevé que se vayan a instalar.



### 10.8.3 Protección contra contactos directos e indirectos.

El dimensionado de las protecciones contra contactos directos e indirectos sigue la instrucción técnica, **ITC-BT-24**, *“Instalaciones interiores o receptoras. Protección contra los contactos directos e indirectos”*.

Cabe destacar, que no es objeto de este proyecto realizar la definición y cálculo detallado de las protecciones contra contactos directos e indirectos. A continuación se describen brevemente las posibilidades y alternativas para realizar estas protecciones según define el reglamento en su instrucción técnica comentada, pero no se detalla la definición. A efectos del proyecto, se instalarán interruptores diferenciales en los cuadros de distribución de baja tensión para realizar esta protección.

#### 10.8.3.1 Protección contra contactos directos

Las medidas de aplicación son las siguientes:

Esta protección consiste en tomar las medidas destinadas a proteger las personas contra los peligros que pueden derivarse de un contacto con las partes activas de los materiales eléctricos. Los medios a utilizar vienen expuestos y definidos en la Norma UNE 20.460 -4-41, que son habitualmente:

- **Protección por aislamiento de las partes activas.**

Las partes activas deberán estar recubiertas de un aislamiento que no pueda ser eliminado más que destruyéndolo. Las pinturas, barnices, lacas y productos similares no se considera que constituyan un aislamiento suficiente en el marco de la protección contra los contactos directos.

- **Protección por medio de barreras o envolventes.**

Las partes activas deben estar situadas en el interior de las envolventes o detrás de barreras que posean, como mínimo, el grado de protección IP XXB, según UNE 20.324. Si se necesitan aberturas mayores para la reparación de piezas o para el buen funcionamiento de los equipos, se adoptarán precauciones apropiadas para impedir que las personas o animales domésticos toquen las partes activas y se garantizará que las personas sean conscientes del hecho de que las partes activas no deben ser tocadas voluntariamente.

- **Protección por medio de obstáculos.**

Esta medida no garantiza una protección completa y su aplicación se limita, en la práctica, a los locales de servicio eléctrico solo accesibles al personal autorizado.

Los obstáculos deben impedir: bien, un acercamiento físico no intencionado a las partes activas o bien, los contactos no intencionados con las partes activas en el caso de intervenciones en equipos bajo tensión durante el servicio.



- **Protección por puesta fuera de alcance por alejamiento.**

Esta medida no garantiza una protección completa y su aplicación se limita, en la práctica a los locales de servicio eléctrico solo accesibles al personal autorizado.

La puesta fuera de alcance por alejamiento está destinada solamente a impedir los contactos fortuitos con las partes activas. Las partes accesibles simultáneamente, que se encuentran a tensiones diferentes no deben encontrarse dentro del volumen de accesibilidad. El volumen de accesibilidad de las personas se define como el situado alrededor de los emplazamientos en los que pueden permanecer o circular personas, y cuyos límites no pueden ser alcanzados por una mano sin medios auxiliares. Por convenio, este volumen está limitado conforme a la figura 1, entendiendo que la altura que limita el volumen es 2,5 m.

- **Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial residual.**

Esta medida de protección está destinada solamente a complementar otras medidas de protección contra los contactos directos. El empleo de dispositivos de corriente diferencial-residual, cuyo valor de corriente diferencial asignada de funcionamiento sea inferior o igual a 30 mA, se reconoce como medida de protección complementaria en caso de fallo de otra medida de protección contra los contactos directos o en caso de imprudencia de los usuarios.

#### **10.8.3.2 Protección contra contactos indirectos**

Las medidas de aplicación son las siguientes:

- **Protección por corte automático de la alimentación**

El corte automático de la alimentación después de la aparición de un fallo está destinado a impedir que una tensión de contacto de valor suficiente, se mantenga durante un tiempo tal que puede dar como resultado un riesgo.

El corte automático de la alimentación está prescrito cuando puede producirse un efecto peligroso en las personas o animales domésticos en caso de defecto, debido al valor y duración de la tensión de contacto. Se utilizará como referencia lo indicado en la norma UNE 20.572 -1. La tensión límite convencional es igual a 50 V, valor eficaz en corriente alterna, en condiciones normales. En ciertas condiciones pueden especificarse valores menos elevados, como por ejemplo, 24 V para las instalaciones de alumbrado público.



- **Protección por empleo de equipos de la clase II o por aislamiento equivalente.**

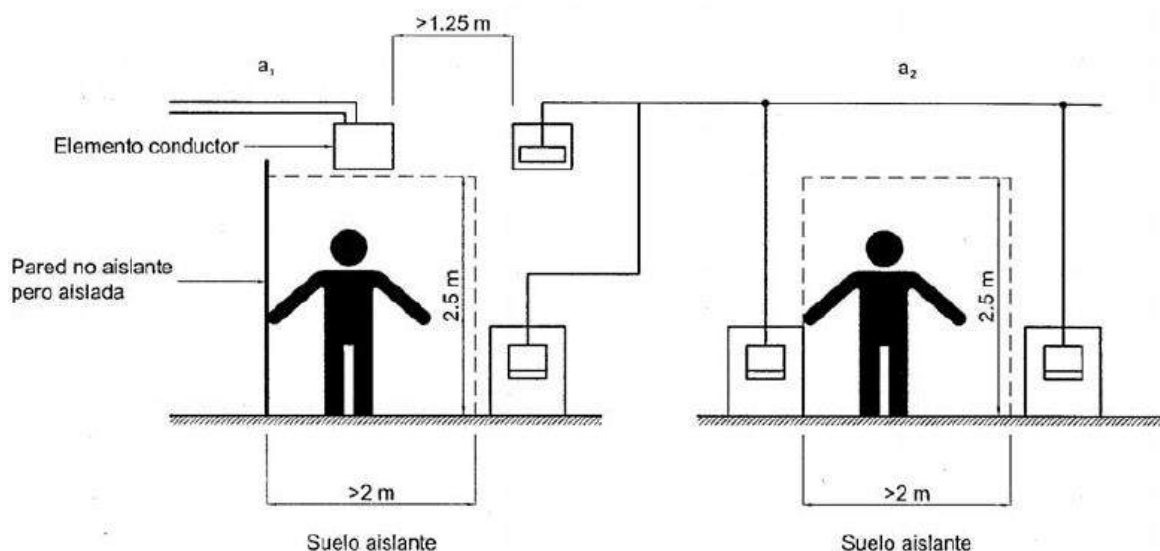
Se asegura esta protección por:

- Utilización de equipos con un aislamiento doble o reforzado (clase II).
- Conjuntos de apartamentados construidos en fábrica y que posean aislamiento equivalente (doble o reforzado).
- Aislamientos suplementarios montados en el curso de la instalación eléctrica y que aíslan equipos eléctricos que posean únicamente un aislamiento principal.
- Aislamientos reforzados montados en el curso de la instalación eléctrica y que aíslan las partes activas descubiertas, cuando por construcción no sea posible la utilización de un doble aislamiento.

La norma UNE 20.460 -4-41 describe el resto de características y revestimiento que deben cumplir las envolventes de estos equipos.

- **Protección en los locales o emplazamientos no conductores**

Esta medida de protección está destinada a impedir en caso de fallo del aislamiento principal de las partes activas, el contacto simultáneo con partes que pueden ser puestas a tensiones diferentes. Se admite la utilización de materiales de la clase 0, Las masas deben estar dispuestas de manera que, en condiciones normales, las personas no hagan contacto simultáneo: bien con dos masas, bien con una masa y cualquier elemento conductor, si estos elementos pueden encontrarse a tensiones diferentes en caso de un fallo del aislamiento principal de las partes activas



**Ilustración 70.** Protección en los locales no conductores.

Las paredes y suelos aislantes deben presentar una resistencia no inferior a:

- $50\text{ k}\Omega$ , si la tensión nominal de la instalación no es superior a  $500\text{ V}$ ; y
- $100\text{ k}\Omega$ , si la tensión nominal de la instalación es superior a  $500\text{ V}$ ,



- **Protección mediante conexiones equipotenciales locales no conectadas a tierra**

Los conductores de equipotencialidad deben conectar todas las masas y todos los elementos conductores que sean simultáneamente accesibles.

La conexión equipotencial local así realizada no debe estar conectada a tierra, ni directamente ni a través de masas o de elementos conductores.

Deben adoptarse disposiciones para asegurar el acceso de personas al emplazamiento considerado sin que éstas puedan ser sometidas a una diferencia de potencial peligrosa. Esto se aplica concretamente en el caso en que un suelo conductor, aunque aislado del terreno, está conectado a la conexión equipotencial local.

- **Protección por separación eléctrica**

El circuito debe alimentarse a través de una fuente de separación, es decir:

- un transformador de aislamiento,
- una fuente que asegure un grado de seguridad equivalente al transformador de aislamiento anterior, por ejemplo un grupo motor generador que posea una separación equivalente.

La norma UNE 20.460 -4-41 enuncia el conjunto de prescripciones que debe garantizar esta protección.

En el caso de que el circuito separado no alimente más que un solo aparato, las masas del circuito no deben ser conectadas a un conductor de protección.

En el caso de un circuito separado que alimente muchos aparatos, se satisfarán las siguientes prescripciones:

- Las masas del circuito separado deben conectarse entre sí mediante conductores de equipotencialidad aislados, no conectados a tierra. Tales conductores, no deben conectarse ni a conductores de protección, ni a masas de otros circuitos ni a elementos conductores.
- Todas las bases de tomas de corriente deben estar previstas de un contacto de tierra que debe estar conectado al conductor de equipotencialidad descrito en el apartado anterior.
- Todos los cables flexibles de equipos que no sean de clase II, deben tener un conductor de protección utilizado como conductor de equipotencialidad.
- En el caso de dos fallos francos que afecten a dos masas y alimentados por dos conductores de polaridad diferente, debe existir un dispositivo de protección que garantice el corte en un tiempo como máximo igual al indicado en la tabla 1 de la ITC del REBT mencionada, para esquemas TN.



#### 10.8.4 Resumen de las protecciones instaladas.

Primeramente se describen las protecciones utilizadas, habiéndose optado por tres tipos de interruptores magnetotérmicos, todos ellos del fabricante SCHNEIDER. Siendo para intensidades inferiores a 100 A, el modelo Schneider Anti 9 – IC60 de quinta generación. Para intensidades de demanda comprendidas entre los 100 y los 630 A se ha optado por los interruptores automáticos de caja moldeada Schneider Compact NSX. Y finalmente para los cuadros que protegen las mayores intensidades, superiores a 630 A hasta 3.200 A, se ha elegido los modelos Schneider compact NS

En lo que respecta a las unidades de control, Schneider ofrece dos sistemas principalmente, las unidades de control magnetotérmico TM-D y las unidades con la inteligencia Micrologic. Habiéndose empleado las dos según los requerimientos de los criterios de cálculos. La justificación para el uso de Micrologic, ya sea 2.0 o 5.0, es por la necesidad de ajustar el calibre del interruptor de manera muy precisa entre valores donde los calibres comerciales no llegan.

Las características principales del **control TM-D** son:

##### Protección térmica ( $I_r$ )

Protección térmica contra las sobrecargas basada en una pletina bimetálica que proporciona una curva de tiempo inversa  $I^2t$ , correspondiente a un límite de aumento de la temperatura. Superado este límite, la deformación de la pletina dispara el mecanismo de funcionamiento del interruptor automático.

Esta protección funciona de acuerdo con:

- $I_r$  que se puede ajustar en amp. de 0,7 a 1 veces el calibre de la unidad de control (de 16 A a 250 A), correspondiente a las regulaciones de 11 a 250 A para el rango de unidades de control. Retardo no regulable, definido para garantizar la protección de los cables.

##### Protección magnética ( $I_m$ )

Protección contra los cortocircuitos con una  $I_m$  de activación fija o regulable con disparo instantáneo si se supera el límite.

- TM-D: activación fija,  $I_m$ , para calibres de 16 a 160 A y regulable de 5 a 10 x  $I_n$  para calibres de 200 y 250 A. Activación fija para calibres de 16 a 630 A.

##### Protección contra los defectos de aislamiento

Son posibles dos soluciones añadiendo:

- Un bloque Vigi que actúa directamente en la unidad de control del interruptor automático
- Un relé Vigirex conectado a una bobina de tensión MN o MX.

Las características principales del **Micrologic** son:

La configuración se realiza usando los selectores de regulación con posibilidad de regulación precisa.

Sobrecargas: Protección largo retardo ( $I_r$ ). Protección inversa contra las sobrecargas con umbral regulable  $I_r$  por selector y temporización no regulable  $t_r$ . Cortocircuitos: Protección de corto retardo con temporización fija ( $I_{sd}$ ). Protección con umbral regulable  $I_{sd}$ . El disparo se produce después de un breve intervalo utilizado para permitir la selectividad con el aparato aguas abajo. Cortocircuitos: Protección instantánea no regulable. Protección instantánea contra los cortocircuitos fija.



En la siguiente tabla se muestra las principales características de los equipos seleccionados para los distintos circuitos.

**Tabla 32 – Resumen Características de los Int. Automáticos de los circuitos de la Instalación Interior.**

LÍNEA	INTENSIDAD CÁLCULO (A)	INTENSIDAD NOMINAL (A)	PdC (kA)	DESCRIPCIÓN DEL INTERRUPTOR AUTOMÁTICO
$DI_1$	2.227	2.375	70	<b>NS2500N - Micrologic 5.0</b> a 0,95
$DI_2$	2.227	2.375	70	<b>NS2500N - Micrologic 5.0</b> a 0,95
$L_{CD1}$	1.522	1.600	50	<b>NS1600N - Micrologic 5.0</b> a 1
$L_{CD2}$	235	250	50	<b>NSX 250F - Control TM-D</b> a 1
$L_{CD3}$	898	950	50	<b>NS1000N - Micrologic 5.0</b> a 0,95
$L_{CD4}$	2.005	2000	70	<b>NS2500N - Micrologic 5.0</b> a 0,95
$L_{CD5}$	303	400	50	<b>NSX 400N - Micrologic 2.3</b> a 400 x 1
$L_{CD6}$	233	250	36	<b>NSX 250F - Control TM-D</b> a 1

**Tabla 33 - Características de los Int. Automáticos de los circuitos del CSD 1**

LÍNEA	INTENSIDAD CÁLCULO (A)	INTENSIDAD NOMINAL (A)	PdC (kA)	DESCRIPCIÓN DEL INTERRUPTOR AUTOMÁTICO
<b>COCINA DE COLAS</b>	108	112	36	<b>NSX 160F - Control TM-D</b> a 0,7
<b>COMPRESOR TORNILLO</b>	271	280	50	<b>NSX 400N - Micrologic 2.3</b> a 280 x 1
<b>COMPRESOR SIN CALDERIN</b>	135	144	36	<b>NSX 160F - Control TM-D</b> a 0,9
<b>BOMBA DE AGUA</b>	21	30	10	<b>Schneider IC60N - curva C</b>
<b>GRUPO CONTRA INCENDIOS</b>	271	280	50	<b>NSX 400N - Micrologic 2.3</b> a 280 x 1
<b>DEPURADORA DE AGUA</b>	22	30	10	<b>Schneider IC60N - curva C</b>
<b>CALDERA DE VAPOR</b>	193	200	36	<b>NSX 250F - Control TM-D</b> a 0.8
<b>MÁQUINA MONTADORA</b>	18	20	10	<b>Schneider IC60N - curva C</b>
<b>EXTRACTOR ASEOS</b>	0,06	1,5	50	<b>Schneider IC60N - curva C</b>
<b>COCINA DE COLAS</b>	108	112	36	<b>NSX 160F - Control TM-D</b> a 0,7

**Tabla 34 - Características de los Int. Automáticos de los circuitos del CSD 2**

LÍNEA	INTENSIDAD CÁLCULO (A)	INTENSIDAD NOMINAL (A)	PdC (kA)	DESCRIPCIÓN DEL INTERRUPTOR AUTOMÁTICO
<b>FLEJADORA</b>	27	<b>30</b>	<b>10</b>	<b>Schneider IC60N - curva C</b>
<b>INSERTADORA PALETS</b>	45	<b>50</b>	<b>10</b>	<b>Schneider IC60N - curva C</b>
<b>ENVOLVEDORA</b>	27	<b>30</b>	<b>10</b>	<b>Schneider IC60N - curva C</b>
<b>RODILLO</b>	90	<b>100</b>	<b>36</b>	<b>NSX 100F - Control TM-D</b> a 1
<b>PALETIZADORA M924</b>	45	<b>50</b>	<b>10</b>	<b>Schneider IC60N - curva C</b>



**Tabla 35 - Características de los Int. Automáticos de los circuitos del CSD 3**

LÍNEA	INTENSIDAD CÁLCULO (A)	INTENSIDAD NOMINAL (A)	PdC (kA)	DESCRIPCIÓN DEL INTERRUPTOR AUTOMÁTICO
<i>TROQUELADORA 6C</i>	271	<b>280</b>	<b>50</b>	<b>NSX 400N - Micrologic 2.3</b> a 280 x 1
<i>TROQUELADORA 4C</i>	217	<b>220,5</b>	<b>36</b>	<b>NSX 250F - Micrologic 2.2</b> a 225 x 0,98
<i>PLEGADORA CURIONI</i>	90	<b>100</b>	<b>36</b>	<b>NSX 100F - Control TM-D</b> a 1
<i>FLEJADORA</i>	27	<b>30</b>	<b>10</b>	<i>Schneider IC60N - curva C</i>
<i>PEGADORA GILBERT</i>	9	<b>15</b>	<b>10</b>	<i>Schneider IC60N - curva C</i>
<i>CIZALLAS</i>	5	<b>10</b>	<b>10</b>	<i>Schneider IC60N - curva C</i>
<i>TROQUELADORA PLANA</i>	108	<b>112</b>	<b>36</b>	<b>NSX 160F - Control TM-D</b> a 0,7

**Tabla 36 - Características de los Int. Automáticos de los circuitos del CSD 4**

LÍNEA	INTENSIDAD CÁLCULO (A)	INTENSIDAD NOMINAL (A)	PdC (kA)	DESCRIPCIÓN DEL INTERRUPTOR AUTOMÁTICO
<b>ONDULADORA</b>	1.899	<b>2.000</b>	<b>70</b>	<b>NS2000N - Micrologic 5.0</b> a 1

**Tabla 37 - Características de los Int. Automáticos de los circuitos del CSD 5**

LÍNEA	INTENSIDAD CÁLCULO (A)	INTENSIDAD NOMINAL (A)	PdC (kA)	DESCRIPCIÓN DEL INTERRUPTOR AUTOMÁTICO
<i>CLIMATIZADORES OFICINAS</i>	8	<b>10</b>	36	<b>NSX 160F - Control TM-D</b> a 0,7
<i>EXTRACTOR PARA ASEOS</i>	0,06	<b>1,5</b>	50	<b>NSX 400N - Micrologic 2.3</b> a 280 x 1

**Tabla 38 - Características de los Int. Automáticos de los circuitos del CSD 6**

LÍNEA	INTENSIDAD CÁLCULO (A)	INTENSIDAD NOMINAL (A)	PdC (kA)	DESCRIPCIÓN DEL INTERRUPTOR AUTOMÁTICO
<i>CLIMATIZADOR 1 NAVE</i>	86	<b>100</b>	<b>36</b>	<b>NSX 100F - Control TM-D</b> a 1
<i>CLIMATIZADOR 2 NAVE</i>	86	<b>100</b>	<b>36</b>	<b>NSX 100F - Control TM-D</b> a 1



## 10.9 INSTALACIÓN DE EMERGENCIA

Las instalaciones que proporcionen alumbrado de emergencia tienen por objeto garantizar en caso de fallo de alimentación al alumbrado, la iluminación en los accesos y locales hasta las salidas para facilitar la evacuación del personal o público o facilitar la iluminación de otros puntos. La alimentación del alumbrado de emergencia será automática con corte breve.

Se distingue dentro de este alumbrado el alumbrado de seguridad y el alumbrado de reemplazamiento.

En el presente proyecto, queda fuera del ámbito de estudio el diseño y cálculos específicos y detallados de esta instalación. No obstante, se realiza el diseño de la ubicación y la descripción de los elementos necesarios y obligatorios para cumplir con la normativa vigente. Por otro lado, no se definen los circuitos ni la protección de estos de manera específica.

El alumbrado a colocar será el alumbrado de seguridad. El alumbrado de seguridad estará previsto para entrar en funcionamiento cuando se produce el fallo del alumbrado general o cuando la tensión baje a menos del 70% de su valor nominal. La instalación de este alumbrado será fija y estará provista de fuentes propias de energía.

La instalación de los sistemas de alumbrado de emergencia cumplirán las siguientes condiciones según la Código Técnico de la Edificación.

El objetivo de dicha iluminación es proporcionar una iluminancia de 1 lux, como mínimo en el nivel del suelo en los recorridos de evacuación, medida en el eje en pasillos y escaleras, y en todo punto cuando dichos recorridos discurren por espacios distintos de los citados. La iluminación será, como mínimo, de 5 lux en los puntos en los que estén situados los equipos de las instalaciones de protección contra incendios que exijan utilización manual y en los cuadros de distribución del alumbrado.

Para determinar la ubicación de estas luminarias se situarán como se ha citado en cuadros y subcuadros eléctricos, en equipos de protección contra incendio y en las rutas de evacuación.

El tipo de luminaria de emergencia a emplear será de 1x8W del fabricante LEGRAND.



# 11. INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN Y VENTILACIÓN

---

**E**l objetivo de este apartado es la descripción y justificación técnica conforme a normativa aplicable de todos los elementos necesarios para conseguir una correcta climatización y ventilación de la nave y de las oficinas.

La finalidad la instalación de climatización y ventilación es mantener unas condiciones ambientales controladas en el interior de los locales. Para ello debe existir un equilibrio entre la demanda térmica del local y la potencia entregada por el equipo de climatización al aire que se impulsa al local. Es decir, se pretende lograr una temperatura artificial en el interior del recinto cerrado, de manera que esta sea más elevada que la temperatura ambiente exterior en invierno y más baja que la temperatura ambiente exterior en verano.

## 11.1 HIPÓTESIS DE DISEÑO.

Para conocer la demanda térmica del local, previamente debemos establecer las condiciones interiores y exteriores. Las condiciones interiores están condicionadas en muchos casos por criterios de confort térmico. En nuestro caso, dado que es una instalación de climatización industrial, las condiciones del local se establecen según el proceso industrial. Las condiciones exteriores vienen determinadas por la normativa vigente, en concreto por la norma UNE 100001.

### 11.1.1 Condiciones Exteriores

Las condiciones exteriores se establecen en la norma UNE 1000-014, en la que se indican las condiciones exteriores de cada provincia. Además, se ha tenido en cuenta lo establecido en la Guía Técnica “Condiciones Climáticas exteriores de proyecto”. Estas condiciones dependen de las condiciones climáticas de cada localidad.

Se definen según la norma mencionada las siguientes variables:

- **Nivel de percentil:** Porcentaje de las horas que se sobrepasa la temperatura máxima de proyecto. La norma UNE 100-001-85 determina tres valores, 1% (Hospitales, salas de ordenadores, etc.), 2,5% (Edificios y espacios de especial consideración) y 5 % (condiciones generales de diseño).
- **Temperatura seca máximas del proyecto:** Temperatura media de las máximas que es sobrepasada en un porcentaje de las horas durante el periodo estival, el cual comprende desde Junio hasta Septiembre.



- **Humedad relativa exterior del proyecto:** Valor medio de las máximas humedades relativas ambientales alcanzadas, puede calcularse a partir de la temperatura seca y húmeda de la localidad correspondiente.
- **Variación diaria de temperatura, OMD:** Excursión térmica diaria, es la diferencia entre el valor medio de las máximas y el valor medio de las mínimas para una misma estación.
- **Hora solar de proyecto:** Habitualmente se toma el caso más desfavorable, es decir, las 15:00 horas. Para ello, se tiene en cuenta la radiación solar en función de la hora solar y se elige la hora de máxima carga solar.

**Tabla 39 – Condiciones Climáticas Exteriores**

VARIABLE	VALOR
Nivel de percentil	1%
Temperatura seca verano	38,9 °C
Temperatura húmeda verano	23 °C
Temperatura seca invierno	1,4 °C
Variación diaria de temperaturas (OMD)	17,3 °C
Oscilación Media anual (OMA)	40,1 °C
Humedad relativa	90 %
Orientación del viento dominante	SW
Velocidad del viento dominante	2,54 m/s
Altura sobre el nivel del mar	680 m
Latitud	38° 21' 23.49'' N
Longitud	4° 50' 13.60'' O

No son necesarias correcciones de temperatura ya que se considera el caso más desfavorable en todos los casos.

### 11.1.2 Características constructivas

Es de gran importancia conocer la composición de los distintos cerramientos que componen la nave, para obtener un buen rendimiento en el sistema de climatización. Así, una vez conocidos estos elementos se puede determinar los coeficientes de Transmisión Térmica de los cerramientos (U). Para ello, se hace uso del Código Técnico de la Edificación, DB-HE1.

Según el apéndice de zonas climáticas del CTE, Córdoba se encuentra en la zona B4, con una altura de referencia de 113 m.s.n.m. pero dado que la localidad de estudio tiene una diferencia de altura de 567 m, la zona climática de estudio es C2.



Teniendo en cuentas estos datos, se determinan el valor de la transmitancia térmica de los diferentes elementos que conforman los cerramientos de la nave industrial.

**Tabla 40** – *Valores de U, cerramientos*

CERRAMIENTO	U (W/m <sup>2</sup> ·K)
Fachada	0,73
Tabiques interiores	1,35
Forjado piso Oficinas	2,12
Separación almacén-Nave	0,50
Cubierta	0,41
Solera	1,92
Puerta de entrada a la nave	4,50
Puerta de “salida de emergencia”	5,7
Puertas de oficinas, aseos, despachos	2
Ventanas	3,5

### 11.1.3 Orientación

La situación del edificio es importante para la realización de los cálculos, ya influye en la ausencia o no de radiación solar y la presencia de vientos dominantes sobre los muros.

### 11.1.4 Condiciones interiores

Las condiciones interiores se determinan según la actividad metabólica de las personas y de su grado de vestimenta. Dado que el propósito de cualquier sistema de acondicionamiento de aire para una local ocupado con personas es mantener un confort térmico para sus ocupantes, es importante comprender los aspectos térmicos del cuerpo humano para poder diseñar de manera efectiva los sistemas de acondicionamiento de aire.

En el interior del cuerpo, las células producen de manera continua reacciones químicas. En estas reacciones se libera energía para el funcionamiento de las funciones de las células y tejidos del cuerpo. El nivel de actividad química en las células que mantiene la temperatura de 37°C mientras se llevan a cabo las funciones del cuerpo se denomina metabolismo. En términos sencillos, el metabolismo se refiere a la combustión de alimentos tales como carbohidratos, grasas y proteínas.

Las zonas a climatizar son aquellas donde se prevea ocupación permanente excluyendo pasillos, vestuarios, aseos. En la norma UNE-EN 1379:2005, Superficie de suelo por persona. Siendo 12 m<sup>2</sup> para oficinas y 3-5 para salas de descanso.



**Tabla 41** – *Actividad y nº de personas de cada zona*

ZONA	ACTIVIDAD	Nº PERSONAS
Comedor	Descanso	25
Sala de formación	Reuniones	15
Dpto. RRHH y comercial	Oficinas	20
Dpto. Diseño	Oficinas	30
Dpto. Informática	Oficinas	10
Sala de reuniones	Oficinas	20
Zona de producción	Producción	25
Comedor personas Fábrica	Producción	25
Sala de Recortes	Producción	10
Cocina de colas	Producción	10
Sala de compresores	Producción	4
Sala depuración agua	Producción	2
Sala de calderas	Producción	3
Taller mecánico	Producción	10

## 11.2 CARGAS TÉRMICAS.

La carga térmica se entiende como un fenómeno que tiende a modificar la temperatura la temperatura del aire o su contenido en humedad. Son el resultado de los procesos de transferencia de calor por conducción, convección y radiación a través de la envuelta del edificio, de las fuentes de calor internas en el local y de los componentes del sistema de acondicionamiento de aire.

El conocimiento de las cargas térmicas es imprescindible a la hora de diseñar un sistema de climatización de un edificio. Para dicho diseño, hay que calcular las cargas térmicas para las situaciones de verano y de invierno, dimensionando la instalación para la situación más desfavorable.

Los sistemas de acondicionamiento de aire se diseñan, dimensionan y controlan para contrarrestar las cargas térmicas. Los cálculos para determinar la carga térmica máxima determinan el flujo de calor máximo que debe ser contrarrestado en un espacio o local que debe ser climatizado.

Cabe destacar la diferencia entre carga térmica y ganancia térmica, esta última es el calor que entra o se genera en el local por unidad de tiempo. Se clasifican según el modo en el que entran en el local (radiación solar, conducción de calor a través de techos, suelos, particiones interiores, calor generado por los ocupantes, iluminación, equipos y otros).



La transferencia de calor a través de la envuelta del edificio depende de la capacidad de almacenamiento térmico en los cerramientos. Esto es crítico a la hora de determinar la ganancia térmica instantánea y la carga térmica de un local. Debido al almacenamiento térmico en paredes, suelos y mobiliario, existe un retraso temporal en la entrada de calor al espacio. Este retraso hace que la carga térmica del espacio sea menos que la ganancia térmica generada, reduciéndose la carga térmica máxima.

### **11.2.1 Cargas térmicas sensibles**

Las cargas térmicas sensibles son aquellas que implican una variación de temperatura de bulbo seco del local. Entran como consecuencia de una diferencia de temperatura o bien calores que se generan en el local y afectan a la temperatura del local.

#### **1. Calor debido a la radiación solar a través de ventanas y otros elementos transparentes como claraboyas y lucernarios.**

Representa la cantidad de calor por radiación que se aporta al local por la energía solar a través de elementos transparentes. Esta energía depende de la orientación y de la superficie del elemento transparente.

#### **2. Calor debido a la transmisión de calor a través de paredes, techos y otros elementos exteriores no transparentes.**

Esta partida depende del material de la pared o techo, de la superficie y de la orientación. Además interviene el espesor del muro y la hora solar

#### **3. Calor debido a la transmisión a través de paredes no exteriores y por conducción a través de elementos transparentes.**

Representa la cantidad de calor por conducción a través de elementos transparentes así como la transmisión de calor por conducción a través de paredes y techos no exteriores.

Si las paredes del local a climatizar son colindantes a un local no refrigerado, el calor transmitido por las paredes depende del salto térmico. Si el local colindante está refrigerado y la temperatura de ambos locales son iguales el calor transmitido será igual a cero.

#### **4. Calor sensible debido al aire de infiltraciones.**

Son aquellas cargas sensibles debidas a aportaciones de aire exterior infiltrado por puertas, ventanas o fisuras. Depende del volumen de aire infiltrado.

#### **5. Calor sensible generado por las personas que ocupan el local.**

Se calcula en función del número medio de personas que hay en el local, el tipo de actividad que realizan y la temperatura del local.



## **6. Calor generado por la iluminación del local.**

Se calcula a partir de la potencia de iluminación instalada, distinguiendo entre iluminación incandescente e iluminación fluorescente.

## **7. Equipos y otras máquinas.**

Se calcula el calor desprendido por aquellas máquinas o fuentes de calor tales como aparatos eléctricos y/o aparatos de combustión de gas natural que se encuentren presentes en los locales. Destacamos entre esos aparatos, ordenadores, pantallas, impresoras, cafeteras, panchas, hornos, etc.

## **8. Calor sensible procedente del aire exterior.**

Para mantener la calidad del aire interior del local es necesario realizar renovaciones del mismo introduciendo una cierta cantidad de aire exterior. Este aire pasa a través de la unidad acondicionadora, la cual realiza un enfriamiento del mismo. Sin embargo, existe una cierta cantidad de aire que pasa a través de la unidad acondicionadora sin sufrir cambio alguno. Este porcentaje de aire genera una carga térmica para el local que se denomina carga sensible del aire exterior.

# **11.2.2 Cargas térmicas latentes**

Las cargas latentes son aquellas que entran en el local como consecuencia de una diferencia de humedad absoluta o bien calores latentes que se generan en el local y afectan a la humedad absoluta del local.

## **1. Calor latente debido al aire de infiltraciones.**

Calor que es generador por el aire de las infiltraciones, depende de la densidad del aire, de la entalpía de vaporización media, del caudal de infiltraciones de aire y de la diferencia de humedad específica del aire exterior e interior.

## **2. Calor latente generado por las personas del local.**

Calor que es generador por el aire de las personas del local, depende los mismos parámetros que en el caso del calor sensible.

## **3. Equipos y otras máquinas.**

Calor que es generador por las máquinas existentes en el local, así como otros calores latentes considerados.

## **4. Calor latente del aire de ventilación.**

Calor que es generador por el aire de ventilación, depende del caudal volumétrico de ventilación, de la diferencia de humedad absoluta exterior y la humedad absoluta interior y del factor de by-pass



### 11.2.3 Resumen de Cargas Sensibles y Latentes

En las siguientes tablas se recogen los valores de todas las cargas térmicas que intervienen en el proceso de aportación de energía al local.

**Tabla 42.** *Resumen de cargas térmicas Sensibles de la zona de Oficinas y nave industrial*

CÓDIGO	ORIGEN DEL CALOR GENERADO	OFICINAS	CALOR LATENTE
A1	VENTANAS	525	7.106
A2	PAREDES Y TECHOS EXTERIORES	7.520	114.935
A3	PAREDES INTERIORES	1.618	0
A4	AIRE DE INFILTRACIONES	5.304	5.100
A5	OCUPACIÓN DE PERSONAS	4.200	2.175
A6	ILUMINACIÓN	418	7.000
A7	EQUIPOS Y OTRAS MÁQUINAS	11.850	44.000
A8	AIRE PROCEDENTE DEL EXTERIOR	648	1.080
<b>CALOR SENSIBLE GENERADO</b>		<b>32.082 W</b>	<b>181.396 W</b>

**Tabla 43.** *Resumen de cargas térmicas Latentes de la zona de Oficinas y nave industrial*

CÓDIGO	ORIGEN DEL CALOR GENERADO	OFICINAS	CALOR LATENTE
B1	AIRE DE INFILTRACIONES	1.540	2.519
B2	POR OCUPACIÓN DE PERSONAS	2.820	3.350
B3	EQUIPOS Y OTRAS MÁQUINAS	0	0
B4	AIRE DE VENTILACIÓN	272	235
<b>CALOR SENSIBLE GENERADO</b>		<b>4.633</b>	<b>6.104</b>

Las cargas finales son:

- CARGA TÉRMICA ZONA OFICINAS:	<b>36.715 W</b>
--------------------------------	-----------------

- CARGA TÉRMICA NAVE INDUSTRIAL:	<b>187.500 W</b>
----------------------------------	------------------



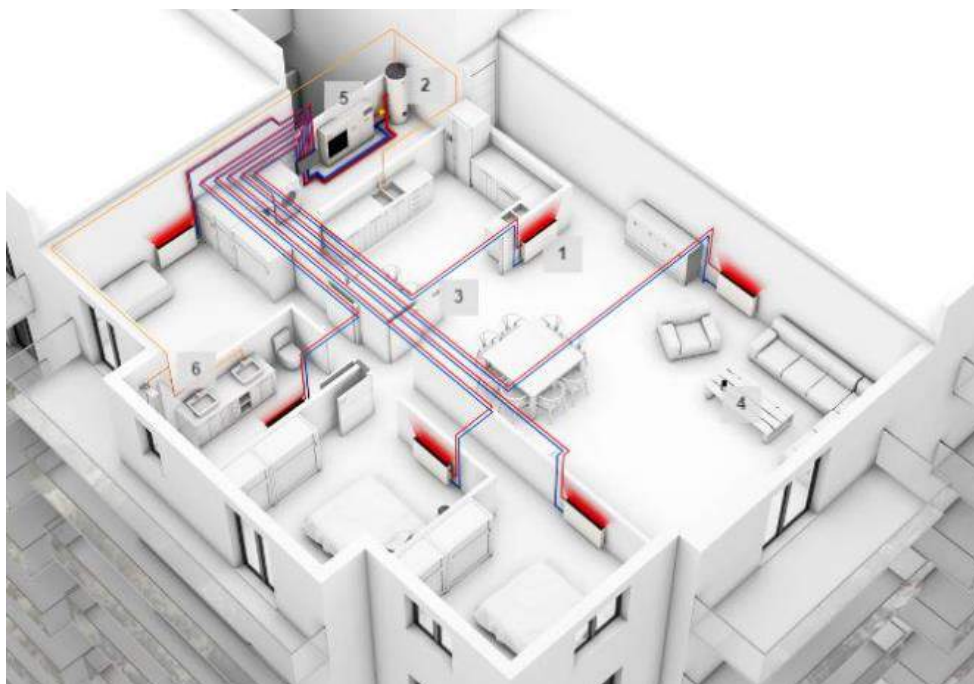
## 11.3 ALTERNATIVAS DE SISTEMAS DE CLIMATIZACIÓN

En este apartado se describe de manera muy resumida las distintas tecnologías para climatizar un local, ya sea para uso privado, comercial o vivienda. Para se analizan los tipos de sistemas de climatización en edificios existentes, en el mercado actual. Realizando un análisis de las tipologías de instalación que podemos encontrar y distinguiendo sus usos.

### 11.3.1 Clasificación según la centralización o dispersión del aire

#### 11.3.1.1 Sistemas centralizados

Existe una unidad central en la cual se enfría o se calienta el aire o el agua para que posteriormente se distribuya a los distintos locales o estancias que se quiera climatizar. En este mismo equipo se hace el tratamiento completo del aire o el agua.



**Ilustración 71.** Sistema centralizado de climatización

#### 11.3.1.2 Sistemas semicentralizados

Tiene una parte común con el proceso centralizado pero otra parte se lleva a cabo en el mismo local que se va a realizar la climatización, es decir, hay más de una unidad con actividad.

#### 11.3.1.3 Sistema descentralizado

En este sistema se emplean equipos individuales para realizar el funcionamiento completo del aire en cada local que se quiere climatizar. Un ejemplo de esto podría ser un aire acondicionado de ventana en cada local.



### 11.3.2 Clasificación según los fluidos primario-secundario.

El fluido primario es el que intercambia su energía cediéndola o absorbiéndola, con un fluido secundario. El objetivo del intercambio de calor es modificar la temperatura del fluido secundario. Según estos criterios se pueden obtener cuatro tipos principales de instalaciones.

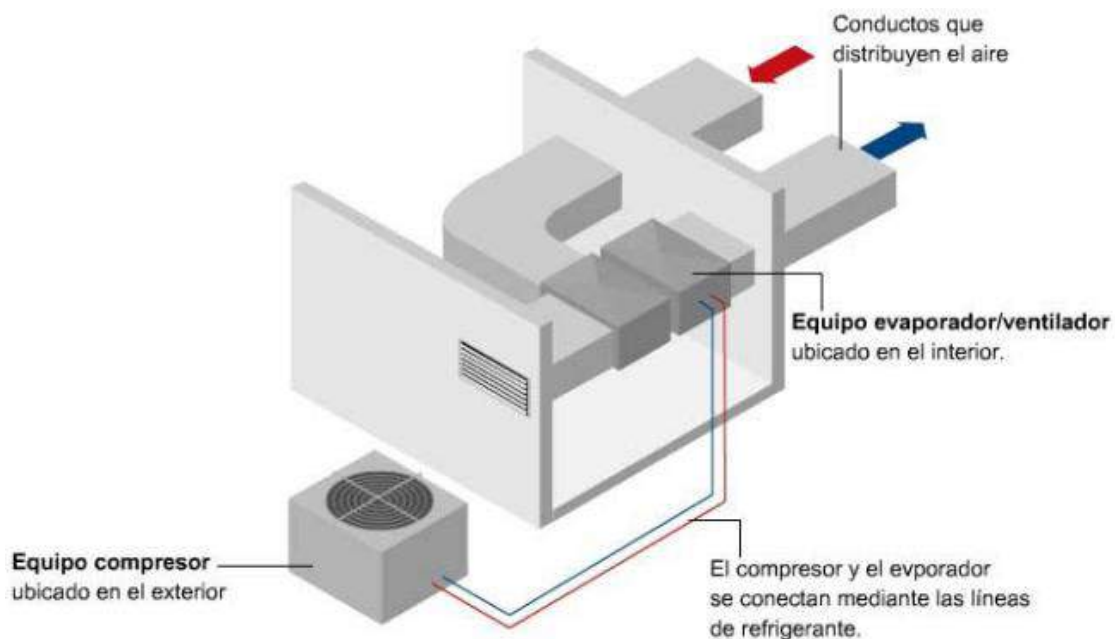
#### 11.3.2.1 Sistemas Aire-Aire.

Estos sistemas son los más usados en el campo de la construcción, tanto residencial, comercial, como de oficinas, etc. Suelen ir instalados en los falsos techos y muros conectados a difusores de aire y conductos, disponiendo de una unidad exterior (condensadores) conectada a los evaporadores interiores por tuberías de cobre aisladas, con los desagües pertinentes.

Podemos diferenciar dos tipos de sistemas Aire-Aire:

- **Los centrales a caudal de aire constante Aire – Aire.** Esta instalación funciona introduciendo el aire en los locales, con un mismo caudal e ir regulando la potencia a aportar, variando la temperatura a que se aporta y el tiempo.
- **Los centrales a caudal de aire variable Aire – Aire (VRF/VRV).** Estas instalaciones se fundamentan en ajustar la cantidad de energía aportada, cambiando el caudal introducido en el propio local.

Las soluciones más comunes son: Split fijo, Split móvil, multi-split o Aire Zone. Siendo este último el más interesante para aplicarlo en oficinas de pequeño y mediano tamaño.



**Ilustración 72.** Sistema de climatización Aire Zone.



### 11.3.2.2 Sistemas Aire-Agua.

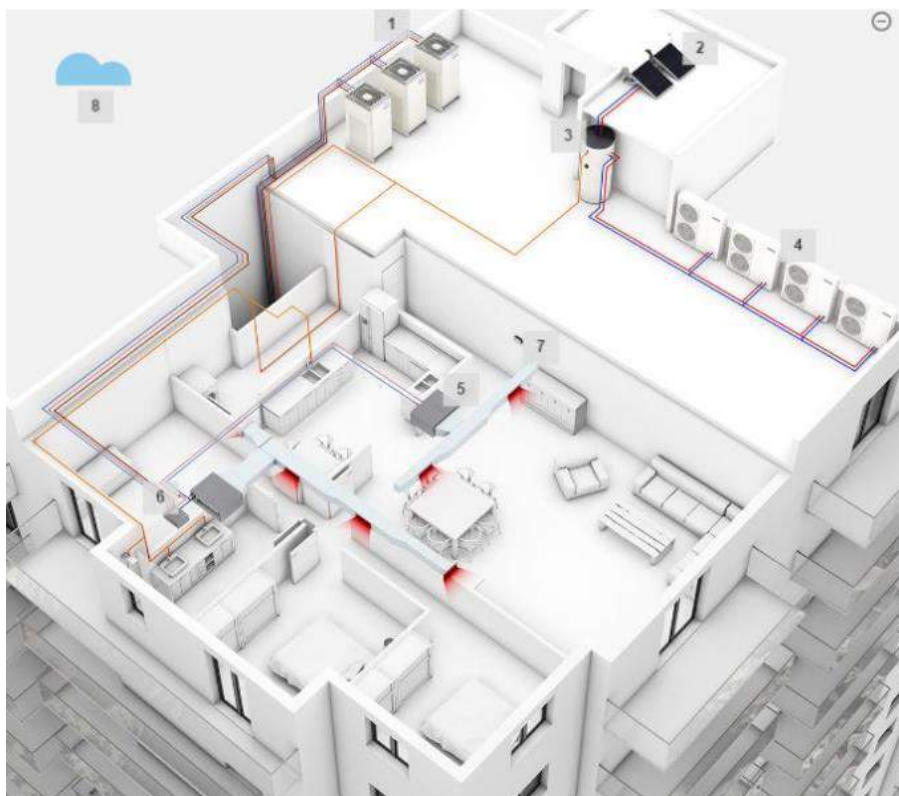
Son instalaciones que usan fluido o agua como componente base para el aporte de energía ante unas baterías que intercambian con el aire el calor. La maquinaria final pueden ser inductores, fan-coils, radiadores, climatizadores centrales para unas instalaciones con más potencia, convectores...etc. También encontramos

Los principales componentes de un equipo Aire-Agua son:

- Central térmica.
- Red de distribución de agua.
- Elemento final (fan-coil, radiador, etc.).
- Elementos de regulación

Podemos diferenciar tres tipos de sistemas Aire-Agua:

- **Sistemas centrales a caudal de aire constante Aire – Agua.**
- **Sistemas centrales a caudal de aire variable Aire – Agua.**
- **Sistemas centrales a volumen constante de distribución multizona a diferentes temperaturas.**



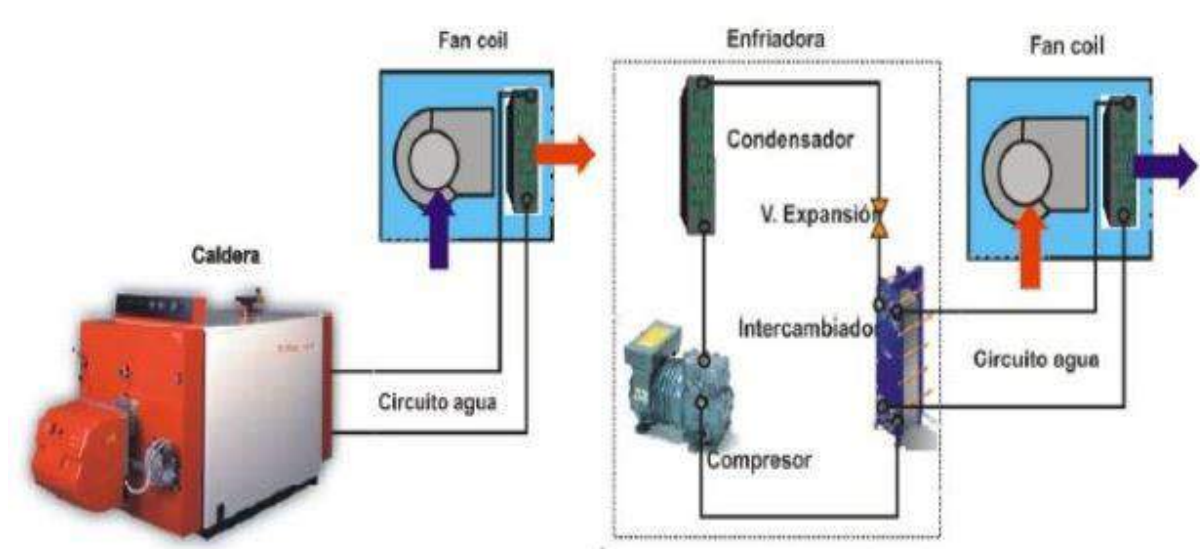
**Ilustración 73.** Sistema de instalación comunitaria por Aire-Agua



### 11.3.2.3 Sistemas Agua-Agua.

La producción de calor o frío se basa en qué para la captación o cesión del calor al fluido se utiliza agua o fluido calentado o enfriado, ya sea con combustión en calderas, con calor del exterior para pasarlo el agua para la climatización.

En este caso se utiliza la propia agua como portador de la energía y una unidad terminal aprovecha esa energía para acondicionar un local.



**Ilustración 74.** Sistema de climatización Agua-Agua

Cuándo utilizamos el agua para la condensación de los grupos productores conseguimos disponer de unas temperaturas más bajas y aún más estables que el aire ambiente. Cuando las temperaturas están más estables en el ciclo de compresión pueden aumentar y mejorar notablemente la eficiencia de las instalaciones.

### 11.3.2.4 Sistemas Agua-Aire.

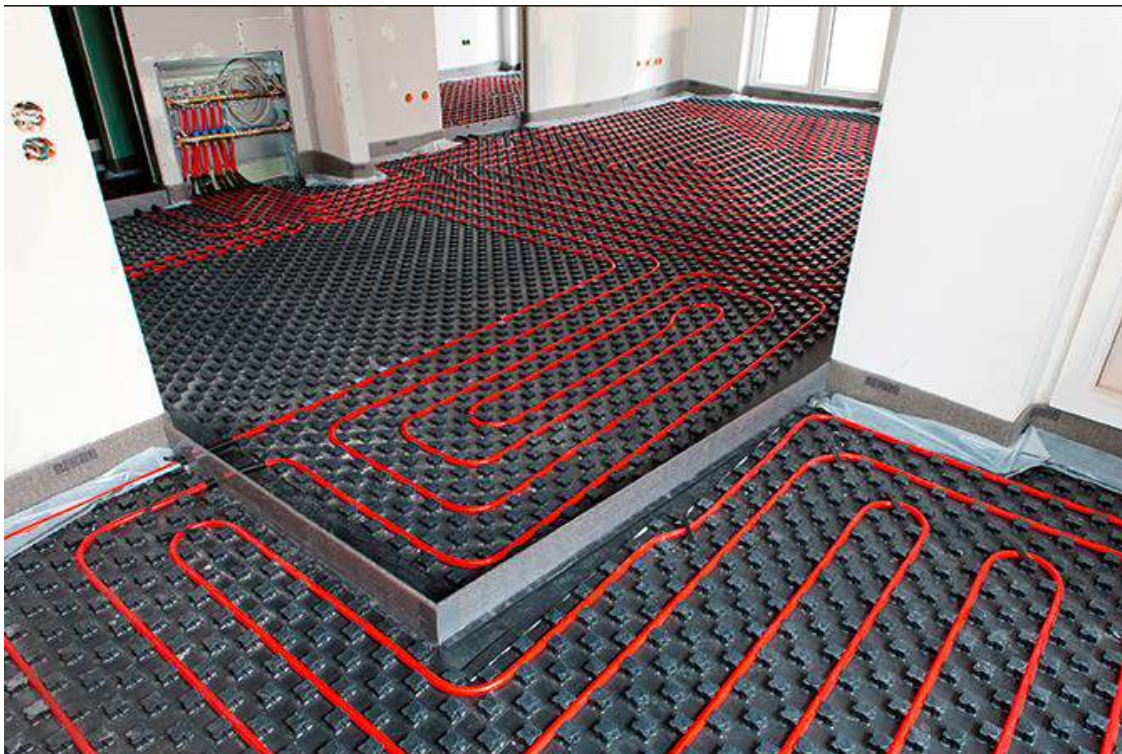
Su funcionamiento se basa en que el calor se aporta básicamente por transmisión y radiación. A los locales llega el aire estrictamente necesario para la ventilación, tratado en un climatizador (llamado aire primario) pero, la mayor parte del tiempo, con caudales insuficientes para transportar toda la energía térmica necesaria, de modo que se suple esa falta mediante aparatos terminales añadidos (ventiloconvectores, inductores) situados en los locales y alimentados por agua.

Es este el sistema más caro de instalar, pero tiene muchas ventajas: el aire no se recircula, por lo que tampoco se recirculan olores de unos locales a otros; mejor regulación de los parámetros de cada local teniendo en cuenta muy precisamente sus necesidades específicas.



Los principales tipos de sistemas Agua – Aire más comunes

- **Zonificación por Suelo radiante:** el suelo radiante es un sistema con una inercia térmica muy lenta, por lo que hay que prestar especial atención al control por detección de presencia, no es conveniente activarlo y desactivarlo de forma continuada. Es necesario instalar circuitos independientes para cada estancia, con sus correspondientes válvulas de control. Un balance hídrico adecuado se hace imprescindible, que tenga en cuenta el funcionamiento o no de diferentes zonas a la vez.
- **Zonificación con Fan Coil:** en este caso, la inercia térmica es más rápida, gracias al aporte de los ventiladores, además de la circulación del agua por las tuberías. Tiene que haber una unidad como mínimo en cada estancia.
- **Zonificación con unidades de A/C (splits):** es necesario instalar al menos una unidad interior por estancia a climatizar. Se puede conseguir tanto utilizando el sistema “multi-split” o el más eficiente y novedoso “VRV”, desarrollado por la compañía Daikin. La diferencia entre uno y otro es la gestión del volumen de líquido refrigerante enviado a cada unidad interior, siendo variable en el caso de VRV (Variable Refrigerant Volume).
- **Zonificación con gran unidad de A/C y dispersión por conductos:** con una gran máquina de A/C, se reparte el caudal de aire a través de conductos aislados térmicamente, y se controla su flujo en cada estancia con rejillas motorizadas.



**Ilustración 75.** Sistema de climatización por suelo radiante



## 11.4 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN EMPLEADO

El sistema de climatización elegido es un sistema todo aire, cuya misión es anular las cargas térmicas mediante la entrada de aire a temperatura variable

Los sistemas todo aire, el aire es impulsado a los locales a climatizar mediante las unidades de tratamiento (UTA), más conocidas como climatizadores. Estos equipos van situados en la cubierta de la nave y se diseñan en función de las condiciones más desfavorables.



**Ilustración 76.** *Unidad de tratamiento de aire (UTA).*

El principio básico de los sistemas de acondicionamiento de aire se basa en el equilibrio entre la carga térmica del local y el calor sensible y latente que el aire climatizado introduce en el local. Por ejemplo, si se desea mantener constante una determinada temperatura en un local, debe existir un equilibrio entre la carga térmica del local y el calor sensible que contrarresta el aire impulsado al local. De igual forma si se desea mantener una humedad absoluta debe existir un equilibrio entre la carga latente del local y el calor latente que contrarresta el aire impulsado al local.

En las instalaciones de climatización, la unidad de tratamiento de aire realiza varios procesos psicrométricos de tratamiento del aire. Aunque su configuración puede variar dependiendo de la instalación, los elementos típicos de un climatizador son los siguientes:

- **Ventilador de retorno y ventilador de impulsión.** Encargados de mover el caudal de aire deseado a través de la red de conductos de impulsión y retorno.
- **Caja de mezcla.** La caja de mezcla recibe el aire de retorno. Parte de este aire puede ser enviado al exterior como aire de expulsión. Otra parte se recircula de nuevo hacia el local y se mezcla con aire del exterior, obteniéndose el aire de mezcla.
- **Filtro.** Las partículas en suspensión, polvo, polen y otras partículas son retenidas en el filtro, asegurando que el aire impulsado tenga una buena calidad de aire.



- **Batería de frío.** Se trata de un intercambiador de calor de tubos aleteados. Por el interior de los tubos circula agua fría, glicol o un refrigerante a una temperatura inferior a la del aire. El aire circula por el exterior de los tubos y está en contacto con las aletas.
- **Batería de calor.** Se trata de un intercambiador de calor de tubos aleteados. Por el interior de los tubos circula agua caliente o un refrigerante a una temperatura superior a la del aire. El aire circula por el exterior de los tubos y está en contacto con las aletas. En otros casos se emplean resistencias eléctricas para calentar el aire.
- **Humidificador.** La humidificación del aire puede realizarse mediante pulverización de agua líquida o vapor de agua en la corriente de aire. En otros casos se hace pasar el aire por una malla o panel empapado en agua. Para evitar el arrastre de agua líquida se coloca antes de la salida de aire, un elemento para retener las gotas que arrastra el aire. El aire a su paso por el humidificador aumenta su humedad absoluta.

### 11.4.1 Centrales de producción de frío y calor

Las unidades de producción de frío y calor deben satisfacer las demandas térmicas de la nave, buscando obtener el mayor rendimiento energético posible.

#### 11.4.1.1 CALDERA.

La central térmica está situada en la sala de calderas de la nave y tiene como función la producción de agua caliente. Está formada por la caldera que transforma la energía del combustible en calor para calentar el agua proveniente del climatizador (UTA).

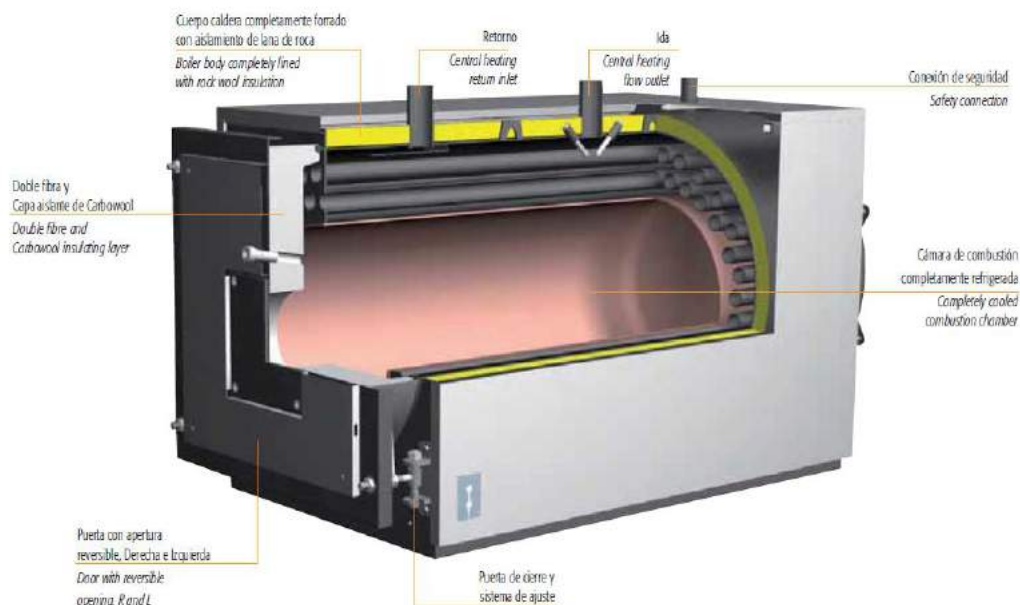
La sala de calderas se encuentra ubicada en la planta baja de la nave industrial, este local y los equipos deben cumplir con la legislación vigente en materia de seguridad, protección contra incendios, protección frente al ruido, seguridad estructural y electricidad e iluminación.

La central térmica debe cumplir con la normativa, UNE 60601:2006. Esta norma establece los requisitos exigibles a los locales o recintos que alberguen, para potencias superiores a 70 kW.

Los humos de la combustión de la caldera son expulsados al exterior mediante una chimenea. Para dimensionar la potencia de la caldera, se debe calcular la potencia calorífica de la nave, que es la del climatizador, por tanto se necesitará una potencia superior a la calculada para la potencia de la unidad de tratamiento de aire de la zona de oficinas, que es de 40 kW, ya que el climatizador de la zona de la nave industrial es tipo RoofTop y no requiere de conductos de agua,

Teniendo en cuenta estos requisitos y otros gastos que requiere la nave, de vapor y agua caliente sanitaria, se ha seleccionado una caldera de gas marca FERROLI RSW 107, con potencia máxima de 107 kW.





**Ilustración 77.** Caldera de agua caliente de FERROLI

#### 11.4.1.2 ENFRIADORA DE AGUA.

La central enfriadora se encuentra situada en la sala de calderas. Consta de cuatro elementos principales: Condensador, evaporador, compresor y válvula de expansión. Con estos elementos se extrae el calor generador en el climatizador mediante el enfriamiento del agua proveniente del mismo.

Para definir correctamente el equipo apropiado, se calcula la demanda máxima de potencia frigorífica de la zona de oficinas, que es la potencia del climatizador, 40 kW.

De catálogo comercial se selecciona la enfriadora de agua de la Marca KEYTER, modelo PACIFICA KWE 2045 con una potencia frigorífica de 42,9 kW.



**Ilustración 78.** Enfriadora de agua KEYTER



### **11.4.2 Depósito de inercia**

El depósito de inercia es un tanque de acumulación de agua colocador en serie con el circuito de agua fría cuyo objetivo es reducir el número de arranques del equipo. El trabajo de ese elemento es acumular agua cuando la enfriadora está funcionando, y suministrar agua al circuito cuando la enfriadora está parada.

Para seleccionar dicho equipo se debe determinar el volumen total de agua caliente, la temperatura de funcionamiento y un coeficiente de expansión a partir de la temperatura máxima de funcionamiento del sistema. El dimensionamiento y selección de estos equipos queda fuera del ámbito de este trabajo.

### **11.4.3 Bombas**

Las bombas se utilizan en la red de tuberías para asegurar la circulación del agua por los circuitos y su posterior retorno a la caldera y enfriadora. Para dimensionar estos equipos se debe determinar la pérdida de carga total que debe satisfacer para el tramo más desfavorable, tanto para el agua fría como caliente, añadiendo un coeficiente de seguridad del 5%.

Es importante tener en cuenta que es la pérdida de carga más desfavorable multiplicada por dos ya que el fluido tiene también que retornar. Las bombas estarán situadas a la salida de la caldera y de la enfriadora. En paralelo a cada una de ellas, se coloca otra igual con el fin de que en caso de fallo o avería pueda seguir funcionando el sistema.

El dimensionamiento y selección de estos equipos queda fuera del ámbito de este trabajo. No obstante, se aproximan para poder realizar el cálculo de la demanda prevista de potencia de manera fiable.

### **11.4.4 Red de distribución de agua**

La red de distribución de agua es la encargada de transportar el agua desde la caldera o enfriadora hasta el climatizador.

En las tuberías por las que circula agua, existe una pérdida de presión que es la suma de las pérdidas por metro lineal y las pérdidas secundarias. Las pérdidas por metro lineal se producen porque el agua circula generalmente en régimen turbulento, de forma que en los tramos rectos hay una pérdida de presión, que es directamente proporcional al cuadrado de la velocidad, a la longitud del tramo y a la rugosidad de las paredes del tubo, e inversamente proporcional al diámetro. Las pérdidas secundarias son las que se producen en los codos, curvas, estrechamientos y válvulas, que dependen de las características del elemento y de la velocidad del agua.

A pesar de quedar fuera del ámbito de estudio de este trabajo, se aproximan las dimensiones de la red de distribución, que estará formada por tuberías de acero galvanizado de 3-4'' para el agua fría y de 2'' para el agua caliente, debidamente aislados.



El trazado de la red a lo largo de la instalación tanto para agua fría como para agua caliente, será una red para el caudal de impulsión y otra para el de retorno. Se instala un sistema de dosificación de agua en el que se añaden los productos anticongelantes y anticorrosivos necesarios para el correcto funcionamiento del circuito, situado en el sistema de llenado de la instalación.

Cada circuito hidráulico dispone de una bomba para su activación. Al igual que en caso anterior, por seguridad se doblarán las bombas instaladas. El caudal en el circuito se mantiene constante. Las bombas transportan el agua hasta los colectores, que se encargan de impulsar el agua hasta el climatizador. Las bombas disponen de una válvula antirretorno y de un manómetro.

También se instalan antivibratorios de acuerdo con la norma UNE100156, que se colocan a la salida del agua de la caldera y de la enfriadora y a la entrada de las bombas. Por otro lado, también se instalan válvulas de compuerta intercaladas con el fin de poder cortar el suministro de agua que llega al climatizador cuando sea preciso. De igual manera, habrá instalados manómetros a la entrada y salida del climatizador.

Todo lo comentado sobre la red de distribución afecta únicamente a la instalación de climatización de la zona de oficinas.



**Ilustración 79.** *Ejemplo de red de distribución de agua*

#### **11.4.5 Red de distribución de aire**

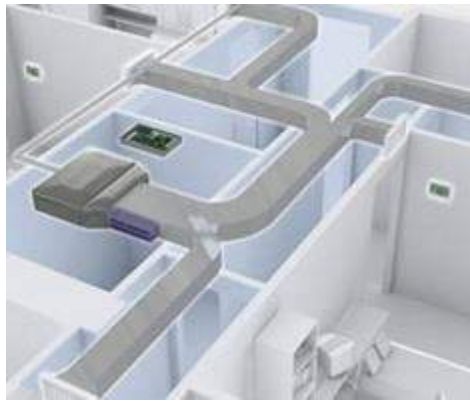
La distribución de aire se realiza mediante conductos rectangulares para la zona de oficinas y circulares para la zona industrial, ambos serán de chapa de acero galvanizado con un factor de rugosidad aproximado de 0,9. Los conductos son de diferentes tamaños según las necesidades, pero en todos circula aire, existiendo una pérdida continua de presión, conocida como pérdida de carga por rozamiento, que es debida



da choques y rozamiento del aire con las diferentes paredes del conducto.

Las pérdidas dependen principalmente de 4 factores: velocidad, rugosidad, sección de paso y caudal. Existen dos tipos de conductos en la instalación de aire, lo de impulsión, que llevan el aire del climatizador hasta la nave, y lo del retorno que extraen el aire usado de la nave mediante rejillas.

El cálculo y dimensionamiento de estos elementos está fuera del ámbito de estudio de este trabajo. No obstante, se aproximan algunos de los principales parámetros de cálculo. Las velocidades de aire en los conductos están comprendidas entre 2,4 y 4,8 m/s. En los conductos de impulsión y retorno más importantes, se colocarán reguladores de caudal constante y compuertas cortafuegos.



**Ilustración 80.** *Boceto de red de distribución de aire*

#### 11.4.6 Unidades terminales.

Se tendrá unidades de impulsión del aire diferentes según la zona. En la zona de oficinas se dispondrá de ventiladores que permitan hacer llegar el aire de los conductos al punto con más pérdida de carga de la red. Disponiendo de difusores terminales circulares cónicos, dado que son los que menor velocidad de impulsión tienen y con los que se consiguen un sistema más confortable.



**Ilustración 81.** *Difusor zona oficinas, circular cónico*

En la zona de la nave industrial se emplean difusores tipo rejillas que se encuentran ubicados a lo largo de los conductos de la red de distribución de aire, y que permiten introducir el aire y para el retorno.





*Ilustración 82. Rejillas difusión de aire en la zona industrial*

Para la selección de los ventiladores del climatizador, hay que tener en cuenta las pérdidas de carga en la impulsión y los difusores, además de las pérdidas de carga en el retorno de los conductos y las rejillas, sobredimensionando por seguridad un 5%.

Las rejillas de retorno son los elementos que permiten el paso del aire de retorno que es conducido de nuevo al climatizador. Nos permiten también un mayor ahorro de energía y lo que es mejor, permiten hacer un mejor uso del aire, con lo que conseguiremos un mejor mantenimiento y rendimiento de la instalación.

Se seleccionan directamente a partir de caudal de aire y a partir de los niveles de ruido, los cuales son similares a los de los difusores.



## 11.5 DESCRIPCIÓN DEL CLIMATIZADOR DE LA ZONA OFICINAS

La instalación de climatización de la zona de oficinas, comprende ambas plantas de oficinas y está compuesta como se ha comentado en el apartado anterior de los siguientes elementos:

- Unidad de tratamiento de aire (Climatizador).
- Caldera.
- Enfriadora de agua.
- Red de tuberías de distribución de agua.
- Bombas.
- Red de conductos rectangulares para distribución generalizada del aire.
- Difusores circulares cónicos.
- Elementos auxiliares (ventiladores, rejillas, etc.).

En este apartado se describirá con más detalle la unidad de tratamiento de aire, el climatizador seleccionador concretamente es de la marca **MUNDOCLIMA**. Código **CL50363-C08** Modelo **BRC/CL-70**.



**Ilustración 83.** Climatizador MUNDOCLIMA, zona oficinas

**Tabla 44** – Características del Climatizador MUNDOCLIMA, zona oficinas

CÓDIGO	MÓDELO	POTENCIA MOTOR	CAUDAL	PRESION (Pa)	POTENCIA FRÍO (kW)	POTENCIA CALOR (kW)
CL50363-C08	BRC/CL-70.	2,2 kW x 2	7000	150	38,8	36,5

Las características constructivas de la unidad de tratamiento de aire son las siguientes:

- **Bancada:** Fabricada en chapa galvanizada de espesor mínimo de 2 mm, reforzada con travesaños interiores soldados y unida en sus extremos por cantoneras de aluminio atornilladas.
- **Estructura:** Chasis autoportante formado por perfiles de aluminio extrusionado, ensamblados entre sí mediante cantoneras de aluminio inyectado de fácil desmontaje, ofreciendo una elevada resistencia mecánica.

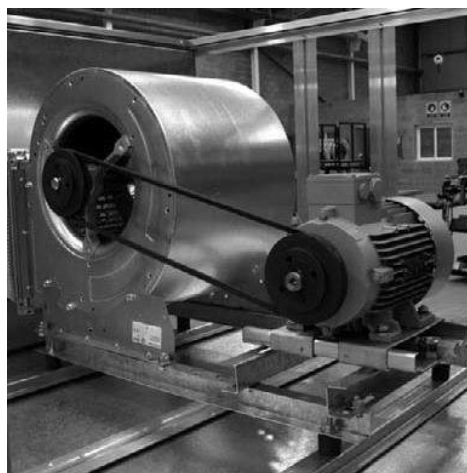


- **Paneles envolventes:** Pared de doble pared tipo sándwich, de espesor mínimo de 25 mm. Empleando plancha de acero en color RAL 9006 y protegida con lámina PET 20 micras. Aislamiento interior formado por lana de roca basáltica.



**Ilustración 84.** *Estructura del climatizador*

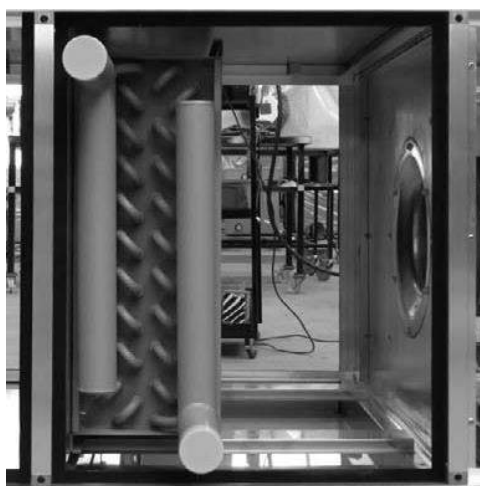
- **Paneles desmontables,** para evitar fugas entre el panel y la estructura del equipo se coloca un burlete de goma EPDM en todo el perímetro del panel. Las puertas son estancas, con bisagras de aluminio y manetas de cierre progresivo, que soporta una presión de 8.000 Pa, La junta perimetral del marco de la puerta asegura la estanqueidad. Todos los equipos disponen de indicadores de peligro tanto en zonas de riesgo de atrapamiento por elementos móviles como en potras donde pueda producirse accidente a causa de partes desmontables o por conexiones eléctricas.
- **Sección de ventilación:** Turbina centrífuga con álabes curvados hace adelante (acción), de moto directo acoplado, tipo plug-fan y radiales de motor EC con variador incorporado. Los motores eléctricos son trifásicos de baja tensión, de forma constructiva B3, aislamiento clase F y estanqueidad de carcasa IP55.



**Ilustración 85.** *Ventilador del climatizador MUNDOCLIMA*



- **Antivibradores:** Conjuntos montados en bancada, de acero galvanizado sobre antivibradores en el perfil de soportación y junta elástica en la boca de descarga a fin de evitar transmisiones cinéticas y sonoras. El antivibrador se selecciona según peso y distribución del equipo, y están fabricados en caucho natural o metálico.
- **Sección de filtración:** Cumple la normativa RITE, con filtro fabricados según EN 779:2002 y EN-1822. El montaje de dichos filtros se realiza asegurando la estanqueidad entre filtro y bastidor.
- **Sección de baterías:** Para la producción de aire frío o caliente, está alimentada por el agua procedente de planta enfriadora, caldera o bomba de calor. La ejecución es estándar con tubos de cobre y aletas de aluminio. La fabricación estándar está formada por tubos de Ø 5/8", geometría 60x30 mm., paso de aletas 2,1 mm, geometría 38x34 mm, paso de aletas 2,5 mm.



**Ilustración 86.** *Baterías del climatizador MUNDOCLIMA*

- **Bandeja de condensación:** La batería de refrigeración va provista de una bandeja para efectuar la recogida de condensados fabricada en acero inoxidable calidad AISI-304, aislada con espuma elastomérica por la parte inferior. Todas las baterías incorporan purgador. Baterías extraíbles por el lateral del equipo.
- **Silenciadores:** Situados en el retorno y/o la impulsión del equipo. Fabricados con paneles fonoabsorbentes de lana de roca basáltica con una densidad de 70 Kg/m<sup>3</sup>, protegidos con chapa perforada galvanizada. El número de celdas depende del tamaño, la capacidad de atenuación viene determinada por la longitud del mismo así como de separación entre celdas
- **Recuperadores:** Módulos para la recuperación del aire extraído, recuperadores térmicos de flujo cruzado para una recuperación de calor sensible, mediante intercambiador de placas de aluminio, con eficiencias de recuperación a partir de 45%





**Ilustración 87.** *Recuperadores del climatizador MUNDOCLIMA*

- **Sección de mezcla:** Compuertas construidas en aluminio, sistema de alas contrapuestas y dotadas de una junta para su estanquidad, opcionalmente provistas de accionamiento manual o motorizado. En los tamaños superiores, debido a las dimensiones necesarias, se aconseja dividir en dos compuertas adosadas o construirse en acero galvanizado.



**Ilustración 88.** *Sección de mezclas del climatizador MUNDOCLIMA*

- **Humectadores:** añadiendo vapor saturado al aire, a través de una lanza situada en el interior del equipo. La generación del vapor se puede conseguir mediante 2 sistemas: electrodos sumergidos o resistencias, instalados en un armario incorporando además un higróstato.



**Ilustración 89.** *Humectador del climatizador MUNDOCLIMA*



## 11.6 DESCRIPCIÓN DEL CLIMATIZADOR DE LA NAVE INDUSTRIAL

La instalación de climatización elegida para la nave está compuesta por una bomba de calor aire-aire “RoofTop”, que se encuentra situado en la cubierta de la nave. Los equipos “RoofTop” tienen la ventaja de la ausencia de tuberías de agua y de refrigerante. Por tanto, el montaje de la instalación tiene únicamente conductos de aire. Estos conductos serán circulares. La bomba de calor distribuye el aire a través de una red de conductos dotada de toberas de largo alcance para su correcta impulsión a la nave. Estos conductos de impulsión se encuentran en los laterales de la nave.

El aire de retorno regresa a la bomba de calor por medio de rejillas que se encuentran en conducto de retorno. Este conducto se encuentra en la parte de arriba de la nave, en la zona central, como se puede apreciar en los planos de este proyecto.

Para la ventilación y renovación del aire viciado de la nave se utiliza un recuperador de calor, que se encuentra también en la cubierta de la nave. El aire de ventilación se distribuye a través de un conducto rectangular, situado en uno de los laterales de la nave. En el conducto hay rejillas de impulsión que es por donde sale el aire. La extracción de aire viciado se lleva a cabo de igual manera, a través de un conducto situado en el otro lateral de la nave, que dispone de rejillas de retorno que llevan el aire hasta el recuperador antes mencionado.

Finalmente la instalación de climatización de la nave industrial y sala de máquinas está compuesta como se ha comentado de los siguientes elementos:

- Unidad de tratamiento de aire (Climatizador), tipo RoofTop.
- Red de conductos circulares para distribución de aire.
- Elementos auxiliares (ventiladores, rejillas, toberas, etc.).

En este apartado se describirá con más detalle la unidad de tratamiento de aire, se instalan **dos climatizadores**, concretamente de la marca **KEYTER**. Tipo Roof-top condensadas por aire, modelo comercial **PERSEA, KCR 5140**.

Se decide instalar dos equipos KCR 5140 de potencia 156,7kW dando una potencia total superior a la demandada por la instalación de la nave industrial, que es 220 kW. La justificación de emplear dos equipos es por no dejar la nave sin climatización en caso de que un equipo falle.

El climatizador seleccionado está equipado con tecnología inverter, válvula de expansión electrónica y ventiladores electrónicos de velocidad variable para cumplimiento de normativa ErP 2021 y máximo ahorro energético.

*Tabla 45 – Características del Climatizador KEYTER, nave industrial*

MÓDELO	EER	COP	PRESIÓN	CAUDAL	POTENCIA A MOTOR	POTENCIA FRÍO (kW)	POTENCIA CALOR (kW)
<b>KCR-5140</b>	<b>3,1</b>	3,7	150	23500	47,4	151,2	149,5

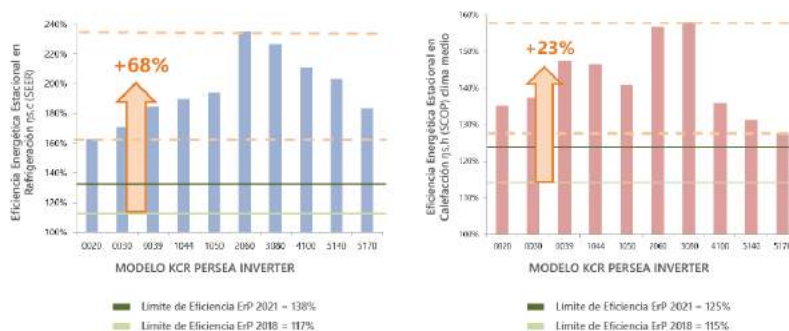




**Ilustración 90.** Climatizador KEYTER, nave industrial

Las principales características de la unidad de tratamiento de aire son las siguientes:

- **Adaptación y versatilidad:** el sistema Roof-Top seleccionado, es adaptable y configurable mediante diferentes opcionales. Dispone de control de presión de condensación de serie para funcionamiento durante todo el año. La accesibilidad y el mantenimiento son fáciles a través de paneles desmontables. Equipos adaptados para aplicaciones de altos requerimiento de caudal de aire.
- **Nivel sonoro:** Aislamiento acústico de compresores en compartimento cerrado y aislado de la vena de aire. Los ventiladores axiales de condensación de bajas revoluciones pueden ir equipados con difusores AXITop consiguiendo mejorar la eficiencia y disminuir el sonido.
- **Control:** Regulación electrónica y supervisión CAREL de uso sencillo y elevadas prestaciones. Con selección de protocolos ModBus.
- **Eficiencia energética:** Alta eficiencia en carga parcial y total reduciendo el coste de la operación. Cumplimiento de ErP 2018 y ErP 2021. Compresores inverter gama PERSEA VRF INVERTER para máxima eficiencia energética. Sistemas optimizados de Recuperación de Calor del aire de extracción. Ventiladores Electrónicos y válvula de expansión electrónica para mínimo consumo.
- **Medio ambiente:** Diseño optimizado para carga reducida de refrigerante R-410A.



**Ilustración 91.** Eficiencia del climatizador KEYTER por estación



## 11.7 CUMPLIMIENTO DE LA EXIGENCIA DE BIENESTAR E HIGIENE

### 11.7.1 Calidad térmica.

La tasa metabólica en estado de reposo se denomina tasa metabólica basal, representa la energía necesaria para mantener al cuerpo realizando las funciones básicas como la respiración y la circulación cuando no hay actividad externa. La tasa metabólica basal para un hombre medio de 30 años, 70kg, 1,73 metros de altura, sentado en reposo es de 58,24 W/m<sup>2</sup>. A esta cantidad se le asigna el valor de una unidad metabólica (1 met). La tasa metabólica aumenta cuando aumenta el nivel de actividad. En la siguiente tabla se muestra las tasas metabólicas para distintas actividades, obtenida de ASHRAE “Handbook of Fundamentals”.

Actividad	Tasa metabólica	
	W/m <sup>2</sup>	Met
<b>Reposo</b>		
Durmiendo	40	0,7
Sentado en reposo	60	1,0
De pie relajado	70	1,2
<b>Andando</b>		
A 0,9 m/s	115	2,0
A 1,2 m/s	150	2,6
A 1,8 m/s	220	3,8
<b>Actividades en trabajo</b>		
Leyendo sentado	55	1,0
Escribiendo	60	1,0
Trabajando sentado	70	1,2
Trabajando de pie	80	1,4
Caminando	100	1,7
Subiendo	120	2,0
<b>Conducción de</b>		
Vehículo normal	60-115	1,0-2,0
Vehículo pesado	185	3,2
<b>Otras actividades</b>		
Cocinar	95-115	1,6-2,0
Limpiar la casa	115-200	2,0-3,4
Bailar	140-255	2,4-4,4
Tenis	210-270	3,6-4,6
Baloncesto	290-440	5,0-7,6

**Ilustración 92.** Tasas metabólicas según nivel de actividad

El Reglamento de instalaciones Térmicas en los Edificios, RITE, establece las condiciones interiores de diseño para personas con grado de actividad sedentaria de 1,2 met, de vestimenta de 0,5 clo en verano y de 1 clo en invierno y un PPD entre 10 y el 15 %. Los rangos de temperatura operativa y humedad para invierno y verano se recogen en la siguiente tabla.



Estación	Temperatura operativa °C]	Humedad relativa [%]
Verano	23÷25	45÷60
Invierno	21÷23	40÷50

**Ilustración 93.** *Condiciones interiores de diseño RITE*

Estos valores son de obligado cumplimiento, por lo que prevalecen ante cualquier otro criterio. Para condiciones de actividad diferentes el RITE da por válido el método de cálculo de la temperatura operativa y la humedad relativa propuesto por la UNE-EN ISO 7730.

En esta norma también se establecen otros parámetros relacionados con el bienestar térmico como la velocidad del aire en la zona ocupada, el gradiente vertical de temperatura, la asimetría de la temperatura radiante o el suelo demasiado frío o demasiado caliente.

Finalmente se han escogido las condiciones interiores de diseño en base a los siguientes parámetros:

- Actividad metabólica: 1,2 met
- Grado de vestimenta en verano: 0,5 clo
- Grado de vestimenta en invierno: 1 clo
- PPD: entre 10% y 15%

La clasificación del aire interior está indicada en la siguiente tabla.

Categoría	Descripción
IDA 1	Calidad alta
IDA 2	Calidad media
IDA 3	Calidad moderada
IDA 4	Calidad baja

**Ilustración 94.** *Calidad IDA*

En la siguiente tabla se resumen los cuatro métodos para alcanzar la categoría de aire interior deseada.

Categoría	Tasa de ventilación por persona (L/s)	Método olfativo (CR 1752) (dp)	Concentración CO <sub>2</sub> (sobre aire EXT) (ppm)	Tasa de ventilación por unidad de superficie (L/[s·m²])
IDA 1	20	0,8	350	No aplicable
IDA 2	12,5	1,2	500	0,83
IDA 3	8	2,0	800	0,55
IDA 4	5	3,0	1.200	0,28

**Ilustración 95.** *Categorías IDA*



Según a la tabla 1.4.2.1 de la IT 1.1.4.2.3 se obtiene el caudal de aire exterior por persona, siendo para el caso oficinas de 12,5 l/s y categoría IDA 2 y para la nave industrial de 8 l/s y categoría IDA

La calidad del aire exterior (ODA) se clasifica de acuerdo con los siguientes niveles:

Categoría	Descripción
ODA-1	Aire puro que sólo puede ensuciarse temporalmente (p.e., con polen)
ODA-2	Aire con altas concentraciones de partículas (sólidas y líquidas)
ODA-3	Aire con altas concentraciones de gases contaminantes
ODA-4	Aire con altas concentraciones de partículas y gases contaminantes
ODA-5	Aire con muy altas concentraciones de partículas y gases contaminantes

**Ilustración 96.** *Calidad del aire exterior (ODA)*

La filtración de aire debe cumplir los requisitos del aire interior en el edificio, tomando en consideración la calidad del aire interior IDA y la del aire exterior ODA.

Considerando la definición de clases de filtros de la norma UNE-EN 779, en la siguiente tabla se indican las clases de filtro final a instalar según la categoría del aire interior IDA y del aire exterior ODA.

	IDA 1	IDA 2	IDA 3	IDA 4
ODA 1	F9	F8	F7	F6
ODA 2	F7/F9	F8	F7	F6
ODA 3	F7/F9	F6/F8	F6/F7	G4/F6
ODA 4	F7/F9	F6/F8	F6/F7	G4/F6
ODA 5	F6/GF/F9	F6/GF/F9	F6/F7	G4/F6

**Ilustración 97.** *Clases de filtros a instalar.*

Para el presente proyecto se tratará como ODA 2, ambiente con alta concentración de partículas, ya que el establecimiento se encuentra en un polígono industrial. Por ello, el aire que se recoge del exterior se filtrará con filtros F6 y F8 para el caso de las oficinas. El aire extraído del local pasará por filtros F6 en el primer caso y F5 en el segundo con el fin de proteger el recuperador de calor.

## 11.7.2 Exigencias de higiene

El RD 865/2003 y el informe UNE 100030 prescriben que la temperatura del agua de retorno al sistema de preparación y acumulación de agua caliente para usos sanitarios RACS sea mayor que 50 °C (véase la figura 12); está reconocido que esta temperatura es suficiente para que la proliferación de la legionela esté controlada.



El agua que se emplee para los procesos adiabáticos de humectación o enfriamiento y el vapor que se emplee para la humectación isoterma deberán tener calidad sanitaria.

Todos los componentes de una UTA deben ser accesibles para su mantenimiento y limpieza a través de puertas de acceso; en su caso, los componentes se deben extraer de forma fácil.

Los perfiles que conforman la estructura portante de la unidad no deben ser en forma de U, porque pueden ser receptáculos de suciedad y, además, su limpieza resulta difícil.

Todos los materiales porosos y fibrosos, salvo los filtros, deben estar protegidos contra la erosión por medio de un material que puede soportar frecuentes operaciones de limpieza.

En las unidades con elevados requerimientos de higiene (hospitales y laboratorios, por ejemplo), los tornillos y otros componentes similares no deben sobresalir en el interior.

Todas las unidades deben estar provistas de ventanas de inspección y alumbrado interior, por lo menos en las secciones de ventilación, filtros y humectadores.

Las bandejas de condensados deben disponer de desagües dotados de sifón con sello de altura adecuada a la depresión existente en el lugar, con un mínimo de 50 mm.

### **11.7.3 Exigencias de calidad de ambiente acústico**

Para esta exigencia el RITE remite al documento DB-HR “Protección frente al ruido” del Código Técnico de la Edificación.

El nivel de potencia acústica de equipos situados en zonas exteriores será menor o igual que 70 dB. Los equipos se instalarán sobre soportes elásticos antivibratorios cuando se trate de equipos pequeños y compactos. Nunca deben instalarse silenciadores en salidas de humos de calderas, de cocinas o de laboratorios por el enorme riesgo de ensuciamiento.

En cualquier caso, el material fonoabsorbente de un atenuador acústico, o silenciador, deberá estar recubierto de un material que, sin mermar las propiedades del material fonoabsorbente, sea capaz de protegerlo de la suciedad y permita la limpieza interior del silenciador.

Las bombas deben instalarse de manera que la presión absoluta del fluido en la boca de succión sea siempre mayor que la presión de saturación del fluido a la temperatura de funcionamiento, para evitar que las burbujas de vapor colapsen y, en consecuencia, se produzcan ruidos y la eventual destrucción del rodete.

Se evitará el paso de las vibraciones de las conducciones a los elementos constructivos mediante sistemas antivibratorios como pasamuros, coquillas, manguitos elásticos, abrazaderas y suspensiones elásticas. Para las tuberías empotradas se emplearán siempre envolturas elásticas. Las tuberías vistas estarán recubiertas por un material que proporcione un aislamiento acústico a ruido aéreo mayor que 15 dB.



El anclaje de tubería se realizará a elementos constructivos de masa unitaria mayor que 150 kg/m<sup>2</sup>. La velocidad de circulación del agua en los sistemas mixtos (calefacción y refrigeración) situados en el interior de las viviendas se limitará a 1 m/s. En conductos vistos se amortiguará adecuadamente la transmisión de ruido aéreo.

Los sistemas de conductos para el transporte de aire de ventilación y de acondicionamiento estarán aislados del ruido generado por los ventiladores y la misma circulación de aire mediante revestimientos interiores de material absorbente y/o atenuadores acústicos, dimensionados de manera que la atenuación sea mayor que 40 dB a la llegada a los elementos de difusión y retorno de aire.

En 3.4.1 se exige que los suministradores de equipos proporcionen esta información:

- Nivel de potencia acústica de equipos que producen ruidos estacionarios, como bombas, ventiladores, quemadores, maquinaria frigorífica, unidades terminales para el control y la difusión de aire, ventiloconvectores, inductores, etc.
- Rigidez mecánica y carga máxima de los lechos elásticos empleados en bancadas de inercia.
- Amortiguamiento, curva de transmisibilidad y carga máxima de los sistemas antivibratorios utilizados en el aislamiento de maquinaria y conducciones.
- Coeficiente de absorción acústica de los productos absorbentes empleados en conductos de ventilación.
- Atenuación de conductos prefabricados, expresada como pérdidas por inserción.
- Atenuación total de los silenciadores interpuestos en conductos o empotrados en elementos constructivos, como fachadas.



## 11.8 CUMPLIMIENTO DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

El marcado CE es una certificación de carácter obligatorio que declara que un producto es conforme a todas las normas aplicables. En otras palabras, la declaración de conformidad es la prueba de que un producto es conforme a una directiva específica y a las normas a ella relacionadas.

La responsabilidad de la conformidad del producto a la normativa aplicable recae totalmente sobre la empresa o persona física que pone en el mercado de la UE el producto. Cuando el conexionado eléctrico y la parte electrónica de control no sean efectuados por el fabricante del equipo, como suele ser el caso, la responsabilidad de certificar el cumplimiento de la normativa de la UE recaerá sobre la empresa instaladora.

La certificación EUROVENT es voluntaria; con ella el fabricante somete el producto a la valoración de EUROVENT, que ensaya y certifica las prestaciones declaradas por el fabricante.

Para instalaciones cuya potencia térmica en frío o calor sea mayor que 70 kW, se exige la presentación de un proyecto en el que se incluyan las estimaciones de los consumos de energía mensual y anual, así como las correspondientes emisiones de dióxido de carbono.

Cuando se trate de un edificio nuevo cuya superficie útil total sea mayor que 1.000 m<sup>2</sup>, el proyecto incluirá la comparación del sistema elegido para la producción de energía térmica con otros sistemas alternativos. Entre ellos, el RITE cita:

- Fuentes de energía renovable, como paneles solares térmicos y biomasa, empleadas directamente o a través de máquinas de absorción o motores Stirling.
- Producción de energía térmica mediante un sistema de cogeneración CHP (del inglés “Combined Heat and Power”), acoplado o no a plantas de refrigeración del tipo de absorción. Estas instalaciones deberán cumplir con el RD 661/2007.
- Las bombas de calor, con sumidero exterior por aire, agua o tierra. En el caso de bombas de calor con sumidero exterior por aire, las condiciones exteriores de diseño en invierno deberían ser aceptables, es decir, la temperatura húmeda nunca debería ser menor que 0 °C, siendo generosos, lo que, prácticamente, limita su aplicación a las zonas costeras, a las islas y a buena parte de las regiones sureñas.

### 11.8.1 Generación de calor y frío

Para seleccionar correctamente el tipo, número y potencia de los generadores es necesario calcular la demanda a lo largo de todas las horas del año. La suma de la potencia de los generadores se ajustará a la demanda máxima simultánea de los sistemas servidos, más las pérdidas o ganancias de calor de las redes de distribución de los fluidos portadores y, en el caso de centrales de producción de frío, el equivalente térmico de la potencia absorbida por los equipos de transporte de los fluidos.



El RD 275/1995 de 24 de febrero, transposición de la Directiva Europea 92/42/CEE (RD 275 de 1995), establece los requisitos de rendimiento energético de las calderas de 4 kW a 400 kW de potencia nominal, alimentadas con combustibles fósiles líquidos y gaseosos, a la potencia nominal y a la carga parcial del 30%, a la temperatura media del agua que indique el fabricante. Para potencias mayores las prestaciones de las calderas serán iguales o mejores que las de las calderas de 400 kW.

Se menciona que las pérdidas por disponibilidad de servicio son de escasa entidad cuando se comparan con la potencia de un generador de baja temperatura o condensación (menos del 1%, debido al elevado espesor del aislamiento térmico del cuerpo de la caldera) y un poco más para generadores convencionales modernos (entre el 2 y el 3%). Sin embargo, desde el punto de vista de la energía consumida, estas pérdidas son muy importantes, sobre todo para calderas convencionales.

El descenso progresivo de la temperatura del agua del circuito en función de la temperatura exterior en las calderas de baja temperatura y de condensación permite disminuir las pérdidas totales, es decir, no solamente las pérdidas por disponibilidad, sino también las pérdidas en los productos de la combustión.

## **11.8.2 Redes de tuberías y conductos**

El reglamento exige que todos los aparatos, equipos y conducciones de las instalaciones de climatización y agua caliente para usos sanitarios estén térmicamente aislados, con los niveles indicados más adelante. Para los equipos o aparatos que vengan aislados de fábrica se aceptarán los espesores calculados por el fabricante.

En términos de potencia térmica se puede decir que la suma de la demanda del sistema más las pérdidas en las redes (o ganancias, si el fluido portador estuviera frío) igualan la potencia requerida en la central de producción térmica.

La cuantía de las pérdidas o ganancias depende del diseño del sistema, es decir, del recorrido, selección de diámetros y nivel de aislamiento térmico. En todos los casos, las pérdidas o ganancias de equipos y tuberías debidamente aisladas son una fracción relativamente pequeña de la potencia transportada.

Todas las conducciones, equipos, aparatos, depósitos y elementos accesorios estarán térmicamente aislados cuando contengan o transporten fluidos con:

- Temperatura menor que la del recinto en el que están instalados los equipos o por el que discurren las conducciones; se evitan las ganancias de calor y la posible formación de condensaciones.



- Temperatura mayor que 40 °C, cuando están instalados en recintos no calefactados (pasillos, patinillos, galerías, salas de máquinas, aparcamientos, falsos techos y suelos técnicos); se evitan las pérdidas de calor.

#### Fluido frío en ambiente exterior

- Condiciones máximas del entorno igual a las condiciones extrema de diseño al nivel percentil más exigente, redondeando en exceso unos 2 a 3 °C.
- Velocidad del aire: 1 m/s.
- Radiación solar: 600 W/m<sup>2</sup>; la emitancia superficial se podrá tomar igual a 0,9, ya que los materiales reflectantes, al ensuciarse, se comportan como un material negro.

#### Fluido caliente en ambientes interiores

- Condiciones mínimas del entorno igual a 18 °C y 50% HR si se trata de ambientes climatizados y 12 °C y 50% HR si se trata de ambientes sin climatizar; 5 °C y 60% HR en aparcamientos y en patinillos ventilados; 18 °C en falsos techos y en patinillos sin ventilar.
- Temperatura radiante media igual a la seca.
- Velocidad del aire: 0,2 m/s (convección libre en el exterior de la tubería).

#### Estanquidad de redes de conductos

Las normas UNE-EN 13779 y UNE-EN 12237 establecen cuatro clases de estanquidad para las redes de conductos.

Clase	Coficiente	Pa	L/(s·m²)
A	0,027	500	1,53
B	0,009	1000	0,80
C	0,003	2000	0,42
D	0,001	2000	0,14

**Ilustración 98.** *Clases de estanquidad*

La norma UNE-EN 12237 establece las presiones de los conductos.

El RITE exige, en general, que la estanquidad de una red de conductos sea de la clase B. Las redes de conductos deberán disponer de registros de inspección para la limpieza, según se indica en la norma UNE-ENV 12097. Estos registros deben ser contruidos con gran precisión y dotados de juntas de estanquidad, para no aumentar las fugas de aire.

Todos los sistemas de más de 70 kW de potencia frigorífica dispondrán de un sistema de enfriamiento gratuito.



### 11.8.3 Exigencias de seguridad

En el apartado 1.3.4.1.1 “Condiciones generales” se destacan los siguientes puntos:

- Los generadores de calor y frío dispondrán de un dispositivo que permita detectar la circulación del fluido portador en su interior. El dispositivo será, en general, un interruptor de flujo; se preferirá un presostato diferencial en el caso de equipos con una pérdida de presión relevante, como, por ejemplo, una maquina frigorífica. Quedan excluidos los generadores de calor que, según especificación del fabricante, no requieran una circulación mínima de agua como, por ejemplo, las calderas de elevado contenido de agua. Estos criterios han sido ya comentados en el apartado 1.2.4.1.1.

Todos los tipos de generadores de combustible gaseoso tendrán la certificación de conformidad del RD 1428/1992.

- Los generadores de combustibles líquidos dispondrán de un dispositivo de interrupción del funcionamiento del quemador en caso de retroceso de los productos de la combustión y otro, de rearme manual, que impida que se alcancen temperaturas mayores que la máxima de diseño.

Los generadores de biocombustibles sólidos deberán tener:

- Un dispositivo de interrupción de funcionamiento del sistema de combustión en caso de retroceso de los productos de la combustión.
- Un sistema que evite la propagación del retroceso de la llama hasta el silo de almacenamiento del combustible.

Un dispositivo, de rearme manual, que impida que se alcancen temperaturas mayores que la máxima de diseño.

- Cuando se interrumpa el funcionamiento del sistema de combustión, las bombas de circulación, primarias y secundarias, deberán seguir funcionando hasta tanto se haya eliminado el calor residual. Alternativamente, se podrá emplear un intercambiador de calor que evacue el calor residual al exterior, siendo éste uno de los circuitos secundarios.
- Una válvula de seguridad tarada a 1 bar (0,5 bar sería más acertado) por encima de la presión de trabajo del generador.

Las salas de máquinas son recintos donde se alojan los generadores térmicos y otros equipos auxiliares, así como los accesorios necesarios para su funcionamiento.

Se consideran parte de la sala de máquinas los locales a los que se acceda desde la misma sala, que comuniquen con el resto del edificio o con el exterior.



La clasificación de riesgos (bajo, medio y alto) para las salas de máquinas y almacenes de combustibles está indicada en la tabla 2.1 del DB-SI del CTE, Salas de calderas: el riesgo se establece en función de la potencia

- Riesgo bajo: potencia mayor que 70 kW y menor o igual que 200 kW
- Riesgo medio: potencia mayor que 200 kW y menor o igual que 600 kW
- Riesgo alto: potencia mayor que 600 kW.

Los requisitos mínimos de ventilación de las salas de máquinas están indicados en el RAP (Reglamento de Aparatos a Presión, MIE-AP1 capítulo 5) para los generadores de calor y en el RSF (Reglamento de Seguridad para plantas e instalaciones Frigoríficas, MI IF 007) para generadores de frío. Ambos reglamentos están actualmente en fase de revisión.







# 12. INSTALACIÓN DE PROTECCIÓN CONTRA-INCENDIOS DE LA NAVE INDUSTRIAL Y SALA DE MÁQUINAS

---

**E**N este apartado se procede a la descripción, definición y cálculo de todos los elementos necesarios para un correcto funcionamiento de la instalación contra-incendios.

El objetivo de la instalación contra-incendios es conseguir un grado suficiente de seguridad en caso de incendio en el establecimiento e instalaciones industriales. La presencia del riesgo de incendio en los establecimientos industriales determina la probabilidad de que se desencadenen incendios, generadores de daños y pérdidas para las personas y los patrimonios, que afectan tanto a ellos como a su entorno.

Cuando en un mismo edificio coexistan con la actividad industrial otros usos con distinta titularidad, para los que sea de aplicación del Código Técnico de la Edificación, o una normativa equivalente, los requisitos que deben satisfacer los espacios de uso no industrial serán los exigidos por dicha normativa cuando superen los límites indicados a continuación:

- **Zona comercial:** superficie construida superior a 250 m<sup>2</sup>.
- **Zona administrativa:** superficie construida superior a 250 m<sup>2</sup>.

Las zonas a las que por su superficie sean de aplicación las prescripciones de las referidas normativas deberán constituir un sector de incendios independiente.

Por tanto, en el caso de estudio, la zona de oficinas/administrativa, la cual se compone de 272 metros cuadrados, constituirá un sector independiente de incendios que estará regido por el Código Técnico de la Edificación.

A continuación se describe la instalación de instalación contra-incendios de la nave industrial y de la zona de salas de máquinas. Esta instalación se rige por la normativa *“REAL DECRETO 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales”*.

## 12.1 CARACTERIZACIÓN DEL EDIFICIO INDUSTRIAL

Lo primero que debemos conocer acerca de nuestras instalaciones es el tipo de establecimiento frente al que nos encontramos, para ello se hace uso del ANEXO I “Caracterización de los establecimiento industriales en relación con la seguridad contra incendios”.

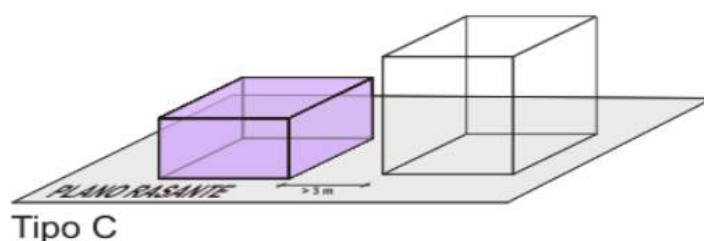
Entendemos por establecimiento, el conjunto de edificios, zona de edificio, instalación o espacio abierto de uso industrial o almacén, según lo establecido en el artículo 2 del mencionado reglamento, es decir, que es



destinado a ser utilizado bajo una titularidad diferenciada y cuyo proyecto de construcción, o reforma, así como el inicio de la actividad prevista, sea objeto de control administrativo.

En un establecimiento industrial debemos caracterizar dos aspectos principales, su configuración y ubicación con relación a su entorno por un lado, y su nivel de riesgo intrínseco por otro.

Atendiendo a las diferentes disposiciones presentadas por el reglamento podemos clasificar la instalación en estudio como **TIPO C**, ya que es un establecimiento industrial que ocupa totalmente un edificio y que está a una distancia mayor de 3 metros del edificio más próximo. Teniendo en cuenta que la distancia mencionada debe estar libre de mercancías combustibles o elementos intermedios susceptibles de propagar el incendio.



**Ilustración 99.** Establecimiento contra-incendios tipo C

El siguiente paso es determinar el riesgo intrínseco de cada sector o área de incendio, para ello se deben conocer las actividades que se realizan en cada zona que se describió en apartados anteriores, empleando la tabla correspondiente de normativa se obtienen los valores necesarios para calcular la densidad de carga de fuego. Posteriormente se obtiene el nivel de riesgo intrínseco, por tabla también.

Se consideran dos sectores de fuego independientes, el primero correspondiente a la zona de nave industrial, donde se realizan los trabajos de producción y almacenaje de material.

SECTOR	ZONA DE INDUSTRIAL	SUPERFICIE (m <sup>2</sup> )	ACTIVIDAD	FABRICACIÓN O ALMACÉN		ALTURA TECHO	% OCUPACIÓN ALMACÉN	R <sub>A</sub>
				q <sub>s</sub> / q <sub>v</sub>	C <sub>i</sub>			
				MJ/m <sup>2</sup>				
1	Zona de maquinaria y producción	4.165,17	Máquinas	200	1,3	NO PROCEDE	NO PROCEDE	1
	Zona de transporte de material	2.679,00	Máquinas	200	1,3	NO PROCEDE	NO PROCEDE	1
	Almacén de bobinas	1.659,54	Cartón embreado	2500	1,6	5	0,7	2
	Almacén de recortes	1.335,13	Cartón	4200	1,6	5	0,7	1,5
	Almacén de clichés y troqueles	446,81	Pegamentos incombustibles	3400	1,6	5	0,7	2
	Almacen de producto terminado	1.773,66	Cartón ondulado	1300	1,6	5	0,7	2
	DENSIDAD DE CARGA DE FUEGO, PONDERADA Y CORREGIDA DEL SECTOR 1 ( Q <sub>s</sub> )						12.908,67	MJ/m <sup>2</sup>

**Ilustración 100.** Sectorización 1 – Nave industrial

La segunda zona de sectorización independiente es la correspondiente al conjunto de salas de máquinas y talleres mecánicos.



SECTOR	ZONA DE INDUSTRIAL	SUPERFICIE (m <sup>2</sup> )	ACTIVIDAD	FABRICACIÓN O ALMACÉN		ALTURA TECHO	% OCUPACIÓN ALMACÉN	R <sub>A</sub>
				q <sub>s</sub> / q <sub>v</sub>	C <sub>i</sub>			
				MJ/m <sup>2</sup>				
2	Taller mecánico y de máquina montadora	163,5	taller de reparacion	400	1,3	NO PROCEDE		1
	Almacen de recambios	74,5	Aparatos eléctricos	400	1,6	5	0,7	1
	Sala de calderas	108,5	máquinas	200	1,3	NO PROCEDE	NO PROCEDE	1
	Sala de compresores	111	máquinas	200	1,3	NO PROCEDE	NO PROCEDE	1
	Cocina de colas	104	Pegamentos combustibles	1000	1,3	NO PROCEDE	NO PROCEDE	1,5
	Sala de recortes	186	máquinas	200	1,3	NO PROCEDE	NO PROCEDE	1
	DENSIDAD DE CARGA DE FUEGO, PONDERADA Y CORREGIDA DEL SECTOR 2 ( q <sub>s</sub> )					657,97		MJ/m <sup>2</sup>

**Ilustración 101.** Sectorización 2 - Sala máquinas.

Cabe destacar que las zonas como pasillos zonas de paso de maquinaria, aseos del personal, etc. No se han considerado, ya que no aportan carga de fuego al incendio. Antes de describir los requisitos constructivos del edificio industrial debemos conocer que la elección de sectores elegida cumple con las exigencias de superficie permitidas por el reglamento dada la carga de fuego calculada.

SECTOR	CARGA DE FUEGO (MJ/m <sup>2</sup> )	NIVEL DE RIESGO	SUPERFICIE MAXIMA ADMITIDA	SUPERFICIE SECTOR	¿SE ACEPTA?
1	12.908,67	<b>ALTO 7</b>	2.500	12.059	CUMPLE (4)
2	657,97	<b>BAJO 2</b>	6.000	748	CUMPLE

**Ilustración 102.** Nivel de riesgo y superficie máxima permitida de los sectores.

Tal como se aprecia en la tabla anterior, el sector 1, supera la superficie máxima admitida por reglamento, pero haciendo uso de la nota 4 de la tabla que marca las superficies máximas tenemos, “(4) En configuraciones de tipo C, si la actividad lo requiere, el sector de incendios puede tener cualquier superficie, siempre que todo el sector cuente con una instalación fija automática de extinción y la distancia a límites de parcelas con posibilidad de edificar en ellas sea superior a 10 m.”

Dado que nos encontramos frente a una instalación tipo C, donde la actividad requiere que los almacenes sean abiertos sin separación física y por lo tanto que todo el espacio de la nave constituye un único espacio, no se puede sectorizar y la superficie es aceptable si se instala una instalación fija automática de extinción.



## 12.2 REQUISITOS CONSTRUCTIVOS DEL EDIFICIO INDUSTRIAL

El Anexo II del Reglamento de protección contra-incendios establece “Requisitos constructivos de los establecimientos industriales según su configuración, ubicación y nivel de riesgo intrínseco”.

### 12.2.1 Exigencias de seguridad

- **Fachadas accesibles:** Tanto el planeamiento urbanístico como las condiciones de diseño y construcción de los edificios, en particular el entorno inmediato, sus accesos, sus huecos en fachada, etc., deben posibilitar y facilitar la intervención de los servicios de extinción de incendios.

Una fachada será considerada accesible cuando cumpla los siguientes requisitos:

- Facilitar el acceso a cada una de las plantas del edificio, de forma que la altura del alféizar respecto del nivel de la planta a la que accede no sea mayor que 1,20 m.
  - Sus dimensiones horizontal y vertical deben ser al menos 0,80 m y 1,20 m, respectivamente. La distancia máxima entre los ejes verticales de dos huecos consecutivos no debe exceder de 25 m, medida sobre la fachada.
  - No se deben instalar en fachada elementos que impidan o dificulten la accesibilidad al interior del edificio a través de dichos huecos, a excepción de los elementos de seguridad situados en los huecos de las plantas cuya altura de evacuación no exceda de nueve m.
- **Condiciones del entorno de los edificios:** Los edificios con una altura de evacuación descendente mayor que nueve m deben disponer de un espacio de maniobra apto para el paso de vehículos, que cumpla las siguientes condiciones a lo largo de las fachadas accesibles:
    - Anchura mínima libre: 6 m.
    - Altura libre: la del edificio.
    - Separación máxima del edificio: 10 m.
    - Distancia máxima hasta cualquier acceso principal al edificio: 30 m.
    - Pendiente máxima: 10 por ciento.
    - Capacidad portante del suelo: 2000 kp/m<sup>2</sup>.
    - Resistencia al punzonamiento del suelo: 10 t sobre 20 cm.

La condición referida al punzonamiento debe cumplirse en las tapas de registro de las canalizaciones de servicios públicos, sitas en este espacio, cuando sus dimensiones fueran mayores que 0,15 m x 0,15 m, y deberán ceñirse a las especificaciones de la norma UNE-EN 124:1995.

- **Condiciones de aproximación de edificios:** Los viales de aproximación hasta las fachadas accesibles de los establecimientos industriales, así como los espacios de maniobra a los que se refiere el apartado anterior, deben cumplir las condiciones siguientes:



- Anchura mínima libre: 5 m.
- Altura mínima libre o gálibo: 4,50 m.
- Capacidad portante del vial: 2000 kp/m<sup>2</sup>.

En los tramos curvos, el carril de rodadura debe quedar delimitado por la traza de una corona circular cuyos radios mínimos deben ser 5,30 m y 12, 50 m, con una anchura libre para circulación de 7,20 m.

- **Estructura portante:** Se entenderá por estructura portante de un edificio la constituida por los siguientes elementos: forjados, vigas, soportes y estructura principal y secundaria de cubierta.
- **Estructura principal de cubierta y sus soportes:** Se entenderá por estructura principal de cubierta y sus soportes la constituida por la estructura de cubierta propiamente dicha (dintel, cercha) y los soportes que tengan como función única sustentarla, incluidos aquellos que, en su caso, soporten además una grúa.

A estos efectos, los elementos estructurales secundarios, por ejemplo, correas de cubierta, no serán considerados parte constituyente de la estructura principal de cubierta.

- **Cubierta ligera:** Se calificará como ligera toda cubierta cuyo peso propio no exceda de 100 kg/m<sup>2</sup>.

## 12.2.2 Estabilidad al fuego de los elementos constructivos portantes

Las exigencias de comportamiento ante el fuego de un elemento constructivo portante se definen por el tiempo en minutos, durante el que dicho elemento debe mantener la estabilidad mecánica (o capacidad portante) en el ensayo normalizado conforme a la norma correspondiente de las incluidas en la Decisión 2000/367/CE de la Comisión, de 3 de mayo de 2000, modificada por la Decisión 2003/629/CE de la Comisión.

En los establecimientos industriales de una sola planta, o con zonas administrativas en más de una planta pero compartimentadas del uso industrial según su reglamentación específica, situados en edificios de tipo C, separados al menos 10 m de límites de parcelas con posibilidad de edificar en ellas, ***no será necesario justificar la estabilidad al fuego de la estructura.***

## 12.2.3 Resistencia al fuego de elementos constructivos de cerramiento

La resistencia al fuego de los elementos constructivos delimitadores de un sector de incendio respecto de otros no será inferior a la estabilidad al fuego exigida por normativa, para los elementos constructivos con función portante en dicho sector de incendio. Para el caso en estudio, el sector 1 tendrá un R 90 (EF-90) y el sector 2, R 30 (EF-30).



SECTOR	TIPO ESTABLECIMIENTO	NIVEL DE RIESGO	RESISTENCIA AL FUEGO DE ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS DE CERRAMIENTO
1	C	ALTO 7	R 90 (EF-90)
2	C	BAJO 2	R 30 (EF-30)

**Ilustración 103.** Resistencia al fuego de elementos constructivos de cerramiento.

Las puertas de paso entre dos sectores de incendio tendrán una resistencia al fuego, al menos, igual a la mitad de la exigida al elemento que separe ambos sectores de incendio, o bien a la cuarta parte de aquella cuando el paso se realice a través de un vestíbulo previo.

## 12.2.4 Evacuación de los establecimientos industriales

Para la aplicación de las exigencias relativas a la evacuación de los establecimientos industriales, se determinará su ocupación, P.

De manera que en el sector 1 habrá aproximadamente 25 personas, aplicando normativa se tiene que la ocupación es de 28 personas a efectos de evacuar la instalación.

Para el sector 2 se tiene un número de personas que ocupan el sector de incendios de 40 personas, que tras aplicar normativa, a efectos de evacuar la instalación se tiene una ocupación de 44 personas.

La evacuación de los establecimientos industriales que estén ubicados en edificios de tipo C (según el anexo I) debe satisfacer las condiciones expuestas a continuación. La referencia en su caso a los artículos que se citan de la Norma básica de la edificación: condiciones de protección contra incendios en los edificios se entenderá a los efectos de definiciones, características generales, cálculo, etc., cuando no se concreten valores o condiciones específicas.

Hay que cumplir el código Técnico de la Edificación (CTE), Documento Básico Seguridad en caso de Incendio (SI), capítulo 3, “Número de salidas y longitud de los recorridos”.

- **Número y disposición de las salidas.**

De acuerdo con el CTE DB SI, capítulo 3, “Número de salidas y longitud de los recorridos”. La longitud de los recorridos de evacuación hasta alguna salida de planta no exceden los 50 metros. Los establecimientos industriales clasificados, de acuerdo con el anexo I del RSCIEI, como de riesgo intrínseco alto deberán disponer de dos salidas alternativas.

- **Disposición de escaleras y aparatos elevadores:**

De acuerdo con el CTE DB SI, capítulo 3, apartado 5 “Protección de las escaleras”. La altura de evacuación de la escalera según el número de personas a las que sirve en el conjunto de plantas para escaleras de evacuación descendente la altura debe ser menor de 10 metros, lo cual se cumple sin problema.



- **Dimensionamiento y características de salidas, pasillos, puertas y escaleras:**

De acuerdo con el CTE DB SI, capítulo 3, apartado 4 “Dimensionado de los medios de evacuación”. Cuando en un recinto, en una planta o en el edificio deba existir más de una salida, la distribución de los ocupantes entre ellas a efectos de cálculo debe hacerse suponiendo inutilizada una de ellas, bajo la hipótesis más desfavorable.

Para el caso de escaleras protegidas la anchura mínima será 0,80 metros en escaleras previstas para 10 personas y estas sean usuarios habituales de la misma. Para zonas de mayor ocupación la anchura mínima será de 1 metros permitiendo en evacuación descendente una capacidad de evacuación de 160 personas.

La anchura de cálculo de una puerta de salida del recinto de una escalera protegida a la salida del edificio deber ser al menos igual al 80 % de la anchura de cálculo de la escalera. Es decir, para nuestro caso, en el caso más desfavorable la anchura de cálculo debe ser de 0,80 metros.

Las puertas previstas como salida de planta o de edificio y las previstas para la evacuación de más de 50 personas serán abatibles con eje de giro vertical y su sistema de cierre, o bien no actuará mientras haya actividad en las zonas a evacuar, o bien consistirá en un dispositivo de fácil y rápida apertura desde el lado del cual provenga dicha evacuación, sin tener que utilizar una llave y sin tener que actuar sobre más de un mecanismo. La puerta abrirá en el sentido de la evacuación.

La anchura de los pasillos no será inferior a 0,80 metros, previstos para 10 personas usuarios habituales, y de 1,05 en los casos más desfavorables.

- **Señalización e iluminación**

Se utilizarán las señales de evacuación, definidas en la norma UNE 23034:1988, conforme a los siguientes criterios:

- Las salidas de recinto, planta o edificio tendrán una señal con el rótulo “**SALIDA**”, que sean fácilmente visibles desde todo punto de dichos recintos y los ocupantes estén familiarizados con el edificio.
- La señal con el rótulo “**Salida de emergencia**” debe utilizarse en toda salida prevista para uso exclusivo en caso de emergencia.
- Deben disponerse señales indicativas de dirección de los recorridos, visibles desde todo origen de evacuación desde el que no se perciban directamente las salidas o sus señales indicativas y, en particular, frente a toda salida de un recinto con ocupación mayor que 100 personas que acceda lateralmente a un pasillo.
- En los puntos de los recorridos de evacuación en los que existan alternativas que puedan inducir a error, también se dispondrán las señales antes citadas, de forma tal que quede claramente indicada



la alternativa correcta. Tal es el caso de determinados cruces o bifurcaciones de pasillos, así como de aquellas escaleras que, en la planta de salida del edificio, continúen su trazado hacia plantas más bajas, etc.

- En dichos recorridos, junto a las puertas que no sean salida y que puedan inducir a error en la evacuación debe disponerse la señal con el rótulo “*Sin salida*” en lugar fácilmente visible pero en ningún caso sobre las hojas de las puertas.
- Las señales se dispondrán de forma coherente con la asignación de ocupantes que se pretenda hacer a cada salida. Las señales deben ser visibles incluso en caso de fallo en el suministro al alumbrado normal. Cuando sean foto luminiscentes, sus características de emisión luminosa debe cumplir lo establecido en la norma UNE 23035-4:2003

### 12.2.5 Ventilación y eliminación de humos

La eliminación de los humos y gases de la combustión, y, con ellos, del calor generado, de los espacios ocupados por sectores de incendio de establecimientos industriales debe realizarse de acuerdo con la tipología del edificio en relación con las características que determinan el movimiento del humo.

Debemos disponer de ventilación para eliminación de humos, dado que en el caso de estudio el sector 1, tiene en sus zonas de producción, riesgo intrínseco alto y superficie construida  $>1000 \text{ m}^2$ . Y en las zonas de almacenaje superficie construida  $> 800 \text{ m}^2$ .

La ventilación será natural a no ser que la ubicación del sector lo impida; en tal caso, podrá ser forzada. Los huecos se dispondrán uniformemente repartidos en la parte alta del sector, ya sea en zonas altas de fachada o cubierta.

Los huecos deberán ser practicables de manera manual o automática. Deberá disponerse, además, de huecos para entrada de aire en la parte baja del sector, en la misma proporción de superficie requerida para los de salida de humos, y se podrán computar los huecos de las puertas de acceso al sector. El diseño y ejecución de los sistemas de control de humos y calor se realizará de acuerdo a lo especificado en la norma UNE-23 585.



## **12.3 REQUISITOS DE LAS INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CONTRA-INCENDIOS DEL EDIFICIO INDUSTRIAL**

En este apartado se describen todos los aparatos, equipos, sistemas y componentes de las instalaciones de protección contra incendios de los establecimientos industriales, así como el diseño, la ejecución, la puesta en funcionamiento y el mantenimiento de sus instalaciones.

### **12.3.1 Sistemas automáticos de detección y manuales de alarma de incendio**

La instalación estudiada, consta de 2 sectores, la instalación de sistemas automáticos de detección de incendios en cada sector se justifica debido a que el sector 1, con configuración tipo C y riesgo intrínseco alto, superficie construida mayor de 2.000 m<sup>2</sup> para las zonas de producción y 800 m<sup>2</sup> para las zonas de almacenaje. Por lo tanto, deberá de disponer de sistemas automáticos de detección de incendios. Además debe disponer de sistemas manuales de detección de incendio al tener una superficie mayor de 1.000 m<sup>2</sup> en producción y 800 m<sup>2</sup>, en almacenaje.

Los sistemas manuales de alarma de incendio, constan de un pulsador junto a cada salida de evacuación del sector de incendio, y la distancia máxima a recorrer desde cualquier punto hasta alcanzar un pulsador no debe ser mayor de 25 m.

Por otro lado, el sector 2, al ser riesgo bajo, no es obligatorio instalar sistemas automáticos de detección de incendios ni sistemas manuales de alarma.

### **12.3.2 Sistemas de comunicación de alarma**

Se instalan sistemas de comunicación de alarma en todos los sectores de incendios con una superficie construida mayor de 10.000 m<sup>2</sup>, este es el caso del sector 1.

La señal acústica transmitida por el sistema de comunicación de alarma de incendio permitirá diferenciar si se trata de una alarma por "emergencia parcial" o por "emergencia general", y será preferente el uso de un sistema de megafonía.

### **12.3.3 Sistemas de boca de incendios equipadas e hidrantes**

Se instalan sistemas de abastecimiento agua contra incendios (red de agua contra incendios), cuando sea necesario para dar servicio en las condiciones de caudal, presión y reserva a los sistemas de lucha contra incendios tales como, Red de bocas de incendio equipadas, de hidrantes exteriores, de rociadores automáticos, agua pulverizada o espuma. Cuando coexistan en una instalación varios sistemas, el caudal de agua se calculará considerando la simultaneidad de operación mínima establecida.



En el caso en estudio, para el sector 1, se requiere de red de hidrantes exteriores, al ser tipo C, con riesgo alto y superficie del sector mayor a 3.500 m<sup>2</sup>. Para el sector 2, con riesgo bajo, no es necesaria la instalación de estos equipos.

Los requerimientos de caudal para el sector 1 son de 2.000 litros por segundo y con una autonomía de 90 m. Con una presión mínima de 5 bares cuando se estén descargando los caudales indicados.

El número de hidrantes exteriores que deben instalarse se determinará haciendo que se cumplan las condiciones siguientes:

- La zona protegida por cada uno de ellos es la cubierta por un radio de 40 m, medidos horizontalmente desde el emplazamiento del hidrante.
- Al menos uno de los hidrantes (situado, a ser posible, en la entrada) deberá tener una salida de 100 mm.
- La distancia entre el emplazamiento de cada hidrante y el límite exterior del edificio o zona protegidos, medida perpendicularmente a la fachada, debe ser al menos de 5 m. Si existen viales que dificulten cumplir con estas distancias, se justificarán las realmente adoptadas.
- Cuando, por razones de ubicación, las condiciones locales no permitan la realización de la instalación de hidrantes exteriores deberá justificarse razonada y fehacientemente.

Por otro lado, el sector 1, requerirá de instalación de sistemas de boca de incendios equipadas, dado que su nivel de riesgo es alto y su superficie total construida es mayor a 500 metros cuadrados. El tipo de BIE a instalar será DN 45 MM, con simultaneidad 3 y tiempo de autonomía de 90 minutos.

#### **12.3.4 Extintores de incendio**

En todos los sectores de incendio deberá haber instalados extintores portátiles. Dado que el grado de riesgo intrínseco del sector de incendio es alto, la eficacia mínima del extintor será de 34 A, con un área máxima protegida del sector de incendio de hasta 300 m<sup>2</sup>. Con un extintor más por cada 200 metros cuadrados, lo que nos proporciona un total de 60 extintores repartidos por todo el sector 1.

Para el sector 2, con grado de riesgo intrínseco del sector de incendio bajo, la eficacia mínima del extintor será de 21 A y con un área máxima protegida del sector de incendio de hasta 600 m<sup>2</sup>. Por lo tanto serán necesarios 2 extintores para dicha zona.



### **12.3.5 Sistemas de rociadores automáticos de agua**

En el caso en estudio, para el sector 1, se requiere de red de hidrantes exteriores, al ser tipo C, con riesgo alto y superficie del sector mayor a 2.000 m<sup>2</sup>, para la zona de producción y de 800 metros cuadrados para la zona de almacenamiento deberá instalarse rociadores automáticos de agua. Para el sector 2, con riesgo bajo, no es necesaria la instalación de estos equipos.

### **12.3.6 Sistema de alumbrado de emergencia**

Contarán con una instalación de alumbrado de emergencia de las vías de evacuación los sectores de incendio de los edificios industriales cuando:

- Estén situados en planta bajo rasante.
- Estén situados en cualquier planta sobre rasante, cuando la ocupación, P, sea igual o mayor de 10 personas y sean de riesgo intrínseco medio o alto.
- En cualquier caso, cuando la ocupación, P, sea igual o mayor de 25 personas.

### **12.3.7 Señalización**

Se procederá a la señalización de las salidas de uso habitual o de emergencia, así como la de los medios de protección contra incendios de utilización manual, cuando no sean fácilmente localizables desde algún punto de la zona protegida, teniendo en cuenta lo dispuesto en el Reglamento de señalización de los centros de trabajo, aprobado por el Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.



### 12.3.8 Resumen de las instalación PCI a implementar en cada sector

INSTALACIÓN	<b>SECTOR 1</b>	<b>SECTOR 2</b>	JUSTIFICACIÓN DE LA OBLIGATORIEDAD
	TIPO C ALTO 7 PROD = 6.844 m <sup>2</sup> ALM = 5.215 m <sup>2</sup> S = 12.059 m <sup>2</sup>	TIPO C BAJO 1 PROD = 673,5 m <sup>2</sup> ALM = 74,5 m <sup>2</sup> S = 748 m <sup>2</sup>	
SISTEMA AUTOMÁTICO DE DETECCIÓN DE INCENDIOS	OBLIGATORIO	NO	PRODUCCIÓN: TIPO C, RIESGO ALTO y S > 2.000 m <sup>2</sup> ALMACENAMIENTO: TIPO C, RIESGO ALTO y S > 800 m <sup>2</sup>
SISTEMA MANUAL DE ALARMA DE INCENDIOS	OBLIGATORIO	NO	PRODUCCIÓN: S > 1.000 m <sup>2</sup> ALMACENAMIENTO: S > 800 m <sup>2</sup>
SISTEMA DE COMUNICACIÓN DE ALARMA	OBLIGATORIO	NO	SUPERFICIE TOTAL SECTOR: S > 10.000 m <sup>2</sup>
ABASTECIMIENTO DE AGUA CONTRA INCENDIOS	OBLIGATORIO	NO	SI EXISTE RED DE BIE, HIDRANTES EXTERIORES, ROCIADORES AUTOMÁTICOS O AGUA PULVERIZADA
HIDRANTES EXTERIORES	OBLIGATORIO	NO	OBLIGATORIO SI: TIPO C, RIESGO ALTO y S > 3.500 m <sup>2</sup> CAUDAL = 2.000 l/min Y AUTONOMIA DE 90 m
EXTINTORES DE INCENDIO	OBLIGATORIO	OBLIGATORIO	OBLIGATORIOS EN TODOS LOS SECTORES DE INCENDIO
BOCA DE INCEDIOS EQUIPADAS BIE	OBLIGATORIO	NO	OBLIGATORIOS SI: TIPO C, RIESGO ALTO y S > 500 m <sup>2</sup> TIPO DE BIE = DN 45 mm / SIMULTANEIDAD 3 / 90 m AUTONOMIA
ROCIADORES AUTOMÁTICOS DE AGUA	OBLIGATORIO	NO	PRODUCCIÓN: TIPO C, RIESGO ALTO y S > 2.000 m <sup>2</sup> ALMACENAMIENTO: TIPO C, RIESGO ALTO y S > 1.000 m <sup>2</sup>
ALUMBRADO DE EMERGENCIA	OBLIGATORIO	OBLIGATORIO	VÍAS DE EVACUACIÓN DE LOS SECTORES, CON RIESGO ALTO Y MÁS DE 10 PERSONAS
SEÑALIZACIÓN	OBLIGATORIO	OBLIGATORIO	TODAS LAS SALIDAS DE USO HABITUAL O SALIDAS DE EMERGENCIA, ASÍ COMO LOS MEDIOS DE PCI

**Ilustración 104.** Resumen de las instalaciones PCI a implementar en cada sector



# 13. INSTALACIÓN DE PROTECCIÓN CONTRA-INCENDIOS DE ZONA DE OFICINAS

EN este apartado se procede a la descripción, definición y cálculo de todos los elementos necesarios para un correcto funcionamiento de la instalación contra-incendios de la zona de oficinas, que es tratada como zona administrativa, y tal como se comentó en el apartado anterior, el Reglamento de Protección contra incendios, donde se describió que la instalación de PCI de las zonas de oficinas se rige por el Código Técnico de la Edificación, Documento Básico de Seguridad en caso de Incendio.

El Documento Básico (DB) mencionado tiene por objeto establecer reglas y procedimientos que permiten cumplir las exigencias básicas de seguridad en caso de incendio. Las secciones de este DB se corresponden con las exigencias básicas SI 1 a SI 6. La correcta aplicación de cada Sección supone el cumplimiento de la exigencia básica correspondiente. La correcta aplicación del conjunto del DB supone que se satisface el requisito básico "Seguridad en caso de incendio".

## 13.1 SI 1 – Propagación Interior.

En lo referente a la compartimentación en sectores de incendio, se obtiene que se considere un único sector de incendio toda la zona de oficinas, dado que la superficie de la zona no supera los 500 m<sup>2</sup>. La resistencia al fuego de las paredes, techos y puertas que limitan sectores de incendio son, EI 90, y las puertas de paso entre sectores de incendio, EI<sub>2</sub> tC5.

La compartimentación contra incendios de los espacios ocupables debe tener continuidad en los espacios ocultos, tales como patinillos, cámaras, falsos techos, suelos elevados, etc., salvo cuando éstos estén compartimentados respecto de los primeros al menos con la misma resistencia al fuego, pudiendo reducirse ésta a la mitad en los registros para mantenimiento.

Los elementos constructivos deben cumplir las condiciones de reacción al fuego, mostrados en la siguiente tabla.

**Tabla 46** – Clases de reacción al fuego de los elementos constructivos

SITUACIÓN DEL ELEMENTO	TECHOS / PAREDES	SUELOS
ZONAS OCUPABLES	C-s2,d0	E <sub>FL</sub>
PASILLO Y ESCALERAS PROTEGIDOS	B-s1,d0	C <sub>FL</sub> -s1
APARCAMIENTO Y RECINTO DE RIESGO ESPECIAL	B-s1,d0	B <sub>FL</sub> -s1
ESPACIO OCULTO NO ESTANCOS	B-s3,d0	B <sub>FL</sub> -s2



### **13.2 SI 2 – Propagación Exterior.**

Las medianerías o muros colindantes con otro edificio deber ser al menos EI 120.

Con el fin de limitar el riesgo de propagación exterior horizontal del incendio a través de la fachada entre dos sectores de incendio, entre una zona de riesgo especial alto y otras zonas o hacia una escalera o pasillo protegido desde otras zonas, los puntos de ambas fachadas que no sean al menos EI 60 deben estar separados la distancia  $d$  en proyección horizontal que se indica a continuación, como mínimo.

Con el fin de limitar el riesgo de propagación exterior del incendio por la cubierta, ya sea entre dos edificios colindantes, ya sea en un mismo edificio, esta tendrá una resistencia al fuego EI 60, como mínimo, en una franja de 0,50 m de anchura medida desde el edificio colindante, así como en una franja de 1,00 m de anchura situada sobre el encuentro con la cubierta de todo elemento compartimentado de un sector de incendio o de un local de riesgo especial alto. Como alternativa a la condición anterior puede optarse por prolongar la medianería o el elemento compartimentador 0,60 m por encima del acabado de la cubierta.

### **13.3 SI 3 – Evacuación de ocupantes.**

Para calcular la ocupación de las zonas se tienen que tener algunas consideraciones, dado que no nos encontramos en un establecimiento de pública concurrencia donde exista una gran ocupación, ni los pasillos tampoco suman ocupación, ya que están destinados al paso de los trabajadores, la ocupación se calcula en base a la superficie útil, tomando, el 60 % de la superficie construida.

De esta manera, la superficie estimada de la zona de uso administrativo (Oficinas), tomando  $10 \text{ m}^2$ , por persona para las zonas de oficinas, con lo que se tiene una ocupación de 28 personas por planta.

Para dimensionar los medios de evacuación hay que tener en cuenta que Cuando en un recinto, en una planta o en el edificio deba existir más de una salida, la distribución de los ocupantes entre ellas a efectos de cálculo debe hacerse suponiendo inutilizada una de ellas, bajo la hipótesis más desfavorable.

La anchura de toda hoja de puerta no debe ser menor que 0,60 m, ni exceder de 1,20 m. Los pasillos y rampas deben tener una anchura mayor de 1 metros de ancho. Las escaleras no protegidas para evacuación descendente deben tener una anchura mínima de 0,80 metros.

Las puertas previstas como salida de planta o de edificio y las previstas para la evacuación de más de 50 personas serán abatibles con eje de giro vertical y su sistema de cierre, o bien no actuará mientras haya actividad en las zonas a evacuar, o bien consistirá en un dispositivo de fácil y rápida apertura desde el lado del cual provenga dicha evacuación, sin tener que utilizar una llave y sin tener que actuar sobre más de un mecanismo.



Se considera que satisfacen el anterior requisito funcional los dispositivos de apertura mediante manilla o pulsador conforme a la norma UNE EN 179:1997, cuando se trate de la evacuación de zonas ocupadas por personas que en su mayoría utilicen con frecuencia la puerta considerada, así como, en caso contrario y para puertas con apertura en el sentido de la evacuación conforme al punto 3 siguiente, los de barra horizontal de empuje o de deslizamiento conforme a la norma UNE EN 1125:2003 VC1

La señalización de los medios de evacuación serán las definidas en la norma UNE 23034:1988, conforme a los siguientes criterios:

- Las salidas de recinto, planta o edificio tendrán una señal con el rótulo “SALIDA”, excepto en edificios de uso Residencial Vivienda y, en otros usos, cuando se trate de salidas de recintos cuya superficie no exceda de 50 m<sup>2</sup>, sean fácilmente visibles desde todo punto de dichos recintos y los ocupantes estén familiarizados con el edificio.
- La señal con el rótulo “Salida de emergencia” debe utilizarse en toda salida prevista para uso exclusivo en caso de emergencia.
- Deben disponerse señales indicativas de dirección de los recorridos, visibles desde todo origen de evacuación desde el que no se perciban directamente las salidas o sus señales indicativas y, en particular, frente a toda salida de un recinto con ocupación mayor que 100 personas que acceda lateralmente a un pasillo.
- En los puntos de los recorridos de evacuación en los que existan alternativas que puedan inducir a error, también se dispondrán las señales antes citadas, de forma tal que quede claramente indicada la alternativa correcta. Tal es el caso de determinados cruces o bifurcaciones de pasillos, así como de aquellas escaleras que, en la planta de salida del edificio, continúen su trazado hacia plantas más bajas, etc.
- En dichos recorridos, junto a las puertas que no sean salida y que puedan inducir a error en la evacuación debe disponerse la señal con el rótulo “Sin salida” en lugar fácilmente visible pero en ningún caso sobre las hojas de las puertas.

### **13.4 SI 4 –Instalaciones de protección contra incendios.**

Las instalaciones de protección contra incendios obligatorias para la instalación en estudio son, extintores portátiles con una eficacia de 21A – 113B, a 15 metros de recorrido en cada planta, como máximo, desde todo origen de evacuación.

La señalización de las instalaciones manuales de protección contra incendios está definida mediante la norma UNE 23033-1 cuyo tamaño sea:

- 210 x 210 mm cuando la distancia de observación de la señal no exceda de 10 m.
- 420 x 420 mm cuando la distancia de observación esté comprendida entre 10 y 20 m.
- 594 x 594 mm cuando la distancia de observación esté comprendida entre 20 y 30 m.



Las señales deben ser visibles incluso en caso de fallo en el suministro al alumbrado normal. Cuando sean foto luminiscentes, sus características de emisión luminosa debe cumplir lo establecido en la norma UNE 23035-4:2003.

### **13.5 SI 5 – Intervención de bomberos.**

Los viales de aproximación de los vehículos de bomberos a los espacios de maniobra deben cumplir las condiciones siguientes:

- anchura mínima libre 3,5 m;
- altura mínima libre o gálibo 4,5 m;
- capacidad portante del vial 20 kN/m<sup>2</sup>.

En los tramos curvos, el carril de rodadura debe quedar delimitado por la traza de una corona circular cuyos radios mínimos deben ser 5,30 m y 12,50 m, con una anchura libre para circulación de 7,20 m. La zona edificada dispondrá de dos vías de acceso cada una con anchura mínima de 2,50 m.

### **13.6 SI 6 – Resistencia al fuego de la estructura.**

La elevación de la temperatura que se produce como consecuencia de un incendio en un edificio afecta a su estructura de dos formas diferentes. Por un lado, los materiales ven afectadas sus propiedades, modificándose de forma importante su capacidad mecánica. Por otro, aparecen acciones indirectas como consecuencia de las deformaciones de los elementos, que generalmente dan lugar a tensiones que se suman a las debidas a otras acciones.

Se admite que un elemento tiene suficiente resistencia al fuego si, durante la duración del incendio, el valor de cálculo del efecto de las acciones, en todo instante  $t$ , no supera el valor de la resistencia de dicho elemento. La resistencia al fuego de los elementos estructurales de la instalación en estudio según la zona de riesgo especial integrada en el edificio, será R 90.

Las estructuras de cubiertas ligeras no previstas para ser utilizadas en la evacuación de los ocupantes y cuya altura respecto de la rasante exterior no exceda de 28 m, así como los soportes que únicamente sustenten dichas cubiertas, podrán ser R 30 cuando su fallo no pueda ocasionar daños graves a los edificios o establecimientos próximos, ni comprometer la estabilidad de otras plantas inferiores o la compartimentación de los sectores de incendio. Puede entenderse como ligera aquella cubierta cuya carga permanente no exceda de 1 kN/m<sup>2</sup>.



## **ANEJOS DE CÁLCULO**

---







# ÍNDICE DE ANEJOS

<b>ANEJOS DE CÁLCULO .....</b>	<b>147</b>
<b>ÍNDICE DE ANEJOS.....</b>	<b>149</b>
<b>ANEJO I: CÁLCULO DE MEDIA TENSIÓN .....</b>	<b>151</b>
I.1. CÁLCULO DE LA LÍNEA ENTRE LA SUBESTACIÓN Y C.T. ....	151
I.1.1 DESCRIPCIÓN DEL CABLE ELEGIDO.....	152
I.1.2 CÁLCULOS ELÉCTRICOS JUSTIFICATIVOS.....	152
I.1.3. DATOS TÉCNICOS DEL CABLE (CATÁLOGO) .....	156
I.2. CÁLCULO DE LOS PARÁMETROS PRINCIPALES DEL TRANSFORMADOR .....	157
I.2.1. CÁLCULOS DE LAS INTENSIDADES NOMINALES.....	157
I.2.2. CÁLCULO DE LAS CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO.....	158
I.2.3. DIMENSIONADO DEL EMBARRADO.....	159
I.2.4. HOJA DE CARACTERÍSTICAS DEL TRANSFORMADOR.....	161
I.3. ELECCIÓN DE LAS CELDAS PREFABRICADAS .....	162
I.3.1. NIVEL DE AISLAMIENTO. ....	162
I.3.2. INTENSIDAD DE CORTA DURACIÓN. ....	162
I.3.3. INTENSIDAD NOMINAL. ....	162
I.4. DATOS TÉCNICOS DE LAS CELDAS CGMCOSMOS .....	163
I.4.1. HOJA DE CARACTERÍSTICAS DE LA CELDA DE LÍNEA. ....	164
I.4.2. HOJA DE CARACTERÍSTICAS DE LA CELDA DE PROTECCIÓN.....	165
I.4.3. HOJA DE CARACTERÍSTICAS DE LA CELDA PASANTE (ENTREGA). ....	166
I.4.4. HOJA DE CARACTERÍSTICAS DE LA CELDA DE MEDIDA.....	166
<b>ANEJO II: CÁLCULO DE BAJA TENSIÓN .....</b>	<b>167</b>
II.1. MODOS DE INSTALACIÓN. ....	167
II.2. DIMENSIONAMIENTO DE LAS SECCIONES DE LOS CIRCUITOS .....	168
II.2.1. DESCRIPCIÓN DEL CABLE ELEGIDO. RZ1-K 06/1 kV (AS).....	168
II.2.2. CRITERIO DE CAPACIDAD DE CARGA EN SERVICIO PERMANENTE .....	168
II.2.3. CRITERIO DE CAIDA DE TENSIÓN.....	172
II.2.4. CRITERIO CAPACIDAD DE CARGA EN CORTOCIRCUITO.....	173
II.2.5. RESUMEN DE LAS SECCIONES ELEGIDAS PARA TODOS LOS CIRCUITOS .....	174
II.2.6. DATOS TÉCNICOS DEL CABLE RZ1-K 06/1 kV (CATÁLOGO) .....	175
II.2.7. DATOS TÉCNICOS LAS CANALIZACIONES .....	176
II.3. CRITERIOS PARA LA SELECCIÓN DE LA APARAMENTA .....	178
II.3.1. PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGAS .....	178
II.3.2. PROTECCIÓN CONTRA CORTOCIRCUITOS .....	180
II.3.3. RESUMEN DE LOS CÁLCULOS DE LAS PROTECCIONES.....	182
II.3.4. HOJA DE CARACTERÍSTICAS DE LA APAREMENTA SELECCIONADA .....	183
II.4. DISEÑO DE LA ILUMINACIÓN INTERIOR Y EXTERIOR.....	195
II.4.1. LUMINARIAS SELECCIONADAS .....	195
II.4.2. INFORME DIALUX - ZONA DE OFICINAS PLANTA BAJA.....	200
II.4.3. INFORME DIALUX - ZONA DE OFICINAS PLANTA ALTA.....	215
II.4.4. INFORME DIALUX - ZONA DE COMERDOR FÁBRICA.....	234
II.4.5. INFORME DIALUX - ZONA DE SALAS DE MÁQUINAS .....	243
II.4.6. INFORME DIALUX - ZONA DE NAVE DE PRODUCCIÓN .....	257
II.4.7. INFORME DIALUX - ILUMINACIÓN EXTERIOR .....	260
II.5. CÁLCULO DE LAS INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO.....	265
II.5.1. CÁLCULO DE LAS IMPEDANCIAS.....	267
II.5.2. CÁLCULO DE LAS INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO .....	270
II.5.3. RESUMEN DE LAS INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO EN JdB.....	271



<b>ANEJO III: CÁLCULO DE LA CLIMATIZACIÓN Y VENTILACIÓN .....</b>	<b>273</b>
III.1. CONDICIONES INTERIORES Y EXTERIORES DE PROYECTO .....	273
III.2. CÁLCULO DE LAS CARGAS TÉRMICAS .....	277
III.2.1. CALOR SENSIBLE A1 - CALOR DEBIDO A RADIACIÓN POR VENTANAS .....	277
III.2.2. CALOR SENSIBLE A2 – PAREDES Y TECHOS EXTERIORES .....	279
III.2.3. CALOR SENSIBLE A3 – PAREDES Y TECHOS NO EXTERIORES .....	282
III.2.4. CALOR SENSIBLE A4 – INFILTRACIONES DE AIRE EXTERIOR .....	282
III.2.5. CALOR SENSIBLE A5 – GENERADO POR LAS PERSONAS DEL LOCAL .....	284
III.2.6. CALOR SENSIBLE A6 – GENERADO POR LA ILUMINACIÓN DEL LOCAL .....	285
III.2.7. CALOR SENSIBLE A7 – GENERADO POR EQUIPOS O MÁQUINAS .....	286
III.2.8. CALOR SENSIBLE A8 – AIRE DE VENTILACIÓN .....	287
III.2.9. CALOR LATENTE B1 – AIRE DE INFILTRACIONES .....	289
III.2.10. CALOR LATENTE B2 – GENERADO POR LAS PERSONAS DEL LOCAL .....	290
III.2.11. CALOR LATENTE B3 – GENERADO POR EQUIPOS Y OTRAS MÁQUINAS .....	290
III.2.12. CALOR LATENTE B4 – GENERADO AIRE DE VENTILACIÓN .....	291
III.2.12. RESUMEN DE LAS CARGAS TÉRMICAS .....	292
III.3. CICLO DE ACONDICIONAMIENTO DEL AIRE .....	293
III.4. DIMENSIONADO DEL EQUIPO DE ACONDICIONAMIENTO DE AIRE .....	295
<b>ANEJO IV: CÁLCULO DE LA PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS .....</b>	<b>301</b>
IV.1. CÁLCULO DE LA CARGA DE FUEGO .....	301
IV.2. CÁLCULO DEL NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO .....	304
IV.3. CÁLCULO LOS REQUISITOS CONSTRUCTIVOS .....	306
IV.4. CÁLCULO DE LOS REQUISITOS DE LAS INSTALACIONES PCI .....	307
IV.5. RESUMEN DE LAS INSTALACIONES A INSTALAR .....	309



# ANEJO I: CÁLCULO DE MEDIA TENSIÓN

EN este apartado se procede a la descripción de los procedimientos de cálculo empleados para realizar el diseño de la instalación de media tensión, que comprende, la línea subterránea de media tensión entre la subestación eléctrica y el centro de transformación, y por otro lado, la descripción completa de los procedimientos seguidos para la selección de los cables, el transformador y las celdas, además, del resto de equipos y elementos auxiliares necesarios para el centro de transformación.

Comenzamos explicando el método de cálculo seguido para definir, elegir y demostrar que la sección seleccionada para la línea de media tensión que une la subestación y el CT, cumple con los requisitos técnicos y de seguridad establecidos en normativa vigente.

## I.1. CÁLCULO DE LA LÍNEA ENTRE LA SUBESTACIÓN Y C.T.

Antes de comenzar con los cálculos hay que definir algunos parámetros del terreno que nos afectan en dichos cálculos, dado que la línea es subterránea. El terreno del término municipal de Pozoblanco está catalogado como suelo ácido y seco, por lo tanto se tomara un calor de resistividad térmica de 1 k-m/W.

Resistividad térmica del terreno (K.m/W)	Naturaleza del terreno y grado de humedad
0,40	Inundado
0,50	Muy húmedo
0,70	Húmedo
0,85	Poco húmedo
1,00	Seco
1,20	Arcilloso muy seco
1,50	Arenoso muy seco
2,00	De piedra arenisca
2,50	De piedra caliza
3,00	De piedra granítica

**Ilustración 105.** Resistividad del terreno según naturaleza y grado de humedad

Por otro lado, existen algunos otros parámetros que afectar a la capacidad del cable, estos parámetros se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla 47 -** Condiciones de la instalación de la acometida

CONDICIONES INSTALACIÓN - ACOMETIDA		
TIPO INSTALACIÓN	3 CABLES UNIPOLARES	
AISLAMIENTO	XLPE	
CONFIGURACIÓN	ENTERRADO BAJO TUBO	
PROFUNDIDAD	0,9	METROS
Tª TERRENO	30	°C
RESISTIVIDAD TERRENO	1	Km/W



### I.1.1 DESCRIPCIÓN DEL CABLE ELEGIDO

Para realizar la conexión eléctrica entre el centro de seccionamiento-distribución y los centros de transformación, se utilizarán conductores unipolares de aluminio de 1x240 mm<sup>2</sup> con nivel de aislamiento de 12/20 KV. El aislamiento de dichos conductores será de XLPE donde la cubierta exterior es de PVC y de color rojo.

A continuación se procede a justificar la sección del conductor elegido.

### I.1.2 CÁLCULOS ELÉCTRICOS JUSTIFICATIVOS

A efectos de determinar la intensidad máxima admisible, la normativa considera una instalación tipo con cables de aislamiento seco hasta 18/30 kV, formada por un terno de cables unipolares directamente enterrado en toda su longitud a 1 metros de profundidad, medido hasta la parte superior del cable, en un terreno de resistividad térmica media de 1,5 k·m/W, con una temperatura ambiente del terreno a dicha profundidad de 25 grados y con una temperatura del aire ambiente de 40 °C.

- Intensidad máxima admisible por cable

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U}$$

Donde:

<i>I</i>	<i>Intensidad que debe soportar el cable [A]</i>
<i>S</i>	<i>Potencia aparente del centro de transformación [kVA]</i>
<i>U</i>	<i>Tensión de la red de media tensión [V]</i>

La intensidad máxima admisible para un cable de 240 mm<sup>2</sup>, en XLPE y de Aluminio es de 320 A.

Sección (mm <sup>2</sup> )	EPR		XLPE		HEPR	
	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al
25	115	90	120	90	125	95
35	135	105	145	110	150	115
50	160	125	170	130	180	135
70	200	155	205	160	220	170
95	235	185	245	190	260	200
120	270	210	280	215	295	230
150	305	235	315	245	330	255
185	345	270	355	280	375	290
240	400	310	415	320	440	345
300	450	355	460	365	500	390
400	510	405	520	415	565	450

**Ilustración 106.** Intensidades máximas admisibles en servicio permanente y con corriente alterna. Cables unipolares aislados de hasta 18/30 V bajo tubo



Los factores de corrección aplicables dado que las condiciones de instalación de nuestro caso en estudio son diferentes de la instalación tipo que propone normativa son los extraídos de las tablas que se muestran a continuación:

- Por diferente temperatura del terreno (30°C): 0,94
- Por diferente resistividad térmica del terreno (1K·m/W): 1,1
- Por diferente profundidad de enterramiento (0,9 m): 1,015

El valor por el que hay que multiplicar la intensidad máxima del cable, para obtener la capacidad máxima en las condiciones en estudio es, 1,049, resultando un valor de intensidad máxima admisible del cable de 240 mm<sup>2</sup>, de 335,84 A

Temperatura °C Servicio Permanente $\theta_s$	Temperatura del terreno, $\theta_t$ , en °C								
	10	15	20	25	30	35	40	45	50
105	1,09	1,06	1,03	1,00	0,97	0,94	0,90	0,87	0,83
90	1,11	1,07	1,04	1,00	0,96	0,92	0,88	0,83	0,78
70	1,15	1,11	1,05	1,00	0,94	0,88	0,82	0,75	0,67
65	1,17	1,12	1,06	1,00	0,94	0,87	0,79	0,71	0,61

**Ilustración 107.** Factor de corrección por temperatura distinta de 25 °C

Tipo de instalación	Sección del conductor mm <sup>2</sup>	Resistividad térmica del terreno, K.m/W						
		0,8	0,9	1,0	1,5	2,0	2,5	3
Cables directamente enterrados	25	1,25	1,20	1,16	1,00	0,89	0,81	0,75
	35	1,25	1,21	1,16	1,00	0,89	0,81	0,75
	50	1,26	1,21	1,16	1,00	0,89	0,81	0,74
	70	1,27	1,22	1,17	1,00	0,89	0,81	0,74
	95	1,28	1,22	1,18	1,00	0,89	0,80	0,74
	120	1,28	1,22	1,18	1,00	0,88	0,80	0,74
	150	1,28	1,23	1,18	1,00	0,88	0,80	0,74
	185	1,29	1,23	1,18	1,00	0,88	0,80	0,74
	240	1,29	1,23	1,18	1,00	0,88	0,80	0,73
	300	1,30	1,24	1,19	1,00	0,88	0,80	0,73
Cables en interior de tubos enterrados	400	1,30	1,24	1,19	1,00	0,88	0,79	0,73
	25	1,12	1,10	1,08	1,00	0,93	0,88	0,83
	35	1,13	1,11	1,09	1,00	0,93	0,88	0,83
	50	1,13	1,11	1,09	1,00	0,93	0,87	0,83
	70	1,13	1,11	1,09	1,00	0,93	0,87	0,82
	95	1,14	1,12	1,09	1,00	0,93	0,87	0,82
	120	1,14	1,12	1,10	1,00	0,93	0,87	0,82
	150	1,14	1,12	1,10	1,00	0,93	0,87	0,82
	185	1,14	1,12	1,10	1,00	0,93	0,87	0,82
	240	1,15	1,12	1,10	1,00	0,92	0,86	0,81
	300	1,15	1,13	1,10	1,00	0,92	0,86	0,81
	400	1,16	1,13	1,10	1,00	0,92	0,86	0,81

**Ilustración 108.** Factor de corrección por resistividad térmica del terreno distinta de 1,5K·m/W



Profundidad (m)	Cables enterrados de sección		Cables bajo tubo de sección	
	$\leq 185 \text{ mm}^2$	$> 185 \text{ mm}^2$	$\leq 185 \text{ mm}^2$	$> 185 \text{ mm}^2$
0,50	1,06	1,09	1,06	1,08
0,60	1,04	1,07	1,04	1,06
0,80	1,02	1,03	1,02	1,03
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,25	0,98	0,98	0,98	0,98
1,50	0,97	0,96	0,97	0,96
1,75	0,96	0,94	0,96	0,95
2,00	0,95	0,93	0,95	0,94
2,50	0,93	0,91	0,93	0,92
3,00	0,92	0,89	0,92	0,91

**Ilustración 109.** Factor de corrección para profundidades de la instalación distintas de 1 m.

Tras aplicar estos factores y la fórmula descrita, se tiene una intensidad de cálculo de 96,225 A que es muy inferior a la máxima admisible por el cable.

- Caída de tensión

El siguiente criterio que debe cumplir la sección seleccionada es por caída de tensión.

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot [R \cdot \cos \varphi + X \cdot \sin \varphi]$$

Donde:

$\Delta U$	<i>Caída de tensión [V]</i>
$I$	<i>Intensidad de cálculo [A]</i>
$L$	<i>Longitud de la línea [m]</i>
$R$	<i>Resistencia del cable [<math>\Omega/m</math>]</i>
$X$	<i>Reactancia del cable [<math>\Omega/m</math>]</i>

- Intensidad máxima admisible durante cortocircuito

Para el cálculo de la sección mínima necesaria por intensidad de cortocircuito, será necesario conocer primero la potencia de cortocircuito existente en el punto de la red donde se alimenta el cable subterráneo. Para obtener la intensidad de cortocircuito se emplea la siguiente expresión.

$$I_{cc} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U}$$

DONDE

$I_{cc}$	<i>corriente de cortocircuito en el punto correspondiente [kA]</i>
$S_{cc}$	<i>Potencia aparente de la subestación [W]</i>
$U$	<i>Tensión de la red de media tensión [V]</i>



Una vez obtenida la intensidad de cortocircuito, podemos calcular la sección mínima mediante la fórmula:

$$S = \frac{I_{cc} \cdot \sqrt{t}}{K}$$

Donde:

$S$	Sección por cortocircuito [mm <sup>2</sup> ]
$I_{cc}$	Corriente de cortocircuito en el punto de la red [kA]
$t$	Tiempo de duración de la falta en segundo [s]
$K$	Coeficiente adimensional para cable tipo XLPE

El resumen de los cálculos de todos los criterios descritos anteriormente es el mostrado en la siguiente tabla.

DESCRIPCIÓN DEL TRAMO	Scalculo (kVA)	TENSIÓN (V)	cos phi	INTENSIDAD (A)	K	INTENSIDA MAXIMA ADMISIBLE	SECCION (mm2)
SUBESTACIÓN-CT ACOMETIDA MEDIA TENSIÓN	2.500	15.000	0,90	96,225	1,04951	335,84	240,00
	LONGITUD (Kilometros)	L	R	X	COS PHI	SEN PHI	CAIDA DE TENSIÓN (V) y (%)
	0,8	96,225	0,161	0,106	0,8	0,6	53,3104
							0,36%
	SCC MVA	TENSIÓN (V)	icc (kA)	t	K	SECCION CORTOCIRCUITO (mm2)	
	80	15.000	3,079	1	143	21,53287717	

**Ilustración 110.** Tabla resumen de cálculos justificativos de la línea entre subestación – CT

- Densidad de corriente

Para el caso en estudio se emplean cables unipolares de aluminio de sección 1x240 mm<sup>2</sup> dado que es la sección mínima que admite la compañía eléctrica para distribución. El nivel de aislamiento es de 12/20 kV para el trato calculado. La densidad de corriente viene dada por la expresión:

$$\delta = \frac{I_N}{S} \left[ \frac{A}{mm^2} \right]$$

Donde:

$I_N$	Intensidad nominal [A]
$\delta$	Densidad de corriente [A/mm <sup>2</sup> ]
$S$	Sección del conductor [mm <sup>2</sup> ]

La densidad de corriente en nuestro caso es de 0,4 A/mm<sup>2</sup>, muy inferior a los valores límites dados por el Reglamento de Líneas de Alta tensión.



**Tabla 48 - Densidad de corriente máxima de los conductores en régimen permanente.**

Sección nominal mm <sup>2</sup>	Densidad de corriente A/mm <sup>2</sup>		
	Cobre	Aluminio	Aleación de aluminio
10	8,75		
15	7,60	6,00	5,60
25	6,35	5,00	4,65
35	5,75	4,55	4,25
50	5,10	4,00	3,70
70	4,50	3,55	3,30
95	4,05	3,20	3,00
125	3,70	2,90	2,70
160	3,40	2,70	2,50
200	3,20	2,50	2,30
250	2,90	2,30	2,15
300	2,75	2,15	2,00
400	2,50	1,95	1,80
500	2,30	1,80	1,70
600	2,10	1,65	1,55

### I.1.3. DATOS TÉCNICOS DEL CABLE (CATÁLOGO)

#### CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES

1 x sección conductor (Al)/sección pantalla (Cu) (mm <sup>2</sup> )	Código	Ø Nominal aislamiento* (mm)	Espesor aislamiento (mm)	Ø Nominal exterior* (mm)	Espesor cubierta (mm)	Peso aproximado (kg/km)	Radio de curvatura estático (posición final) (mm)	Radio de curvatura dinámico (durante tendido) (mm)
12/20 kV								
1x95/16 (1)	20986136	23,3	5,5	31	2,5	1020	465	620
1x150/16 (1)	20981089	26,2	5,5	34	2,5	1250	510	680
1x240/16 (1)	20981091	30,4	5,5	38	2,5	1620	570	760
1x400/16 (1)	20981092	35,6	5,5	43,3	2,5	2200	650	866

#### CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

	12/20 kV	18/30 kV
Tensión nominal simple, U <sub>0</sub> (kV)	12	18
Tensión nominal entre fases, U (kV)	20	30
Tensión máxima entre fases, U <sub>m</sub> (kV)	24	36
Tensión a impulsos, U <sub>p</sub> (kV)	125	170
Temperatura máxima admisible en el conductor en servicio permanente (°C)	90	
Temperatura máxima admisible en el conductor en régimen de cortocircuito (°C)	250	

1 x sección conductor (Al)/sección pantalla (Cu) (mm <sup>2</sup> )	Intensidad máxima admisible bajo tubo y enterrado* (A)	Intensidad máxima admisible directamente enterrado* (A)	Intensidad máxima admisible al aire** (A)	Intensidad máxima de cortocircuito en el conductor durante 1 s (A)	Intensidad máxima de cortocircuito en la pantalla durante 1 s*** (A)
	12/20 kV y 18/30 kV	12/20 kV y 18/30 kV	12/20 kV y 18/30 kV	12/20 kV y 18/30 kV	12/20 kV y 18/30 kV (pant. 16 mm <sup>2</sup> )
1x95/16 (1)	190	205	255	8930	3130
1x150/16 (2)	245	260	335	14100	3130
1x240/16 (2)	320	345	455	22560	3130
1x400/16 (2)	415	445	610	37600	3130

(1) Sección homologada por las compañías del Grupo Endesa en 12/20 kV

(2) Secciones homologadas por las compañías del Grupo Endesa en 12/20 kV y 18/30 kV

\* Condiciones de instalación: una terna de cables enterrado a 1 m de profundidad, temperatura de terreno 25 °C y resistividad térmica 1,5 K·m/W

\*\* Condiciones de instalación: una terna de cables al aire (a la sombra) a 40 °C

\*\*\* Calculado de acuerdo con la norma IEC 60949

1 x sección conductor (Al)/sección pantalla (Cu) (mm <sup>2</sup> )	Resistencia del conductor a 20 °C (Ω/km)	Resistencia del conductor a T máx (90 °C) (Ω/km)	Reactancia inductiva (Ω/km)		Capacidad (μF/km)	
	12/20 kV y 18/30 kV	12/20 kV y 18/30 kV	12/20 kV	18/30 kV	12/20 kV	18/30 kV
1x95/16 (1)	0,320	0,410	0,123	0,132	0,217	0,167
1x150/16 (2)	0,206	0,264	0,114	0,123	0,254	0,192
1x240/16 (2)	0,125	0,161	0,106	0,114	0,306	0,229
1x400/16 (2)	0,078	0,100	0,099	0,106	0,376	0,277



## I.2. CÁLCULO DE LOS PARÁMETROS PRINCIPALES DEL TRANSFORMADOR

### I.2.1. CÁLCULOS DE LAS INTENSIDADES NOMINALES

#### - Intensidad nominal de Media Tensión.

La intensidad primaria en el sistema trifásico de 15 kV viene dada por la expresión:

$$I_p = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U_p}$$

Donde:

$I_p$	<i>Intensidad primaria [A]</i>
$S$	<i>Potencia aparente [kVA]</i>
$U_p$	<i>Tensión primaria de la red de media tensión [kV]</i>

Para cada transformador de 1.250 kVA, tendremos:

$$I_p = \frac{1.250}{\sqrt{3} \cdot 15} = \mathbf{48,11\ A}$$

#### - Intensidad nominal de Baja Tensión.

La intensidad secundaria en el sistema trifásico de 400 V viene dada por la expresión:

$$I_s = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U_s}$$

Donde:

$I_s$	<i>Intensidad secundaria [A]</i>
$S$	<i>Potencia aparente del centro de transformación [kVA]</i>
$U_s$	<i>Tensión secundaria [V]</i>

Para cada transformador de 1.250 kVA, tendremos:

$$I_s = \frac{1.250}{\sqrt{3} \cdot 0,4} = \mathbf{1.804,22\ A}$$



### I.2.2. CÁLCULO DE LAS CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO

Para el cálculo de las magnitudes de intensidad que origina un cortocircuito, es tendrá como base las potencias de cortocircuito en el punto de acometida a cada transformador, suministradas por la compañía suministradora.

#### - Cortocircuito en el lado de Media Tensión.

Para determinar el valor de la corriente de cortocircuito de emplea la siguiente fórmula:

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U_p}$$

Donde:

$I_{ccp}$	<i>Intensidad de cortocircuito primario [kA]</i>
$S$	<i>Potencia de cortocircuito de la red [kVA]</i>
$U_p$	<i>Tensión primaria de la red de media tensión [kV]</i>

Para el caso en estudio tenemos:

$$I_{ccp} = \frac{80 \text{ MVA}}{\sqrt{3} \cdot 15 \text{ kV}} = 3,08 \text{ kA}$$

#### - Cortocircuito en el lado de Baja Tensión.

Para determinar el valor de la corriente de cortocircuito de en el lado de Baja tensión para cada transformador, se emplea la siguiente fórmula:

$$I_{ccs} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot u_{cc} \cdot U_s}$$

Donde:

$I_{ccs}$	<i>Intensidad de cortocircuito secundaria [kA]</i>
$S$	<i>Potencia de cortocircuito de la red [kVA]</i>
$U_s$	<i>Tensión secundaria [kV]</i>
$u_{cc}$	<i>Tensión porcentual de corotcircuito del transformador en %</i>

Para cada transformador de 1.250 kVA, tendremos:

$$I_{ccs} = \frac{1.250}{\sqrt{3} \cdot 0,06 \cdot 400} = 30,07 \text{ kA}$$



### I.2.3. DIMENSIONADO DEL EMBARRADO

Las celdas del fabricante OMARZABAL, son las empleadas en este proyecto, dichas celdas han sido sometidas a ensayos para certificar los valores indicados en las hojas de características que se muestran en apartados posteriores, por lo tanto, no sería necesario realizar cálculos teóricos respecto a su comportamiento. No obstante, se decide describir de manera resumida y aproximada el dimensionado del embarrado.

El embarrado estará formado por tubo de cobre macizo de 16 mm de diámetro.

#### - Comprobación por densidad de corriente.

La comprobación por densidad de corriente tiene por objeto verificar que el conductor indicado es capaz de conducir la corriente nominal máxima sin superar la densidad máxima posible para el material conductor.

Esto, además de mediante cálculos teóricos, puede comprobarse realizando un ensayo de intensidad nominal, que con objeto de disponer de suficiente margen de seguridad, se considera que es la intensidad del bucle, que en este caso es de 400 A, dato proporcionado por la Compañía Distribuidora.

La sección del embarrado es de 201 mm<sup>2</sup>, dado que tiene forma circular y diámetro de 16 mm. Por tanto, la densidad de corriente en régimen nominal será:

$$\delta = \frac{I_N}{S} \left[ \frac{A}{mm^2} \right]$$

Donde:

$I_N$	<i>Intensidad nominal [A]</i>
$\delta$	<i>Densidad de corriente [A/mm<sup>2</sup>]</i>
$S$	<i>Sección del conductor [mm<sup>2</sup>]</i>

Sustituyendo los valores se tiene:

$$\delta = \frac{400}{201} = 1,99 \frac{A}{mm^2}$$

Esta densidad de corriente no es superior a la máxima admisible en el conductor de 240 mm<sup>2</sup>, conforme a la “Tabla 48 - Densidad de corriente máxima de los conductores en régimen **permanente**.” Mostrada en apartados anteriores, donde para el cable de aluminio empleado se tiene un valor de 2,3 A/mm<sup>2</sup>.



- **Comprobación por sollicitación Electrodinámica**

La comprobación por sollicitación electrodinámica tiene como objeto verificar que los elementos conductores de las celdas incluidas en este proyecto son capaces de soportar el esfuerzo mecánico derivado de un defecto de cortocircuito entre fases.

El fabricante valora la intensidad dinámica de cortocircuito en aproximadamente 2,5 veces la intensidad eficaz de cortocircuito, calculada anteriormente:

$$I_{CC \text{ dinámica}} = 2,5 \cdot I_{CCp}$$

$$I_{CC \text{ dinámica}} = 2,5 \cdot 3,079 = 7,7 \text{ kA}$$

Se comprueba que dicho valor es inferior a aportado por las celdas.

$$I_{CC \text{ dinámica}} = 7,7 \text{ kA} < I_{CC \text{ celdas}} = 40 \text{ kA}$$

- **Comprobación por sollicitación Térmica**

La comprobación térmica tiene por objeto comprobar que no se producirá un calentamiento excesivo de la aparamenta por defecto de un cortocircuito. Esta comprobación se puede hacer mediante cálculos teóricos, pero preferentemente se debe realizar un ensayo según la normativa en vigor. En este caso, la intensidad considerada por el fabricante se considera como la eficaz de cortocircuito, es decir:

$$I_{CC \text{ térmica}} = 3,079 \text{ kA} < I_{CCp \text{ celdas}} = 16 \text{ kA}$$

Para determinar que una sobreintensidad en el conductor durante un segundo, es admisible se determina el tiempo de cortocircuito que soporta, cuando se da el cortocircuito máximo.

$$t = \delta\theta \cdot \left( \frac{S \cdot \alpha}{I} \right)^2 \quad [\text{s}]$$

Donde:

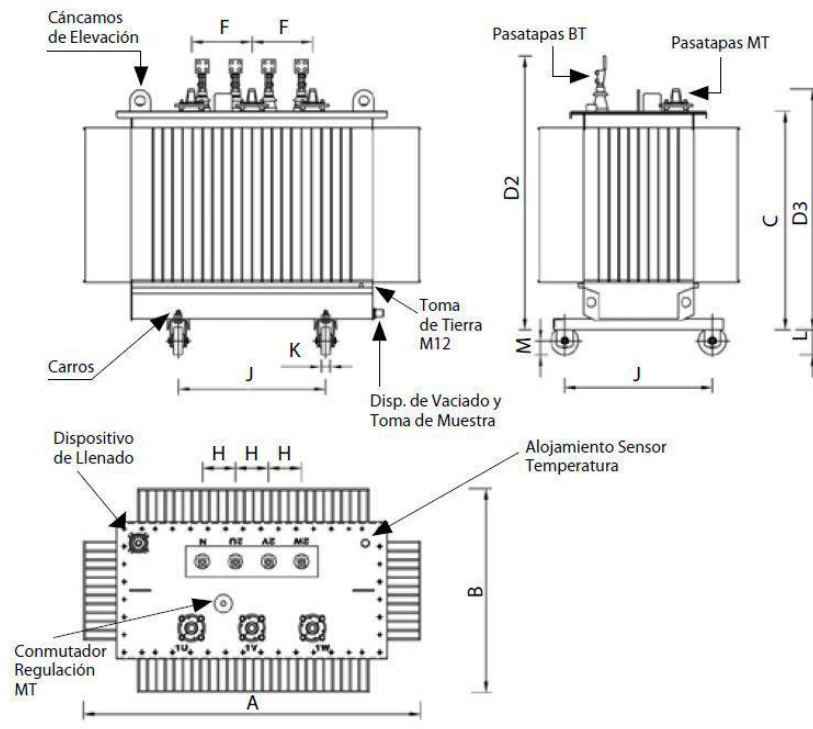
$I_N$	<i>Intensidad eficaz [A]</i>
$\delta\theta$	<i>coeficiente térmico. 180 °C para conductores inicialmente a tº ambiente</i>
$S$	<i>Sección de cobre [mm²]</i>
$\alpha$	<i>constante del material, 13 para cobre</i>

Sustituyendo los valores se tiene:

$$t = 180 \cdot \left( \frac{201 \cdot 13}{16000} \right)^2 = 4,8 \text{ s} > 1 \text{ s}$$



## I.2.4. HOJA DE CARACTERÍSTICAS DEL TRANSFORMADOR



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

Características eléctricas		24 kV C <sub>0</sub> B <sub>k</sub>											
Potencia asignada [kVA]		50	100	160	250	400	630	800	1000	1250	1600	2000	2500**
Tensión asignada (Ur)	Primaria [kV]	< 24											
	Secundaria en vacío [V]	420											
Grupo de Conexión		Yzn11/Dyn11*			Dyn11								
Pérdidas en Vacío - P <sub>0</sub> [W]	Lista C <sub>0</sub>	125	210	300	425	610	860	930	1100	1350	1700	2100	2500
Pérdidas en Carga - P <sub>k</sub> [W]	Lista B <sub>k</sub>	875	1475	2000	2750	3850	5400	7000	9000	11000	14000	18000	22000
Impedancia de Cortocircuito (%) a 75°C		4	4	4	4	4	4	6	6	6	6	6	6
Nivel de Potencia Acústica L <sub>WA</sub> [dB]	Lista C <sub>0</sub>	47	49	52	55	58	60	61	63	64	66	68	71
Caída de tensión a plena carga (%)	cosφ=1	1,81	1,54	1,32	1,17	1,04	0,93	1,05	1,08	1,06	1,05	1,08	1,06
	cosφ=0,8	3,57	3,43	3,31	3,22	3,13	3,06	4,35	4,37	4,35	4,35	4,37	4,35
	CARGA 100%	98,04	98,34	98,58	98,75	98,90	99,02	99,02	99,00	99,02	99,03	99,00	99,03
Rendimiento (%)	cosφ=0,8	97,56	97,94	98,23	98,44	98,63	98,77	98,78	98,75	98,78	98,79	98,76	98,79
	cosφ=1	98,38	98,63	98,83	98,96	99,08	99,18	99,20	99,19	99,20	99,21	99,19	99,21
	CARGA 75% cosφ=0,8	97,98	98,30	98,54	98,70	98,86	98,98	99,00	98,98	99,00	99,01	98,99	99,02
Dimensiones [mm]		24 kV C <sub>0</sub> B <sub>k</sub>											
Arrollamientos de Cobre													
Potencia asignada [kVA]		50	100	160	250	400	630	800	1000	1250	1600	2000	2500**
A (Largo)		890	940	1126	1286	1436	1466	1866	1866	1836	1796	1836	2076
B (Ancho)		623	723	738	886	896	916	1186	1186	1126	1166	1216	1366
C (Alto a tapa)		752	737	761	821	901	1052	1042	1042	1202	1657	1741	1716
D1 (Alto a MT con Porcelana MT)		1137	1122	1146	1206	1286	1437	1427	1427	1587	2042	2126	2101
D3 (Alto a MT Borna enchufable MT)		842	827	851	911	991	1142	1132	1132	1292	1746	1830	1805
D2 (Alto a BT con Palas)		912	897	921	1055	1135	1313	1375	1375	1535	2027	2111	2146
F (Separación MT)		275	275	275	275	275	275	275	275	275	275	275	275
H (Separación entre BT)		80	80	80	150	150	150	150	150	150	200	200	200
J (Distancia entre ruedas)		520	520	520	670	670	670	670	670	820	820	820	1070
K (Ancho rueda)		40	40	40	40	40	40	40	40	70	70	70	70
Ø (Diámetro rueda)		125	125	125	125	125	125	125	125	200	200	200	200
L (Rueda)		110	110	110	110	110	110	110	110	165	165	165	165
Distancia entre ganchos para poste		530	530	530	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Volumen Aceite (Litros)		122	144	189	244	313	385	547	498	596	938	1209	1131
Peso total (Kg)		502	579	815	1083	1414	1911	2526	2632	3035	4255	4975	5405



### **I.3. ELECCIÓN DE LAS CELDAS PREFABRICADAS**

El centro de transformación interior alimentado desde la red subterránea de MT calculada anteriormente, consta con el siguiente esquema:

- 1 Celda de línea
- 1 celda de entrega.
- 2 Transformadores.
- 2 celdas de protección.
- 1 cuadro de Baja Tensión.

Los criterios técnicos para la elección de las celdas se describen a continuación.

#### **I.3.1. NIVEL DE AISLAMIENTO.**

Se tendrá que seguir las normas o exigencias impuestas por los agentes que intervienen en la explotación de la instalación, exigencias propuestas por la compañía y exigencias normativas del reglamento de alta Tensión (RAT).

Según el capítulo VI de las normas particulares de Endesa, apartado 5, se especifica que las celdas prefabricadas deben cumplir con la norma Endesa FND003. El nivel de aislamiento debe corresponder con la lista 2 de la tabla ITC-RAT-12. Para una tensión de red de 15 kV, se tiene una tensión más elevada de la red de 17,5 kV y el nivel de aislamiento, tensión soportada nominal a impulsos tipo rayo de 125 kV y tensión soportada nominal a frecuencia industrial de 50 kV.

Téngase en cuenta que toda la apartamenta de MT del centro de transformación debe ser del mismo nivel de aislamiento, por lo que se adopta el descrito para todas la celdas prefabricadas.

#### **I.3.2. INTENSIDAD DE CORTA DURACIÓN.**

Los juegos de barras y los interruptores deben soportar las intensidades de cortocircuito que se pueden presentar en el punto de la instalación. Los parámetros principales a cerca de la resistencia del embarrado se han llevado a cabo en el apartado anterior.

- El juego de barras de media tensión y el interruptor deben soportar la  $I_k''=3.079$  kA
- El interruptor debe tener un poder de cierre en cortocircuito mayor al valor de la intensidad de ruptura de cortocircuito en ese punto.

#### **I.3.3. INTENSIDAD NOMINAL.**

La intensidad nominal de las celdas, deben ser mayores a la demanda, esta condición siempre se cumple, como consecuencia que los bornes y contactos del interruptor se dimensionan para soportar los esfuerzos de la intensidad de cortocircuito, dando como resultado unos contactos que soportan permanentemente intensidades muy superiores a las normales.

Debe cumplir las exigencias normativas, en el caso de la compañía distribuidora, Endesa indica que la intensidad nominal no será inferior a 400 A.

Con las especificaciones citadas, las celdas prefabricadas de fabricante OMARZABAL de la serie CGMCOSMOS.



## I.4. DATOS TÉCNICOS DE LAS CELDAS CGMCOSMOS

Características eléctricas			IEC		ANSI/IEEE	
Tensión asignada	U <sub>d</sub>	[kV]	12	24	15.5	27
Frecuencia asignada	f <sub>r</sub>	[Hz]	50/60		50/60	
Corriente asignada	I <sub>r</sub>					
Barras e interconexión de celdas		[A]	400/630		600	
Línea		[A]	400/630		600	
Bajante de transformador		[A]	200		200	
Corriente soportada nominal de corta duración						
Con t <sub>k</sub> = (x) s	I <sub>k</sub>	[kA]	16/20 <sup>1)</sup> (1/3 s)/25 (1 s)		20 <sup>1)</sup> (1/3 s)/25 (1 s)	
Valor de pico	I <sub>p</sub>	[kA]	40/52 <sup>1)</sup> /62.5		52 <sup>1)</sup> /62.5	
Nivel de aislamiento asignado						
Tensión soportada asignada a frecuencia industrial [1 min]	U <sub>d</sub>	[kV]	28/32		50/60	
Tensión soportada asignada a impulso tipo rayo	U <sub>p</sub>	[kV]	75/85		125/145	
Clasificación de arco interno conforme a IEC 62271-200	IAC		AF/AFL 16 kA 1 s/20 <sup>1)</sup> kA 1 s/25 kA 1 s AFL[R] 20 <sup>1)</sup> kA 1 s		AFL <sup>2)</sup> 20 <sup>1)</sup> kA 1 s/25 kA 1 s	
Grado de protección: Cuba de gas			IPX7			
Grado de protección: Envoltente externa			IP 2XD			
Color del equipo	RAL		Gris 7035 / azul 5005			
Categoría de pérdida de continuidad de servicio	LSC		LSC2			
Clase de compartimentación			PM			

Mecanismo de maniobra		Interruptor seccionador de tres posiciones					Interruptor automático de corte en vacío					
		B	BM <sup>1)</sup>	BR	AR	ARM	AV3	AMV3	AV	AMV	RAV	RAMV
Circuitos auxiliares												
Aislamiento interno	[kV]	2	2	10	10	2	2					
Bobina de disparo												
Tensión asignada	[V]	n/a	n/a	24 <sup>2)</sup> /48/110 <sup>2)</sup> V <sub>cc</sub> /230 V <sub>ca</sub>			24/48/60/110/220 V <sub>cc</sub> 110/230 V <sub>ca</sub>					
Consumo máx.	[W]	n/a	n/a	80			60		56			
Motorizaciones												
Tensión asignada	[V]	n/a	<sup>3)</sup>	n/a	n/a <sup>4)</sup>	<sup>3)</sup>	n/a	<sup>4)</sup>	n/a	<sup>4)</sup>	n/a	<sup>4)</sup>
Tiempo de maniobra del motor	[s]	n/a	< 7	n/a	n/a	< 7	n/a	< 15	n/a	< 15	n/a	< 15
Corriente asignada	[A]	n/a	< 4	n/a	n/a	< 4	n/a	< 4	n/a	-	n/a	-
Corriente de cresta	[A]	n/a	< 12 <sup>5)</sup>	n/a	n/a	< 12	n/a	< 15	n/a	< 8	n/a	< 8
Contactos de señalización												
Interruptor   Puesta a tierra		2NA + 2NC   1NA + 1NC					n/a	2NA + 2NC	2NA + 2NC   1NA + 1NC			
Interruptor automático		n/a					4NA + 4NC		9 NA + 9 NC			
Tensión asignada	[V]	250					250		250			
Corriente asignada	[A]	16					10		10			

<sup>1)</sup> Consultar disponibilidad para  $I_k = 25$  kA <sup>2)</sup> Consultar disponibilidad para ARM <sup>3)</sup> 24/48/110/125 V<sub>cc</sub> 220 V<sub>ca</sub> <sup>4)</sup> 24/48/60/110/220 V<sub>cc</sub> 110/230 V<sub>ca</sub> <sup>5)</sup> 21 A (24 V<sub>cc</sub>)

Condiciones del servicio conformes a las condiciones de servicio normal de IEC 62271-1			IEC	ANSI/IEEE
Tipo de aparamenta			Interior	
Temperatura ambiente				
Mínima   Máxima			- 5/- 15/- 30 °C*   + 40 °C**	
Temperatura ambiente media máxima, medida en un periodo de 24 h			+ 35 °C	
Temperatura mínima de almacenamiento			- 40 °C	
Humedad relativa				
Humedad relativa media máxima, medida en un periodo de 24 h   1 mes			< 95 %   < 90 %	
Presión de vapor				
Presión de vapor media máxima, medida en un periodo de 24 h   1 mes			22 mbar   18 mbar	
Altitud máxima sobre el nivel del mar			2000 m**	
Radiación solar			Despreciable	
Contaminación del aire (polvo, humo, gases corrosivos y/o inflamables, vapores o sal)			No significativa	
Vibraciones provocadas por causas ajenas a la aparamenta o los terremotos			Despreciable**	

\* Consultar disponibilidad y otros valores \*\* Si existen altitudes, condiciones especiales, consultar a Ormazabal



### I.4.1. HOJA DE CARACTERÍSTICAS DE LA CELDA DE LÍNEA.

Características eléctricas			IEC		ANSI/IEEE	
Tensión asignada	U <sub>r</sub>	[kV]	12*	24	15.5	27
Frecuencia asignada	f <sub>r</sub>	[Hz]	50/60		50/60	
Corriente asignada						
Interconexión general de embarrado y celdas	I <sub>r</sub>	[A]	400/630		600	
Línea	I <sub>r</sub>	[A]	400/630		600	
Tensión asignada de corta duración soportada a frecuencia industrial (1 min)						
Entre fases y tierra	U <sub>d</sub>	[kV]	28	50	35	60
A través de la distancia de seccionamiento	U <sub>d</sub>	[kV]	32	60	38.5	66
Tensión soportada asignada a impulso tipo rayo						
Entre fases y tierra	U <sub>p</sub>	[kV]	75	125	95	125
A través de la distancia de seccionamiento	U <sub>p</sub>	[kV]	85	145	104.5	137.5
Clasificación arco interno	IAC	AFL 16 kA 1 s/20** kA 1 s/25 kA 1 s AFL[R***] 20** kA 1 s			AFL 20** kA 1 s/25 kA 1 s	
Tensión CC soportada	[kV]	48 kV sin dispositivo de comprobación de cable 50 kV con dispositivo de comprobación de cable			53	78
Interruptor-seccionador			IEC 62271-103 + IEC 62271-102		IEEE C37.74	
Corriente admisible asignada de corta duración (circuito principal)						
Valor t <sub>k</sub> = (x) s	I <sub>k</sub>	[kA]	16/20** (1/3 s)/25 (1 s)		20** (1/3 s)/25 (1 s)	
Valor de pico	I <sub>p</sub>	[kA]	50 Hz: 40/52**/62,5 60 Hz: 41,6/52**/65	50 Hz: 40/52**/62,5 60 Hz: 41,6/52**/65	50 Hz: 52**/62,5 60 Hz: 54,6**/65	
Poder de corte de corriente principalmente activa	I <sub>l</sub>	[A]	400/630		600	
Poder de corte - carga de cable / poder de corte carga de línea	I <sub>4a</sub>	[A]	50/1,5		15	
Poder de corte bucle cerrado	I <sub>2a</sub>	[A]	400/630		600	
Poder de corte de falta a tierra	I <sub>6a</sub>	[A]	300		n/a	
Poder de corte de cables y líneas en vacío en condiciones de falta a tierra	I <sub>6b</sub>	[A]	100		n/a	
Corriente de conmutación de magnetización del transformador	[A]	21		21		
Poder de cierre del interruptor principal (valor de pico)	I <sub>ma</sub>	[kA]	50 Hz: 40/52**/62,5 60 Hz: 41,6/52**/65	50 Hz: 40/52**/62,5 60 Hz: 41,6/52**/65	50 Hz: 52**/62,5 60 Hz: 54,6**/65	
Categoría del interruptor						
Endurancia mecánica			1000-M1/5000-M2		1000/5000	
Ciclos de maniobras (cierres en cortocircuito)- clase			5-E3		3	



## I.4.2. HOJA DE CARACTERÍSTICAS DE LA CELDA DE PROTECCIÓN.

Características eléctricas			IEC	
Tensión asignada	U <sub>r</sub>	[kV]	12	24
Frecuencia asignada	f <sub>r</sub>	[Hz]	50/60	
Corriente asignada				
Interconexión general de embarrado y celdas	I <sub>r</sub>	[A]	400/630	
Línea	I <sub>r</sub>	[A]	400/630	
Tensión asignada de corta duración soportada a frecuencia industrial (1 min)				
Entre fases y tierra	U <sub>d</sub>	[kV]	28	50
A través de la distancia de seccionamiento	U <sub>d</sub>	[kV]	38	60
Tensión soportada asignada a impulso tipo rayo				
Entre fases y tierra	U <sub>p</sub>	[kV]	75	125
A través de la distancia de seccionamiento	U <sub>p</sub>	[kV]	85	145
Clasificación arco interno	IAC	AFL 16 kA 1 s/20* kA 1 s/25 kA 1 s AFL[R] 25 kA 1 s		
Tensión CC soportada	[kV]	48		
Interruptor automático				
Corriente admisible asignada de corta duración (circuito principal)				
Valor t <sub>k</sub> = (x) s	I <sub>k</sub>	[kA]	16/20* (1/3 s)/25 (1 s)	
Valor de pico	I <sub>p</sub>	[kA]	50 Hz: 40/52*/62,5 60 Hz: 41,6/52*/65	
Poder asignado de corte y de cierre				
Poder de corte asignado corriente principalmente activa	I <sub>1</sub>	[A]	400/630	
Poder de corte en cortocircuito	I <sub>sc</sub>	[kA]	16/20*/25	
Poder de cierre del interruptor principal (valor de pico)	I <sub>ma</sub>	[kA]	50 Hz: 40/52*/62,5 60 Hz: 41,6/52*/65	
Poder de corriente capacitiva (50 Hz). Carga de cable	[A]	31.5		
Secuencia de maniobras nominales				
Sin Reenganche	CO-15 s-CO O-3 min-CO-3 min-CO O-3 min-CO-15 s-CO			
Categoría del interruptor automático				
Endurancia mecánica (clase de maniobra)	2000-M1			
Endurancia eléctrica (clase)	E2-C2** para 25 kA/E2-C1 para 20 kA			



### I.4.3. HOJA DE CARACTERÍSTICAS DE LA CELDA PASANTE (ENTREGA).

Características eléctricas			IEC		ANSI/IEEE	
Tensión asignada	$U_i$	[kV]	12*	24	15.5	27
Frecuencia asignada	$f_r$	[Hz]	50/60		50/60	
Corriente asignada						
Interconexión general de embarrado y celdas	$I_r$	[A]	400/630		600	
Línea	$I_r$	[A]	400/630		600	
Tensión asignada de corta duración soportada a frecuencia industrial (1 min)						
Entre fases y tierra	$U_d$	[kV]	28	50	35	60
A través de la distancia de seccionamiento	$U_d$	[kV]	32	60	38.5	66
Tensión soportada asignada a impulso tipo rayo						
Entre fases y tierra	$U_p$	[kV]	75	125	95	125
A través de la distancia de seccionamiento	$U_p$	[kV]	85	145	104.5	137.5
Clasificación arco interno	IAC		AFL 16 kA 1 s/20** kA 1 s		AFL 20** kA 1 s	
Tensión CC soportada		[kV]	n/a		53	78
Interruptor-seccionador			IEC 62271-103 + IEC 62271-102		IEEE C37.74	
Corriente admisible asignada de corta duración (circuito principal)						
Valor $t_k = (x)$ s	$I_k$	[kA]	16 (1/3 s)/20** (1 s)		20** (1 s)	
Valor de pico	$I_p$	[kA]	40/52**	40/52**	52**	
Poder de corte de corriente principalmente activa	$I_1$	[A]	400/630		600	
Poder de corte - carga de cable / poder de corte carga de línea	$I_{4a}$	[A]	50/1,5		15	
Poder corte asignado de bucle cerrado asignado	$I_{2a}$	[A]	400/630		600	
Poder de corte de falta a tierra	$I_{6a}$	[A]	300		n/a	
Corriente de conmutación de magnetización del transformador		[A]	21		21	
Poder de corte de cable y línea en vacío en condiciones de falta a tierra	$I_{6b}$	[A]	100		n/a	
Poder de cierre del interruptor principal (valor de pico)	$I_{ma}$	[kA]	40/52**	40/52**	52**	
Categoría del interruptor						
Endurancia mecánica			1000-M1/5000-M2		1000/5000	
Ciclos de maniobras (cierres en cortocircuito)- clase			5-E3		3	

### I.4.4. HOJA DE CARACTERÍSTICAS DE LA CELDA DE MEDIDA

Características eléctricas			IEC	
Tensión asignada	$U_i$	[kV]	12*	24
Frecuencia asignada	$f_r$	[Hz]	50/60	50/60
Corriente asignada				
Interconexión general de embarrado y celdas	$I_r$	[A]	400/630	400/630
Tensión asignada de corta duración soportada a frecuencia Industrial (1 min)				
Entre fases y tierra	$U_d$	[kV]	28	50
Tensión soportada asignada a impulso tipo rayo				
Entre fases y tierra	$U_p$	[kV]	75	125
Clasificación arco interno	IAC		AFL 20** kA 0,5 s/20** kA 1 s	
Corriente admisible asignada de corta duración	$I_r$	[kA]	16/20** (1/3 s) / 25 (3 s)	
Valor $t_k = (x)$ s				

\* También disponible con  $U_i = 7,2$  kV bajo demanda \*\* Ensayos realizados a 21 kA/52,5 kA



# ANEJO II: CÁLCULO DE BAJA TENSIÓN

EN este apartado se procede a la descripción de los procedimientos de cálculo empleados para realizar el diseño de la instalación de Baja Tensión, que comprende, los circuitos de la derivación individual y los circuitos de la instalación interior. El objeto de este apartado es definir y describir de manera clara y detallada los métodos utilizados para el cálculo de las secciones de los cables de los circuitos, así como las canalizaciones por las que discurrirán y las protección que existirán en el Cuadro General de Baja Tensión y los diferente Cuadros Secundarios de Distribución.

## II.1. MODOS DE INSTALACIÓN.

Comenzamos la descripción de los modos de instalación que se llevarán a cabo para cada circuito, para ello se debe cumplir la ITC-BT-19 donde nos hacen referencia de la normativa UNE 20460 – “Instalaciones Eléctricas en Edificios”, que es una adaptación del Documento de Armonización del CENELEC HD -384 que, a su vez, se corresponde con la recomendación del Comité Electrotécnico Internacional IEC 364.

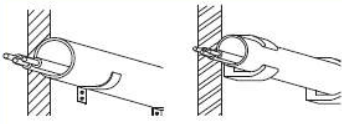
Esta norma relaciona los modos de instalación, haciéndolos corresponder a unas instalaciones tipo, cuya capacidad de disipación de calor generado por las pérdidas es similar a aquellos, por lo que se pueden agrupar en una determinada tabla. Siguiendo la Tabla A.52-1 bis y Tabla 52-b2, de la citada normativa, se describen los modos de instalación del proyecto en estudio.

Se pueden destacar dos tipos principales de modos de instalación, el que tendrán los circuitos de la derivación individual y los circuitos que unen el CGBT y los diferentes CSD; para estos circuitos, el modo de instalación es “*Cables unipolares sobre bandejas de cables perforadas*”, lo que se corresponde con un tipo de instalación F.

Ref.	Modos de instalación	Descripción	Tipo
31		Cables unipolares (F) o multipolares (E) sobre bandejas de cables perforadas.	E o F

**Ilustración 111.** Modo de instalación de los circuitos DI y hacia CSD.

Para el resto de circuitos de la instalación, el modo de instalación es “*Conductores aislados o cable unipolar en conductos sobre pared de madera o mampostería.*”, lo que corresponde con una modo de instalación tipo B1.

4		Conductores aislados o cable unipolar en conductos sobre pared de madera o de mampostería, no espaciados una distancia inferior a 0,3 veces el diámetro del conductor de ella.	B1
---	---	--	----

**Ilustración 112.** Modo de instalación de los circuitos desde CSD hasta receptores.



## II.2. DIMENSIONAMIENTO DE LAS SECCIONES DE LOS CIRCUITOS

Dado que se está calculando las secciones de los conductores de la instalación interior, para su dimensionamiento se debe cumplir el REBT, ITC-BT-19.

### II.2.1. DESCRIPCIÓN DEL CABLE ELEGIDO. RZ1-K 06/1 kV (AS)

La instalación se realizará con 3 conductores de cobre unipolares para las fases, más el conductor neutro. El conductor será del tipo **RZ1-K (AS)** con tensión asignada 0,6/1kV con cubierta tipo XLPE, no propagador del incendio y con emisión de humo y opacidad reducida.

Los criterios que se deben estudiar y que son de suma importancia a la hora de la selección de la sección del conductor son:

### II.2.2. CRITERIO DE CAPACIDAD DE CARGA EN SERVICIO PERMANENTE

La densidad de corriente en el conductor debe ser limitada para disminuir el calentamiento producido al circular la corriente eléctrica. La intensidad máxima admisible de cada sección, en función del aislamiento, forma de instalación y temperatura ambiente; cuyo objetivo es no sobrepasar la temperatura de aislamiento. Para la instalación en estudio, dado que se van a emplear conductores con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE), la temperatura de servicio normal es de 90 °C y en cortocircuito de 250 °C.

Las expresiones para determinar la intensidad de cálculo

$$I_{\text{cálculo}} = \frac{P_{\text{Cuadro}}}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos\varphi}$$

Donde:

$I_{\text{cálculo}}$	<i>Intensidad de demanda [A]</i>
$P_{\text{Cuadro}}$	<i>Potencia del cuadro [kW]</i>
$V$	<i>Tensión de alimentación en B.T. [V]</i>
$\cos\varphi$	<i>Valor medio de las cargas del cuadro [se aproxima a 0,8]</i>

Para determinar la intensidad de demanda de los cables que parten de los trafos, se utiliza la potencia aparente de los transformadores.

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot V}$$

Donde:

$I$	<i>Intensidad que debe soportar el cable [A]</i>
$S$	<i>Potencia aparente del centro de transformación [kVA]</i>
$V$	<i>Tensión de alimentación en B.T. [V]</i>



Antes de determinar la sección que cumple la intensidad admisible hay que aplicar los factores de corrección a la intensidad de cálculo para obtener la intensidad de diseño.


$$I_{Diseño} = \frac{I_{cálculo}}{f_c}$$

El factor de corrección final por el que se divide la intensidad de cálculo es la multiplicación de todos los factores de corrección que apliquen. Para nuestro caso, los posibles factores de corrección son los mostrados en las ilustraciones siguientes, dado que no existen modos de instalación con cables soterrados, solo se muestran los factores de corrección que pueden ser objeto de ser utilizados en la instalación en estudio.

Cabe destacar que para aquellos circuitos donde existan cables en paralelo para poder alcanzar la intensidad de demanda máxima, se aplicará un factor de corrección de 0,9 además de correspondiente por agrupamiento de circuitos.

Cuando la temperatura ambiente sea inferior a 40 °C, la mejor refrigeración de los cables les permitirá transportar corrientes superiores. Recíprocamente, temperaturas ambiente más elevadas deben corresponderse con corrientes más reducidas. Esto es especialmente importante cuando en canalizaciones antiguas se añaden nuevos circuitos a los ya existentes. Si no se tiene en cuenta la mayor temperatura ambiente que suponen estos nuevos cables y se reduce la carga de los circuitos antiguos se pueden producir sobrecalentamientos peligrosos para la instalación.

En estos casos hay que recalcular las intensidades de cada circuito teniendo en cuenta el agrupamiento final resultante.

Aislamiento	Temperatura ambiente ( $\theta_a$ ) (°C)											
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	
Tipo PVC (termoplástico)	1,40	1,34	1,29	1,22	1,15	1,08	1,00	0,91	0,82	0,70	0,57	
Tipo XLPE o EPR (termoestable)	1,26	1,23	1,19	1,14	1,10	1,05	1,00	0,96	0,90	0,83	0,78	

**Ilustración 113.** Factor de corrección de la intensidad admisible para temperaturas ambiente diferentes de 40 °C

El calentamiento mutuo de los cables, cuando varios circuitos coinciden en la misma canalización, obliga a considerar un factor de corrección adicional para tener en cuenta la mayor dificultad para disipar el calor generado, ya que esta situación equivale a una mayor temperatura ambiente.

Por esta razón, la Norma UNE 20-460-5-523 incluye la tabla A.52-3 en la que se reseñan los factores de corrección a considerar cuando en una canalización se encuentran juntos varios circuitos o varios cables multiconductores. Estos factores deben utilizarse para modificar las intensidades indicadas en la tabla A.52-1 bis o en la tabla básica simplificada antes citada.



Punto	Disposición	Número de circuitos o cables multiconductores									
		1	2	3	4	6	9	12	16	20	
1	Empotrados, embutidos (dentro de un mismo tubo, canal o conducto o grapados sobre una superficie al aire	1,0	0,80	0,70	0,70	0,55	0,50	0,45	0,40	0,40	
2	Capa única sobre los muros o los suelos o bandejas no perforadas	1,00	0,85	0,80	0,75	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	
3	Capa única en el techo	0,95	0,80	0,70	0,70	0,65	0,60	0,60	0,60	0,60	
4	Capa única sobre bandejas perforadas horizontales o verticales	1,0	0,90	0,80	0,75	0,75	0,70	0,70	0,70	0,70	
5	Capa única sobre escaleras de cables, abrazaderas, etc.	1,0	0,85	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	



**Ilustración 114.** Factor de agrupamiento según número de circuitos

Dado que en nuestro caso de estudio, un método de instalación muy usado es en bandeja perforada, existen tablas más específicas para este método de instalación como es la mostrada a continuación.

Método de instalación de la tabla 52-B2		Número de bandejas	Número de circuitos trifásicos (nota 2)		
			1	2	3
Bandejas perforadas (nota 3) (Instalación referencia 31)	Cables en contacto (1 capa)	1	0,98	0,91	0,87
		2	0,96	0,87	0,81
		3	0,95	0,85	0,78
Bandejas perforadas verticales (nota 4) (Instalación referencia 31)	Cables en contacto (1 capa)	1	0,96	0,86	—
		2	0,95	0,84	—
Escaleras de cables, abrazaderas, etc. (nota 3) (Instalaciones referencia 32, 33 y 34)	Cables en contacto (1 capa)	1	1,00	0,97	0,96
		2	0,98	0,93	0,89
		3	0,97	0,90	0,86
Bandejas perforadas (nota 3) (Instalación referencia 31)	Circuitos separados al menos dos veces el D del cable (tresbolillo)	1	1,00	0,98	0,96
		2	0,97	0,93	0,89
		3	0,96	0,92	0,86
Bandejas perforadas verticales (nota 4) (Instalación referencia 31)	Circuitos separados al menos dos veces el D del cable (tresbolillo)	1	1,00	0,91	0,89
		2	1,00	0,90	0,86
Escaleras de cables, abrazaderas, etc. (nota 3) (Instalaciones referencia 32, 33 y 34)	Circuitos separados al menos dos veces el D del cable (tresbolillo)	1	1,00	1,00	1,00
		2	0,97	0,95	0,93
		3	0,96	0,94	0,94



**Ilustración 115.** Factores de reducción por agrupamiento para varios cables unipolares al aire (Método F)

NOTA 2: Para circuitos que incluyen varios cables en paralelo por fase conviene que cada grupo de tres conductores sea considerado como un circuito para la aplicación de esta tabla.



En la siguiente tabla se muestra un resumen de los cálculos realizados para los diferentes circuitos.

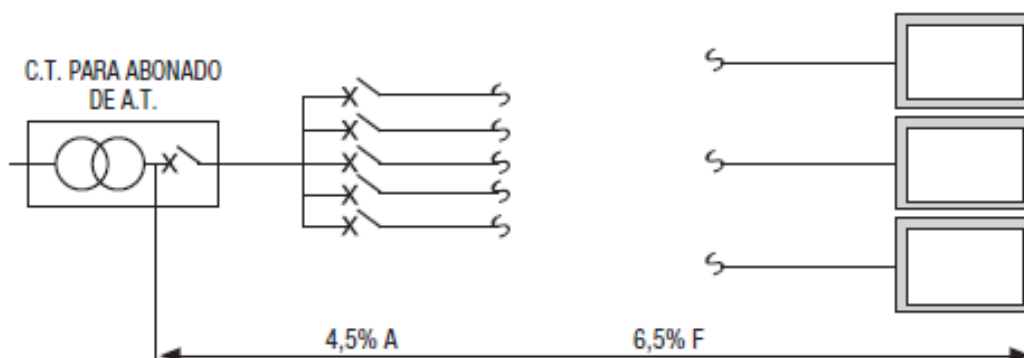
**Tabla 49 – Resumen de los cálculos según el criterio de capacidad por carga permanente**

DESCRIPCIÓN DEL TRAMO / ORIGEN -DESNTO	MODO DE INSTALACIÓN	POTENCIA APARENTE DE CÁLCULO (S)	INTENSIDAD CÁLCULO (A)	FACTOR DE CORRECCIÓN	I <sub>B</sub> (A)	SECCIÓN (mm <sup>2</sup> )	INTENSIDAD ADMISIBLE (A)	Nº CIRCUITOS (PARALELO)	INTENSIDAD MÁX CABLE (A)
DI <sub>1</sub> ----> TRAFO 1 - CGD	<b>F</b> - BANDEJA PERFORADA	1.250,0	1.804,22	0,81	2.227,43	240	490	5	2.450
DI <sub>2</sub> ----> TRAFO 2 - CGD		1.250,0	1.804,22	0,81	2.227,43	240	490	5	2.450
DESCRIPCIÓN DEL TRAMO / ORIGEN -DESNTO		POTENCIA CÁLCULO (W)	INTENSIDAD CÁLCULO (A)	FACTOR DE CORRECCIÓN	I <sub>B</sub> (A)	SECCIÓN (mm <sup>2</sup> )	INTENSIDAD ADMISIBLE (A)	Nº CIRCUITOS (PARALELO)	INTENSIDAD MÁX CABLE (A)
L <sub>CD1</sub> ----> CGBT - CSD <sub>1</sub>	<b>F</b> BANDEJA PERFORADA SOBRE PARED	683.443	1.233,08	0,81	1.522,32	185	415	4	1.660
L <sub>CD2</sub> ----> CGBT - CSD <sub>2</sub>		130.000	234,55	1,00	234,55	95	271	1	271
L <sub>CD3</sub> ----> CGBT - CSD <sub>3</sub>		403.000	727,10	0,81	897,65	240	490	2	980
L <sub>CD4</sub> ----> CGBT - CSD <sub>4</sub>		900.000	1.623,80	0,81	2.004,69	185	415	5	2.075
L <sub>CD5</sub> ----> CGBT - CSD <sub>5</sub>		167.718	302,60	1,00	302,60	185	415	1	415
L <sub>CD6</sub> ----> CGBT - CSD <sub>6</sub>		128.870	232,51	1,00	232,51	95	271	1	271
CSD <sub>1</sub> - COCINA DE COLAS	<b>B1</b> TUBO FLEXIBLE	60.000	108,25	1,00	108,25	35	119	1	119
CSD <sub>1</sub> - COMPRESOR TORNILLO		150.000	270,63	1,00	270,63	150	299	1	299
CSD <sub>1</sub> - COMPRESOR SIN CALDERIN		75.000	135,32	1,00	135,32	50	145	1	145
CSD <sub>1</sub> - BOMBA DE AGUA		11.500	20,75	1,00	20,75	4	31	1	31
CSD <sub>1</sub> - GRUPO CONTRA INCENDIOS		150.000	270,63	1,00	270,63	150	299	1	299
CSD <sub>1</sub> - DEPURADORA DE AGUA		12.000	21,65	1,00	21,65	4	31	1	31
CSD <sub>1</sub> - CALDERA DE VAPOR		107.000	193,05	1,00	193,05	95	224	1	224
CSD <sub>1</sub> - MÁQUINA MONTADORA		10.000	18,04	1,00	18,04	2,5	23	1	23
CSD <sub>1</sub> - EXTRACTOR ASEOS		36	0,06	1,00	0,06	1,5	16,5	1	16,50
CSD <sub>2</sub> - FLEJADORA	<b>B1</b> TUBO FLEXIBLE	15.000	27,06	1,00	27,06	6	40	1	40
CSD <sub>2</sub> - INSERTADORA PALETS		25.000	45,11	1,00	45,11	10	54	1	54
CSD <sub>2</sub> - ENVOLVEDORA		15.000	27,06	1,00	27,06	6	40	1	40
CSD <sub>2</sub> - RODILLO		50.000	90,21	1,00	90,21	35	119	1	119
CSD <sub>2</sub> - PALETIZADORA M924		25.000	45,11	1,00	45,11	10	54	1	54
CSD <sub>3</sub> - TROQUELADORA 6C	<b>B1</b> TUBO FLEXIBLE	150.000	270,63	1,00	270,63	150	299	1	299
CSD <sub>3</sub> - TROQUELADORA 4C		120.000	216,51	1,00	216,51	95	224	1	224
CSD <sub>3</sub> - PLEGADORA CURIONI		50.000	90,21	1,00	90,21	35	119	1	119
CSD <sub>3</sub> - FLEJADORA		15.000	27,06	1,00	27,06	6	40	1	40
CSD <sub>3</sub> - PEGADORA GILABERT		5.000	9,02	1,00	9,02	1,5	16,500	1	16,50
CSD <sub>3</sub> - CIZALLAS		3.000	5,41	1,00	5,41	1,5	16,500	1	16,50
CSD <sub>3</sub> - TROQUELADORA PLANA		60.000	108,25	1,00	108,25	35	119	1	119,0
CSD <sub>4</sub> - ONDULADORA	<b>B1</b> TUBO FLEXIBLE	900.000	1.623,80	0,81	2.004,69	240	401	5	2.005
CSD <sub>5</sub> - CLIMATIZADORES OFICINAS	<b>B1</b> TUBO FLEXIBLE	4.400	7,94	1,00	7,94	1,5	16,5	1	17
CSD <sub>5</sub> - EXTRACTOR PARA ASEOS		32	0,06	1,00	0,06	1,5	16,5	1	17
CSD <sub>6</sub> - CLIMATIZADOR 1 NAVE	<b>B1</b> TUBO FLEXIBLE	47.500	85,70	1,00	85,70	35	119	1	119
CSD <sub>6</sub> - CLIMATIZADOR 2 NAVE		47.500	85,70	1,00	85,70	35	119	1	119



### II.2.3. CRITERIO DE CAIDA DE TENSIÓN

La ITC-BT-19 limita la caída de tensión desde el origen de la instalación hasta cada uno de los receptores, teniendo en cuenta que para el caso de estudio tenemos una instalación industrial con centro de transformación propio, por lo que se admite un máximo de 4,5% para circuitos de alumbrado y de 6,5% para circuitos de otros usos.



**Ilustración 116.** Caída de tensión admisible según ITC-BT-19

La expresión mediante la que se calcula la caída de tensión en cada tramo es la siguiente, cabe destacar que se desprecia el efecto inductivo de los cables.

$$u = \frac{P \cdot L}{\sigma_{cu90^\circ} \cdot S_c \cdot V}$$

Donde:

$u$	Caída de tensión [V]
$P$	Potencia del tramo [W]
$L$	Longitud del tramos [m]
$\sigma_{cu90^\circ}$	Conductividad del cobre a la $t^\circ$ de servicio
$S_c$	Sección del tramo [ $mm^2$ ]
$V$	Tensión de servicio [V]

La conductividad del cobre a 90 grados es la siguiente:

$$\sigma_{cu90^\circ} = 44 \frac{m}{\Omega mm^2}$$



## II.2.4. CRITERIO CAPACIDAD DE CARGA EN CORTOCIRCUITO

Es la intensidad máxima admisible en cortocircuito, en función del tiempo, para no alcanzar la temperatura máxima del aislamiento.

$$S_{cc} = \frac{I_{cc} \cdot \sqrt{t}}{K}$$

Donde:

$S_{cc}$	<i>Sección mínima por cortocircuito [mm<sup>2</sup>]</i>
$I_{cc}$	<i>Intensidad de cortocircuito en la punto de estudio [kVA]</i>
$t$	<i>tiempo de duración del cortocircuito [s]</i>
$K$	<i>Constante que depende del conductor y de las temperaturas al inicio y al final del cortocircuito</i>

El valor de la constante K para cobre y con aislamiento XLPE es de 143.

Dado que el tiempo de despeje de los cortocircuito no se conoce y dependerá de la apartamenta a emplear, este criterio se comprueba que se cumple cuando se elija la apartamenta y se describan todos los criterios que esta debe cumplir.

Por otro lado, en la instalación en estudio existen dos transformadores, existirán de la misma manera dos derivaciones individuales que partirán de los trafos de potencia y tendrán como destino el Cuadro General De Baja tensión. Debido a que ambos transformadores tienen la misma potencia 1.250 kVA, las dos derivaciones individuales son exactamente iguales. En este apartado se describe como son estos circuitos.

En la tabla resumen se muestra el dimensionamiento de las secciones desde los trafos hasta todos los receptores trifásicos de la nave industria y de las salas de máquinas. Las secciones de las tomas de corriente y de la iluminación tanto interiores como exterior sigue procedimientos de cálculo algo diferentes a los mencionados, dado que son cargas que están distribuidas uniformemente. Estos cálculos no entran dentro del alcance del proyecto. No obstante, se aproximan sus valores en apartados posteriores.



## II.2.5. RESUMEN DE LAS SECCIONES ELEGIDAS PARA TODOS LOS CIRCUITOS

**Tabla 50** – Resumen de las secciones elegidas para los circuitos de la instalación interior

DESCRIPCIÓN DEL TRAMO / ORIGEN -DESTINO	POTENCIA APARENTE DE CÁLCULO (S)	DISTANCIA (m)	INTENSIDAD CÁLCULO (A)	Nº CIRCUITOS Y INTENSIDAD POR CIRC.	CAIDA TENSIÓN (V)	CAIDA TENSIÓN PARCIAL (%)	CAIDA TENSIÓN ACUMULADA (%)	SECCION DEL CONDUCTOR R21 - k (mm²)	CANALIZACIÓN (mm)
$DI_1$ ----> TRAFO 1 - CGBT	1.250,0	10	1.804,22	5 · 490 A/Circ.	0,54	0,14%	0,14%	3x5x1x240 + 3x240	BANDEJA 1 Ancho = 550 mm
$DI_2$ ----> TRAFO 2 - CGBT	1.250,0	10	1.804,22	5 · 490 A/Circ.	0,54	0,14%	0,14%	3x5x1x240 + 3x240	
DESCRIPCIÓN DEL TRAMO / ORIGEN -DESTINO	POTENCIA CÁLCULO (W)	DISTANCIA (m)	INTENSIDAD CÁLCULO (A)	INTENSIDAD ADMISIBLE (A)	CAIDA TENSIÓN (V)	CAIDA TENSIÓN PARCIAL (%)	CAIDA TENSIÓN ACUMULADA (%)	SECCION DEL CONDUCTOR R21 - k (mm²)	CANALIZACIÓN (BANDEJA en mm) (TUBO en ø)
$L_{CD1}$ ----> CGBT - CSD <sub>1</sub>	683.443	110	1.160,55	4 · 415 A/Circ.	5,29	1,32%	1,46%	3x4x1x185 + 2x95	BANDEJA 2 - A = 400 mm
$L_{CD2}$ ----> CGBT - CSD <sub>2</sub>	130.000	20	220,75	271	1,43	0,36%	0,49%	3x1x95 + 1x50	BANDEJA 3 - A = 100 mm
$L_{CD3}$ ----> CGBT - CSD <sub>3</sub>	403.000	135	684,33	2 · 490 A/Circ.	5,90	1,48%	1,61%	3x2x1x240 + 1x240	BANDEJA 4 - A = 300 mm
$L_{CD4}$ ----> CGBT - CSD <sub>4</sub>	900.000	125	1.528,28	5 · 415 A/Circ.	6,33	1,58%	1,72%	3x5x1x185 + 2x240	BANDEJA 5 - A = 500 mm
$L_{CD5}$ ----> CGBT - CSD <sub>5</sub>	167.718	220	284,80	415	10,39	2,60%	2,73%	3x1x185 + 1x95	BANDEJA 6 - A = 100 mm
$L_{CD6}$ ----> CGBT - CSD <sub>6</sub>	128.870	10	218,83	271	0,71	0,18%	0,31%	3x1x95 + 1x50	BANDEJA 7 - A = 100 mm
$CSD_1$ - COCINA DE COLAS	60.000	90	101,89	119	8,04	2,009%	2,145%	4x1x35 + 1x16	TUBO 1 - ø = 75 mm
$CSD_1$ - COMPRESOR TORNILLO	150.000	80	254,71	299	4,17	1,042%	1,177%	4x1x150 + 1x95	TUBO 2 - ø = 110 mm
$CSD_1$ - COMPRESOR SIN CALDERIN	75.000	80	127,36	145	6,25	1,563%	1,698%	4x1x50 + 1x35	TUBO 3 - ø = 63 mm
$CSD_1$ - BOMBA DE AGUA	11.500	65	19,53	31	9,73	2,433%	2,569%	5x1x4	TUBO 4 - ø = 63 mm
$CSD_1$ - GRUPO CONTRA INCENDIOS	150.000	50	254,71	299	2,60	0,651%	0,787%	4x1x150 + 1x95	TUBO 5 - ø = 110 mm
$CSD_1$ - DEPURADORA DE AGUA	12.000	70	20,38	31	10,94	2,734%	2,870%	5x1x4	TUBO 6 - ø = 63 mm
$CSD_1$ - CALDERA DE VAPOR	107.000	45	181,70	224	2,64	0,660%	0,796%	4x1x95 + 1x50	TUBO 7 - ø = 110 mm
$CSD_1$ - MÁQUINA MONTADORA	10.000	25	16,98	23	5,21	1,302%	1,438%	5x1x2,5	TUBO 8 - ø = 63 mm
$CSD_1$ - EXTRACTOR ASEOS	36	100	0,06	16,5	0,13	0,031%	0,167%	5x1x1,5	TUBO 9 - ø = 63 mm
$CSD_2$ - FLEJADORA	15.000	15	25,47	40	1,95	0,4883%	0,6239%	5x1x6	TUBO 10 - ø = 63 mm
$CSD_2$ - INSERTADORA PALETS	25.000	30	42,45	54	3,91	0,9766%	1,1122%	5x1x10	TUBO 11 - ø = 63 mm
$CSD_2$ - ENVOLVEDORA	15.000	15	25,47	40	1,95	0,4883%	0,6239%	5x1x6	TUBO 12 - ø = 63 mm
$CSD_2$ - RODILLO	50.000	130	84,90	119	9,67	2,4182%	2,5538%	4x1x35 + 1x16	TUBO 13 - ø = 75 mm
$CSD_2$ - PALETIZADORA M924	25.000	85	42,45	54	11,07	2,7669%	2,9026%	5x1x10	TUBO 14 - ø = 63 mm
$CSD_3$ - TROQUELADORA 6C	150.000	50	254,71	299	2,60	0,6510%	0,7867%	4x1x150 + 1x95	TUBO 15 - ø = 110 mm
$CSD_3$ - TROQUELADORA 4C	120.000	40	203,77	224	2,63	0,6579%	0,7935%	4x1x95 + 1x50	TUBO 16 - ø = 110 mm
$CSD_3$ - PLEGADORA CURIONI	50.000	20	84,90	119	1,49	0,3720%	0,5077%	4x1x35 + 1x16	TUBO 17 - ø = 75 mm
$CSD_3$ - FLEJADORA	15.000	20	25,47	40	2,60	0,6510%	0,7867%	5x1x6	TUBO 18 - ø = 63 mm
$CSD_3$ - PEGADORA GILABERT	5.000	50	8,49	16,5	8,68	2,1701%	2,3058%	5x1x1,5	TUBO 19 - ø = 63 mm
$CSD_3$ - CIZALLAS	3.000	50	5,09	16,5	5,21	1,3021%	1,4377%	4x1x1,5	TUBO 20 - ø = 63 mm
$CSD_3$ - TROQUELADORA PLANA	60.000	30	101,89	119	2,68	0,6696%	0,8053%	4x1x35 + 1x16	TUBO 21 - ø = 75 mm
$CSD_4$ - ONDULADORA	900.000	100	1.528,28	2.005	3,91	0,9766%	1,1122%	4x5x1x240 + 3x240	2 TUBO 22 y 23 - ø = 200 mm
$CSD_5$ - CLIMATIZADORES OFICINAS	4.400	40	7,47	1.500	6,11	1,5278%	1,6634%	5x1x1,5	TUBO 24 - ø = 63 mm
$CSD_5$ - EXTRACTOR PARA ASEOS	32	40	0,05	1.500	0,04	0,0111%	0,1467%	5x1x1,5	TUBO 25 - ø = 63 mm
$CSD_6$ - CLIMATIZADOR 1 NAVE	47.500	70	80,66	35.000	4,95	1,2370%	1,3726%	4x1x35 + 1x16	TUBO 26 - ø = 75 mm
$CSD_6$ - CLIMATIZADOR 2 NAVE	47.500	120	80,66	35.000	8,48	2,1205%	2,2562%	4x1x35 + 1x16	TUBO 27 - ø = 75 mm



## II.2.6. DATOS TÉCNICOS DEL CABLE RZ1-K 06/1 kV (CATÁLOGO)



- Norma constructiva: UNE 21123-4.
- Temperatura de servicio (instalación fija): -40 °C, +90 °C. (Cable termoestable).
- Tensión nominal: 0,6/1 kV.
- Ensayo de tensión en c.a. durante 5 minutos: 3500 V.

### Ensayos de fuego:

- No propagación de la llama: UNE EN 60332-1-2; IEC 60332-1-2.
- No propagación del incendio: UNE EN 50266-2-4; IEC 60332-3-24.
- Libre de halógenos: UNE EN 50267-2-1 ; IEC 60754-1 ; BS 6425-1.
- Reducida emisión de gases tóxicos: DEF STAN 02-713 ; NFC 20454 ; lt 1,5.
- Baja emisión de humos opacos: UNE EN 61034-2 ; IEC 61034-2.
- Nula emisión de gases corrosivos: UNE EN 50267-2-2 ; IEC 60754-2 ; NFC 20453 ; BS 6425-2 ; pH 4,3 ; C 10 μS/mm.

## DESCRIPCIÓN

### CONDUCTOR

**Metal:** Cobre electrolítico recocido.

**Flexibilidad:** Flexible, clase 5, según UNE EN 60228.

**Temperatura máxima en el conductor:** 90 °C en servicio permanente, 250 °C en cortocircuito.

### AISLAMIENTO

**Material:** Mezcla de polietileno reticulado (XLPE), tipo DIX3.

**Colores:** Amarillo/verde, azul, gris, marrón y negro; según UNE 21089-1.  
(Ver tabla de colores según número de conductores).

### CUBIERTA

**Material:** Mezcla especial cero halógenos, tipo AFUMEX Z1.

**Color:** Verde, con franja de color identificativa de la sección y que permite escribir sobre la misma para identificar circuitos (ver colores en página siguiente).



Sección nominal mm <sup>2</sup>	Espesor de aislamiento mm	Diámetro exterior mm	Peso total kg/km	Resistencia del conductor a 20 °C Ω/km	Intensidad admisible al aire (1) A	Intensidad admisible enterrado (2) A	Caída de tensión V/A km	
							cos φ = 1	cos φ = 0,8
1 x 1,5	0,7	5,7	42	13,3	21	No Permitido	26,5	21,36
1 x 2,5	0,7	6,2	60	7,98	29	No Permitido	15,92	12,88
1 x 4	0,7	6,8	74	4,95	38	No Permitido	9,96	8,1
1 x 6	0,7	7,3	96	3,3	49	44	6,74	5,51
1 x 10	0,7	8,4	140	1,91	68	58	4	3,31
1 x 16	0,7	9,4	195	1,21	91	75	2,51	2,12
1 x 25	0,9	11	290	0,78	116	96	1,59	1,37
1 x 35	0,9	12,6	395	0,55	144	117	1,15	1,01
1 x 50	1	14,2	550	0,38	175	138	0,85	0,77
1 x 70	1,1	15,8	750	0,27	224	170	0,59	0,56
1 x 95	1,1	17,9	970	0,20	271	202	0,42	0,43
1 x 120	1,2	19	1200	0,16	314	230	0,34	0,36
1 x 150	1,4	21,2	1480	0,12	363	260	0,27	0,31
1 x 185	1,6	23,9	1866	0,10	415	291	0,22	0,26
1 x 240	1,7	26,9	2350	0,08	490	336	0,17	0,22
1 x 300	1,8	29,5	3063	0,06	630	380	0,14	0,19



## II.2.7. DATOS TÉCNICOS LAS CANALIZACIONES

### - Bandeja portables:

La bandeja perforada portables será del fabricante KTS, teniendo en cuenta que cada bandeja debe admitir el número total de cables que circulan por él en una fila.



#### Bandeja portables MKS

Tipo	Ancho mm	Espesor de chapa mm	Longitud mm	Secc. útil cm <sup>2</sup>	Carga admis.:				Peso kg/100 m	Código
					1,5 m	2,0 m	2,5 m	3,0 m		
MKS 110 FS	100	1	3000	108	1,85	1,3	0,75	0,6	243,100	6060 10 2
MKS 120 FS	200	1	3000	218	1,85	1,3	0,75	0,6	308,500	6060 19 6
MKS 130 FS	300	1	3000	328	1,85	1,3	0,75	0,6	373,900	6060 30 7
MKS 140 FS	400	1	3000	438	1,85	1,3	0,75	0,6	438,700	6060 40 4
MKS 150 FS	500	1	3000	548	1,85	1,3	0,75	0,6	503,700	6060 41 2
MKS 155 FS	550	1	3000	603	1,85	1,3	0,75	0,6	536,700	6060 52 8

St Acero

FS galvanizado en banda

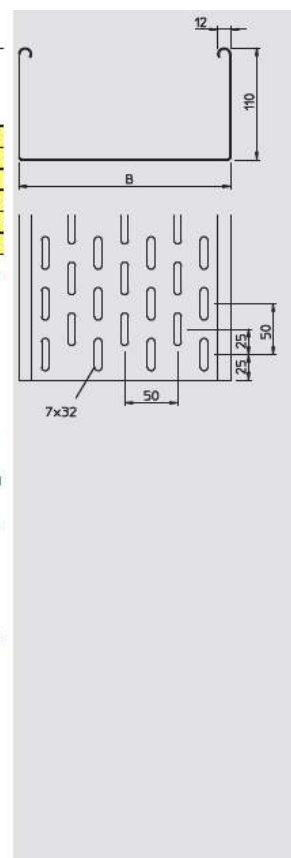
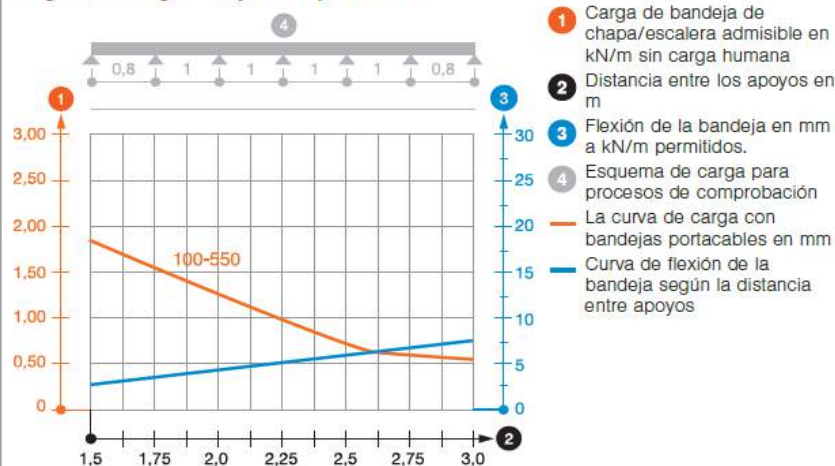
/m

MKS 110 = sistema de bandejas portables para cargas medias de ala 110 mm.

Aislamiento magnético sin tapa 20 dB, con tapa 50 dB.

Incluido union RLVL 110.

#### Diagrama de carga bandeja de chapa MKS 110



**Ilustración 117.** Datos Técnicos de las bandejas portables a utilizar



- **Tubo Flexible:**

Los circuitos desde los CSD hasta los receptores van en canalización en tubo, que será del fabricante AISCAN y con las siguientes características.

**Accesorios**

MANGUITO ENCHUFABLE DOBLE  
PARED (pag. 40)  
TAPÓN-DP (pag. 40)  
SEPARADOR-DP (pag. 40)

**Certificaciones**



## AISCAN-DP LIGERO (DRL)

### 250 N - ROLLOS

**Características Técnicas**

Según norma UNE-EN 50086-2-4

TIPO: TUBO DE PARED MÚLTIPLE (INTERIOR LISA Y EXTERIOR CORRUGADA) CURVABLE.  
TIPO "L" (LIGERO).

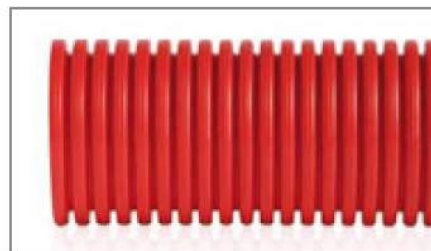
PROPAGADOR DE LA LLAMA: SI.  
INFLUENCIAS EXTERNAS: IP54.  
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN: >250 N.  
RESISTENCIA AL IMPACTO: LIGERA.

COLOR: NARANJA.  
GUÍA INCORPORADA: SI.

CUMPLE CON: NORMA UNE-EN-50267-2-2 SOBRE MATERIAL LIBRE DE HALÓGENOS.

INCLUYE: EN CADA TUBO O CURVA SE SUMINISTRA UN MANGUITO INCORPORADO (SIN CARGO).

INSTALACIÓN: SE REALIZARÁ SEGÚN INSTRUCCIONES DEL R.E.B.T.



REFERENCIA	Ø Exterior	Ø Interior Min.	Rollo (metros)
DRL40	40 +0.8/-0	30.5	100/50
DRL50	50 +1/-0	40	100/50
DRL63 *	63 +1.2/-0	48.5	100/50
DRL75	75 +1.4/-0	56	100
DRL90 *	90 +1.7/-0	73	75
DRL110 *	110 +2/-0	88	50
DRL125 *	125 +2.3/-0	105	50
DRL160	160 +2.8/-0	130	50
DRL200	200 +3.6/-0	173	50

(\*) Referencias disponibles en color VERDE.

**Ilustración 118.** Datos técnicos del tubo flexible a instalar

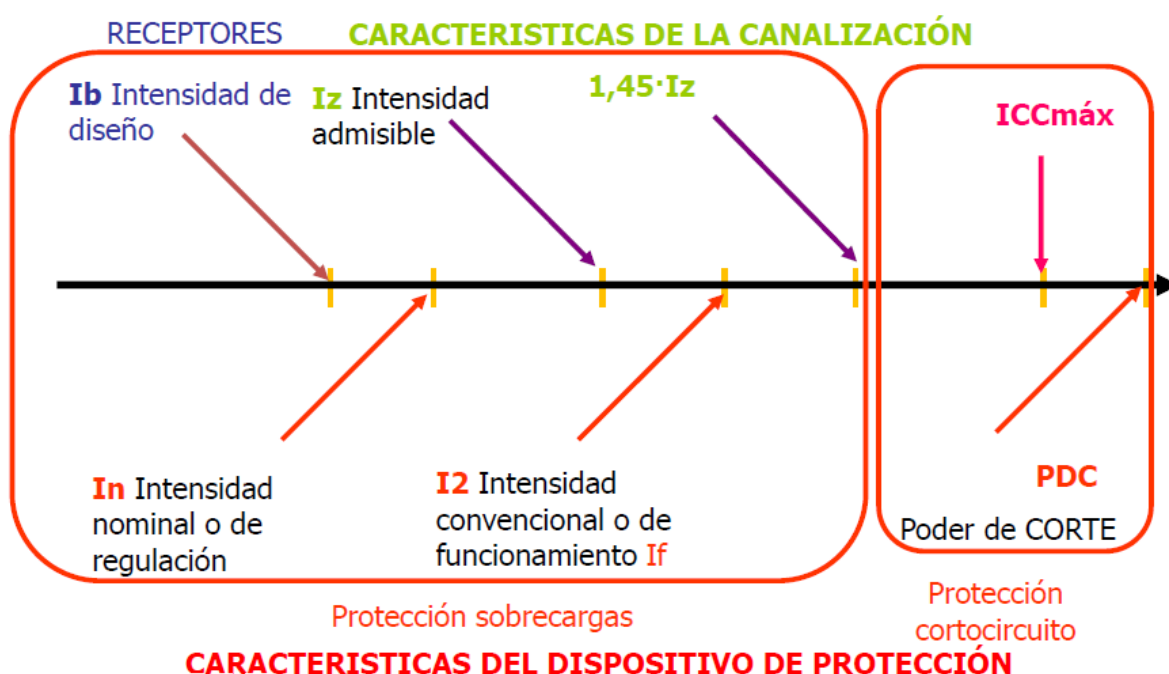


## II.3. CRITERIOS PARA LA SELECCIÓN DE LA APARAMENTA

Se sigue la **ITC-BT-22**, las protecciones a instalar en una instalación son contra las Sobreintensidades, contra las sobretensiones y contra la subtensiones. No obstante, en el presente proyecto se describirá y se calcula las protecciones contra Sobreintensidades.

Las sobrecargas son corrientes mayores que la nominal que se mantienen durante largo tiempo. Proviene de un mal dimensionado de la instalación. Producen aumento de las pérdidas y de la temperatura.

Mientras que los cortocircuitos son corrientes muy elevadas debidas a fallos de aislamiento, rotura de conductores, averías en equipos, errores humanos, etc.



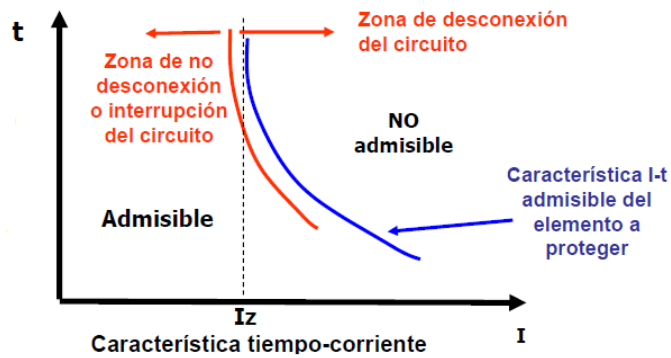
### CARACTERÍSTICAS DEL DISPOSITIVO DE PROTECCIÓN

**Ilustración 119.** Características de los dispositivos de protección.

### II.3.1. PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGAS

La regla general para proteger las instalaciones contra sobrecargas, si conocemos la imagen térmica del elemento a proteger (curva tiempo-corriente admisible), la elección del elemento de protección se hará de forma que su curva este siempre por debajo de la curva límite del elemento o conductor a proteger.





**Ilustración 120.** Características tiempo-corriente para la protección contra sobrecargas.

La característica de funcionamiento de un dispositivo que protege un cable contra sobrecargas debe satisfacer los siguientes criterios:

- **Principio de intensidad nominal**

$$I_B \leq I_n \leq I_z$$

Donde:

$I_B$	Intensidad para la que se ha diseñado el circuito según la previsión de cargas [A]
$I_n$	Intensidad asignada o de regulación del dispositivo [A]
$I_z$	Corriente admisible del cable [A]

- **Principio de disparo**

$$I_2 \leq 1,45 \cdot I_z$$

Donde:

$I_2$	Intensidad que asegura la actuación del dispositivo
-------	---

Interruptor automático según norma	Todos los polos cargados		Tiempo convencional (h)
	$I_{nf}$	$I_f (I_2)$	
UNE-EN 60898	$1,13 I_n (I_r)$	$1,45 I_n (I_r)$	2 h para $I_n \leq 63$ A 1 h para $I_n > 63$ A
UNE-EN 60947-2	$1,05 I_n (I_r)$	$1,30 I_n (I_r)$	2 h para $I_n \leq 63$ A 1 h para $I_n > 63$ A

**Ilustración 121.** Intensidades de funcionamiento para interruptores automáticos.

Para interruptores automáticos se cumple siempre por lo que no se comprobará.



## II.3.2. PROTECCIÓN CONTRA CORTOCIRCUITOS

- **Criterio de poder de corte**

El poder de corte del dispositivo de protección debe ser igual o mayor que la intensidad de cortocircuito máxima prevista en su punto de la instalación.

$$I_k'' \leq PdC$$

- **Criterio de tiempo de corte**

El tiempo de corte  $t_c$  de toda corriente que resulte de un cortocircuito que se produzca en un punto cualquiera del circuito, no debe ser superior al tiempo admisible  $t_{ad}$  para que el elemento protegido tarde en alcanzar su temperatura límite admisible ( $T^a$  adm).

$$t_c \leq t_{ad}$$

En conductores, para que la temperatura del cable no supere el valor admisible se debe cumplir:

$$I^2 \cdot t_c \leq I^2 \cdot t_{ad} = k^2 \cdot S^2$$

Donde:

$I^2 \cdot t_c$	<i>Energía que deja pasar la protección hasta la extinción</i>
$I^2 \cdot t_{ad}$	<i>Solicitud térmica durante el cortocircuito en el cable</i>
$k^2 \cdot S^2$	<i>Capacidad de carga del conductor</i>

Material conductor	Material aislante			
	Goma	PVC	XLPE/EPR	Caucho butílo
Cobre	135	115	143	135
Aluminio	87	74	94	87

**Ilustración 122.** Valores de la constante “k” según material y aislante



En la siguiente tabla se muestra un resumen de los criterios de cálculo seguidos para la selección de la aparamenta.

### Protección contra sobrecargas

$$\text{a) } I_B \leq I_n \leq I_z \qquad \text{b) } I_2 \leq 1,45 I_z$$

### Protección contra cortocircuitos

a)  $I_{cn} (I_{cu}) > I''_k$  máxima prevista en el punto de instalación de la protección.

b) El cable debe soportar la intensidad de cortocircuito que se pueda producir en él.

$$\underbrace{(I_{cc}^2 t_c)_{Disp}}_{\text{Energía que deja pasar la protección}} \leq \underbrace{k^2 s^2}_{\text{Energía que soporta el cable}} \quad \left\| \quad s_{cc} = \frac{I''_k \sqrt{t}}{k} \right.$$

Tamaño en que actúa la protección contra cortocircuitos

c) La protección debe cortar la corriente mínima de cortocircuito al final del circuito (cortocircuito fase-neutro o fase-fase).

$$I_{mag} < I_{cc} \text{ monofásico.}$$

Interruptores automáticos

$$I_{cc} \text{ monofásico} > I_{corte} \text{ antes de 5s.}$$

Fusibles. Banda de dispersión  $\pm 20\%$

**Ilustración 123.** Resumen del procedimiento para la selección de la aparamenta de protección



## II.3.3. RESUMEN DE LOS CÁLCULOS DE LAS PROTECCIONES

DESCRIPCIÓN DEL TRAMO  ORIGEN -DESITNO	PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGAS			PROTECCIÓN CONTRA CORTOCIRCUITOS					DESCRIPCIÓN DEL INTERRUPTOR AUTOMÁTICO
	1º) CRITERIO DE INTENSIDAD NOMINAL			1º) CRITERIO PODER DE CORTE		2º) CRITERIO TIEMPO DE CORTE			
	I <sub>B</sub> (A)	I <sub>N</sub> (A)	I <sub>Z</sub> (A)	I <sub>K</sub> '' (kA)	PdC (kA)	I <sup>2</sup> · t <sub>c</sub>	K <sup>2</sup> · S <sup>2</sup>		
DI <sub>1</sub> ----> TRAF0 1 - CGBT	2.227	< 2.375	< 2.450	3,79	< 70	200.000.000	< 29.446.560.000	NS2500N - Micrologic 5.0 α 0,95	
DI <sub>2</sub> ----> TRAF0 2 - CGBT	2.227	< 2.375	< 2.450	3,79	< 70	200.000.000	< 29.446.560.000	NS2500N - Micrologic 5.0 α 0,95	
L <sub>CD1</sub> ----> CGBT - CSD <sub>1</sub>	1.522	< 1.600	< 1.660	6,14	< 50	200.000.000	< 11.197.872.400	NS1600N - Micrologic 5.0 α 1	
L <sub>CD2</sub> ----> CGBT - CSD <sub>2</sub>	235	< 250	< 271	6,14	< 50	100.000	< 184.552.225	NSX 250F - Control TM-D α 1	
L <sub>CD3</sub> ----> CGBT - CSD <sub>3</sub>	898	< 950	< 980	6,14	< 50	200.000.000	< 4.711.449.600	NS1000N - Micrologic 5.0 α 0,95	
L <sub>CD4</sub> ----> CGBT - CSD <sub>4</sub>	2.005	< 2000	< 2.075	6,14	< 70	200.000.000	< 17.496.675.625	NS2500N - Micrologic 5.0 α 0,95	
L <sub>CD5</sub> ----> CGBT - CSD <sub>5</sub>	303	< 400	< 415	6,14	< 50	1.000.000	< 699.867.025	NSX 400N - Micrologic 2.3 α 400x1	
L <sub>CD6</sub> ----> CGBT - CSD <sub>6</sub>	233	< 250	< 271	6,14	< 36	100.000	< 184.552.225	NSX 250F - Control TM-D α 1	
CSD <sub>1</sub> - COCINA DE COLAS	108	< 112	< 119	3,28	< 36	100.000	< 25.050.025	NSX 160F - Control TM-D α 0,7	
CSD <sub>1</sub> -COMPRESOR TORNILLO	271	< 280	< 299	3,28	< 50	1.000.000	< 460.102.500	NSX 400N - Micrologic 2.3 α 280x1	
CSD <sub>1</sub> -COMPRESOR SIN CALDERIN	135	< 144	< 145	3,28	< 36	100.000	< 51.122.500	NSX 160F - Control TM-D α 0,9	
CSD <sub>1</sub> -BOMBA DE AGUA	21	< 30	< 31	3,28	< 10	18.000	< 327.184	Schneider IC60N - curva C	
CSD <sub>1</sub> - GRUPO CONTRA INCENDIOS	271	< 280	< 299	3,28	< 50	1.000.000	< 460.102.500	NSX 400N - Micrologic 2.3 α 280x1	
CSD <sub>1</sub> -DEPURADORA DE AGUA	22	< 30	< 31	3,28	< 10	18.000	< 327.184	Schneider IC60N - curva C	
CSD <sub>1</sub> -CALDERA DE VAPOR	193	< 200	< 224	3,28	< 36	100.000	< 184.552.225	NSX 250F - Control TM-D α 0.8	
CSD <sub>1</sub> -MÁQUINA MONTADORA	18	< 20	< 23	3,28	< 10	12.500	< 127.806	Schneider IC60N - curva C	
CSD <sub>1</sub> -EXTRACTOR ASEOS	0,06	< 1,5	< 17	3,28	< 10	100	< 46.010	Schneider IC60N - curva C	
CSD <sub>2</sub> - FLEJADORA	27	< 30	< 40	3,82	< 10	20.000	< 736.164	Schneider IC60N - curva C	
CSD <sub>2</sub> - INSERTADORA PALETS	45	< 50	< 54	3,82	< 10	30.000	< 2.044.900	Schneider IC60N - curva C	
CSD <sub>2</sub> - ENVOLVEDORA	27	< 30	< 40	3,82	< 10	20.000	< 736.164	Schneider IC60N - curva C	
CSD <sub>2</sub> - RODILLO	90	< 100	< 119	3,82	< 36	100.000	< 25.050.025	NSX 100F - Control TM-D α 1	
CSD <sub>2</sub> - PALETIZADORA M924	45	< 50	< 54	3,82	< 10	30.000	< 2.044.900	Schneider IC60N - curva C	
CSD <sub>3</sub> - TROQUELADORA 6C	271	< 280	< 299	1,72	< 50	1.000.000	< 460.102.500	NSX 400N - Micrologic 2.3 α 280x1	
CSD <sub>3</sub> - TROQUELADORA 4C	217	< 220,5	< 224	1,72	< 36	1.000.000	< 184.552.225	NSX 250F - Micrologic 2.2 α 225 x 0,98	
CSD <sub>3</sub> - PLEGADORA CURIONI	90	< 100	< 119	1,72	< 36	100.000	< 25.050.025	NSX 100F - Control TM-D α 1	
CSD <sub>3</sub> - FLEJADORA	27	< 30	< 40	1,72	< 10	8.000	< 736.164	Schneider IC60N - curva C	
CSD <sub>3</sub> - PEGADORA GILABERT	9	< 15	< 17	1,72	< 10	4.000	< 46.010	Schneider IC60N - curva C	
CSD <sub>3</sub> - CIZALLAS	5	< 10	< 17	1,72	< 10	1.200	< 46.010	Schneider IC60N - curva C	
CSD <sub>3</sub> - TROQUELADORA PLANA	108	< 112	< 119	1,72	< 36	100.000	< 25.050.025	NSX 160F - Control TM-D α 0,7	
CSD <sub>4</sub> - ONDULADORA	1.899	< 2.000	< 2.005	3,45	< 70	200.000.000	< 29.446.560.000	NS2000N - Micrologic 5.0 α 1	
CSD <sub>5</sub> - CLIMATIZADORES OFICINAS	8	< 10	< 17	0,41	< 10	800	< 46.010	Schneider IC60N - curva C	
CSD <sub>5</sub> - EXTRACTOR PARA ASEOS	0,06	< 1,5	< 17	0,41	< 10	100	< 46.010	Schneider IC60N - curva C	
CSD <sub>6</sub> - CLIMATIZADOR 1 NAVE	86	< 100	< 119	4,57	< 36	100.000	< 25.050.025	NSX 100F - Control TM-D α 1	
CSD <sub>6</sub> - CLIMATIZADOR 2 NAVE	86	< 100	< 119	4,57	< 36	100.000	< 25.050.025	NSX 100F - Control TM-D α 1	



## II.3.4. HOJA DE CARACTERISTICAS DE LA APAREMATA SELECCIONADA

### • SCHNEIDER IC60N

Certificación  
AENOR



### UNE-EN 60947-2, UNE-EN 60898-1 Curvas B, C y D

- Los iC60N son interruptores automáticos que combinan las siguientes funciones:
- Protección de circuitos contra corrientes de cortocircuito.
- Protección de circuitos contra corrientes de sobrecarga.
- Adecuados para aislamiento industrial según la norma UNE-EN 60947-2.
- Señalización de defecto mediante un indicador mecánico situado en la parte frontal del interruptor automático.

#### Corriente alterna (CA) 50/60 Hz

Poder de corte (Icu) según la norma UNE-EN 60947-2						Poder de corte de servicio (Ics)
	Tensión (Ue)					
F/F (2P, 3P, 4P)	12 a 133 V	220 a 240 V	380 a 415 V	440 V		
F/N (1P, 1P+N)	12 a 60 V	100 a 133 V	220 a 240 V	–		
Calibre (In)	0,5 a 4 A	50 kA	50 kA	50 kA	25 kA	100 % de Icu
	6 a 63 A	36 kA	20 kA	10 kA	6 kA	75 % de Icu

#### Poder de corte (Icn) según la norma UNE-EN 60898-1

		Tensión (Ue)
F/F		400 V
F/N		230 V
Calibre (In)	0,5 a 63 A	6.000 A

#### Corriente continua (CC)

Poder de corte (Icu) según la norma UNE-EN 60947-2					Poder de corte de servicio (Ics)
Tensión (Ue)					
Entre +/-	12 a 72 V	100 a 133 V	220 a 250 V		
Número de polos	1P	2P (en serie)	3P (en serie)	4P (en serie)	
Calibre (In) 0,5 a 63 A	6 kA	6 kA	6 kA	6 kA	100% de Icu

### Datos técnicos

#### Características principales

##### Según la norma UNE-EN 60947-2

Tensión asignada de aislamiento (Ui)	500 V CA	
Grado de contaminación	3	
Tensión asignada impulsional (Uimp)	6 kV	
Disparo térmico	Temperatura de referencia	50 °C
	Degradación por temperatura	Ver capítulo 6
Disparo magnético	Curva B	4 In ± 20%
	Curva C	8 In ± 20%
	Curva D	12 In ± 20%

Categoría de utilización

A

##### Según la norma UNE-EN 60898-1

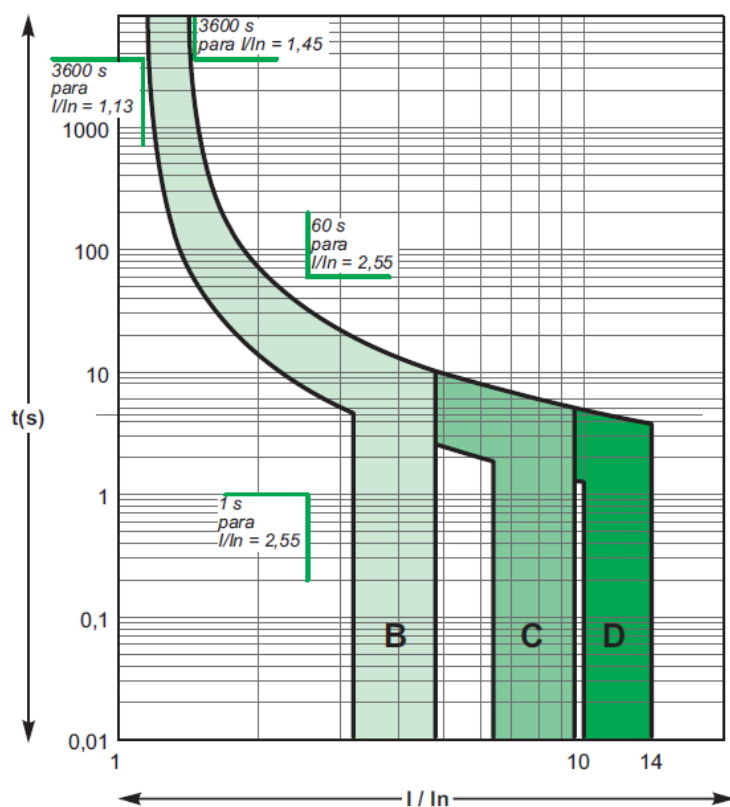
Clase de limitación	3
Poder de corte y conexión nominal de un polo individual (Icn1)	Icn1 = Icn

#### Características adicionales

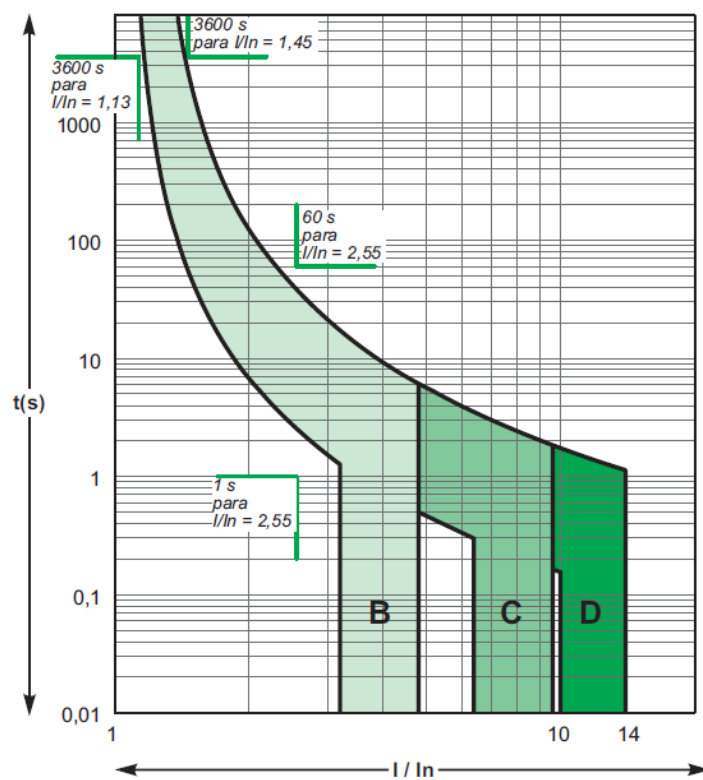
Grado de protección (UNE-EN 60529)	Dispositivo únicamente	IP20
	Dispositivo en cofre modular	IP40 Clase de aislamiento II
Endurancia (apertura-cierre)	Eléctrica	10.000 ciclos
	Mecánica	20.000 ciclos
Categoría de sobretensión (UNE-EN 60364)		IV
Temperatura de funcionamiento		–35 °C a +70 °C
Temperatura de almacenamiento		–40 °C a +85 °C
Tropicalización (UNE-EN 60068-1)		Tratamiento 2 (humedad relativa 95% a 55 °C)



Curvas B, C, D calibres hasta 4 A.

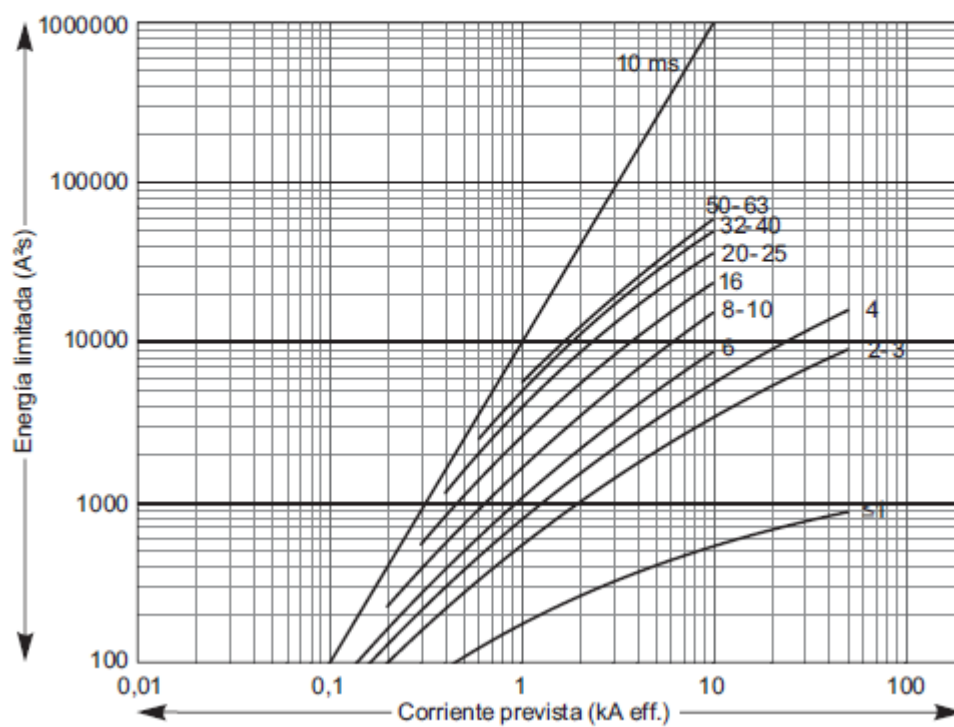


Curvas B, C, D calibres de 6 a 63 A.





## Limitación térmica





- SCHNEIDER COMPACT NSX100-630 A

Características comunes				
Tensiones nominales				
Tensión asignada de aislamiento (V)	UI		800	
Tensión asignada soportada al impulso (kV)	Uimp		8	
Tensión asignada de empleo (V)	Ue	50/60 Hz ca	690	
Aptitud para el seccionamiento	IEC/EN 60947-2		sí	
Categoría de empleo			A	
Grado de polución	IEC 60664-1		3	
Interruptores automáticos				
Tipo de poder de corte				
Características eléctricas según IEC 60947-2				
Corriente nominal (A)	In	40°C		
Número de polos				
Poder de corte último (kA ef)				
	Icu	50/60 Hz ca	220/240 V 380/415 V 440 V 500 V 525 V 660/690 V	
Poder de corte en servicio (kA ef)				
	Ics	50/60 Hz ca	220/240 V 380/415 V 440 V 500 V 525 V 660/690 V	
Endurancia (ciclos C-A)	Mecánica			
	Eléctrica		440 V	In/2
			690 V	In/2
				In
Características eléctricas según Nema AB1				
Poder de corte (kA ef)		50/60 Hz ca	240 V 480 V 600 V	
Características eléctricas según UL 508				
Poder de corte (kA ef)		50/60 Hz ca	240 V 480 V 600 V	

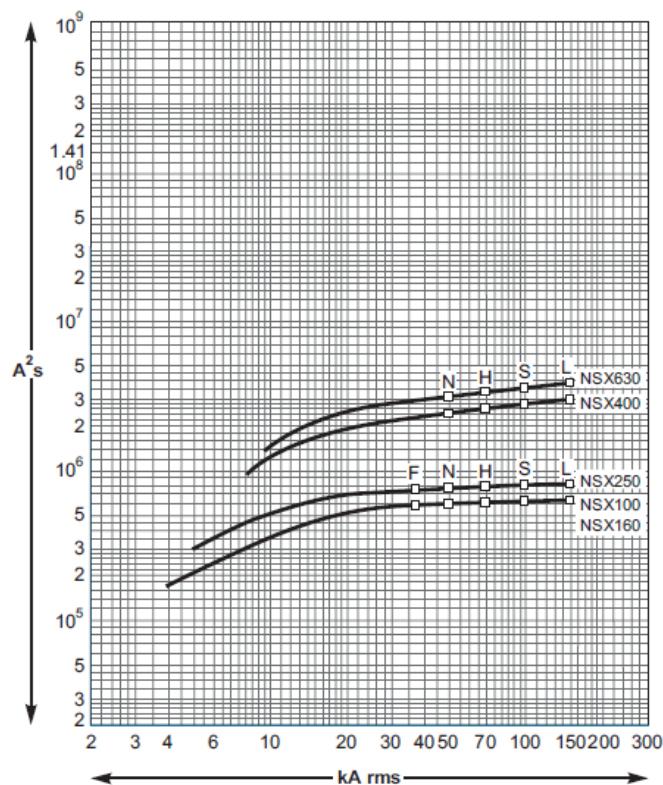


NSX100					NS 160					NSX250					NSX400				NSX630			
F	N	H	S	L	F	N	H	S	L	F	N	H	S	L	N	H	S	L	N	H	S	L
100					160					250					400				630			
2 <sup>(a)</sup> , 3, 4					2 <sup>(a)</sup> , 3, 4					2 <sup>(a)</sup> , 3, 4					3, 4				3, 4			
85	90	100	120	150	85	90	100	120	150	85	90	100	120	150	85	100	120	150	85	100	120	150
36	50	70	100	150	36	50	70	100	150	36	50	70	100	150	50	70	100	150	50	70	100	150
35	50	65	90	130	35	50	65	90	130	35	50	65	90	130	42	65	90	130	42	65	90	130
25	36	50	65	70	30	36	50	65	70	30	36	50	65	70	30	50	65	70	30	50	65	70
22	35	35	40	50	22	35	35	40	50	22	35	35	40	50	22	35	40	50	22	35	40	50
8	10	10	15	20	8	10	10	15	20	8	10	10	15	20	10	20	25	35	10	20	25	35
85	90	100	120	150	85	90	100	120	150	85	90	100	120	150	85	100	120	150	85	100	120	150
36	50	70	100	150	36	50	70	100	150	36	50	70	100	150	50	70	100	150	50	70	100	150
35	50	65	90	130	35	50	65	90	130	35	50	65	90	130	42	65	90	130	42	65	90	130
12,5	36	50	65	70	30	36	50	65	70	30	36	50	65	70	30	50	65	70	30	50	65	70
11	35	35	40	50	22	35	35	40	50	22	35	35	40	50	11	11	12	12	11	11	12	12
4	10	10	15	20	8	10	10	15	20	8	10	10	15	20	10	10	12	12	10	10	12	12
50.000					40.000					20.000					15.000				15.000			
50.000					20.000					20.000					12.000				8.000			
30.000					10.000					10.000					6.000				4.000			
20.000					15.000					10.000					6.000				6.000			
10.000					7.500					5.000					3.000				2.000			
85	90	100	120	150	85	90	100	120	150	85	90	100	120	150	85	100	120	150	85	100	120	150
35	50	65	90	130	35	50	65	90	130	35	50	65	90	130	42	65	90	130	42	65	90	130
8	20	35	40	50	20	20	35	40	50	20	20	35	40	50	20	35	40	50	20	35	40	50
85	85	85	-	-	85	85	85	-	-	85	85	85	-	-	85	85	-	-	85	85	-	-
25	50	65	-	-	35	50	65	-	-	35	50	65	-	-	50	65	-	-	50	65	-	-
10	10	10	-	-	10	10	10	-	-	15	15	15	-	-	20	20	-	-	20	20	-	-

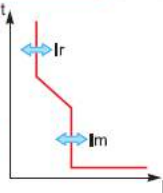
## Curvas de limitación de energía

Tensión 400/440 Vca

Energía limitada

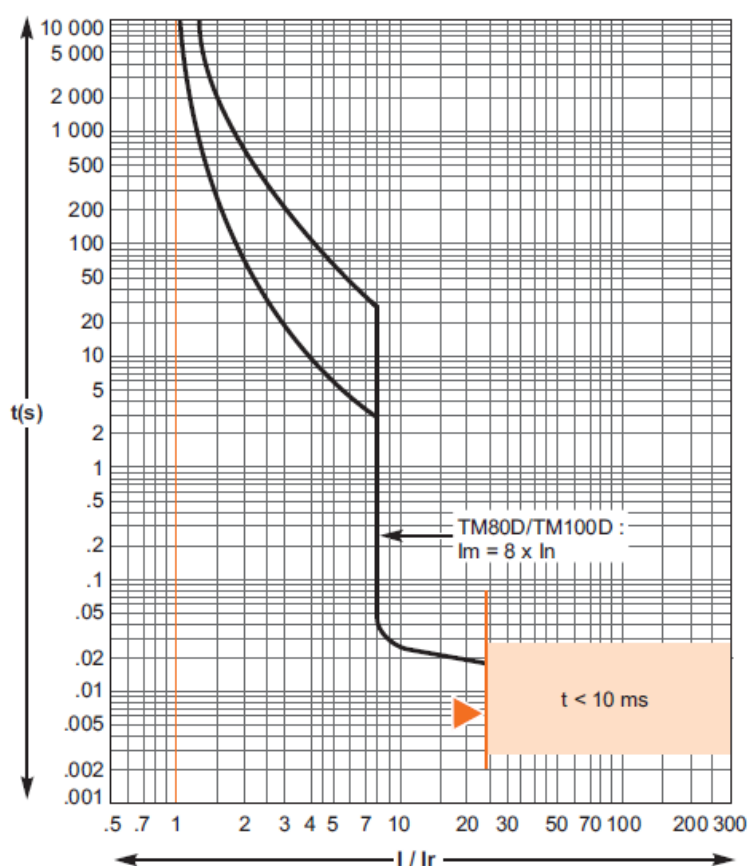




Unidades de control magnetotérmicas		TM16D a 250D												TM16G a 63G				
Especificaciones (A)	In a 40°C <sup>(1)</sup>	16	25	32	40	50	63	80	100	125	160	200	250	16	25	40	63	
Interrupor automático	Compact NSX100	●	●	●	●	●	●	●	●	-	-	-	-	●	●	●	●	
	Compact NSX160	-	-	●	●	●	●	●	●	●	●	-	-	-	●	●	●	
	Compact NSX250	-	-	-	-	-	●	●	●	●	●	●	●	-	-	●	●	
Protección térmica																		
Rearme (A) control entre 1,05 y 1,20 Ir	<b>Ir</b> = In X ...	regulable en amps. desde 0,7 hasta 1 X In																
Temporización (s)	<b>tr</b>	no regulable												no regulable				
	tr a 1,5 X In	120 a 400												120 a 400				
	tr a 6 X Ir	15												-				
Protección magnética																		
Rearme (A) precisión ±20%	<b>Im</b>	fijo										regulable	fijo					
	Compact NSX100	190	300	400	500	500	500	640	800					63	80	80	125	
	Compact NSX160/250	190	300	400	500	500	500	640	800	1250	1250	5 a 10 X In	63	80	80	125		
Temporización	<b>tm</b>	fijo																
Protección neutra																		
Neutro sin protección	4P 3D	sin protección												sin versión 4P3D				
Neutro pleno protegido	4P 4D	1 X Ir												1 X Ir				

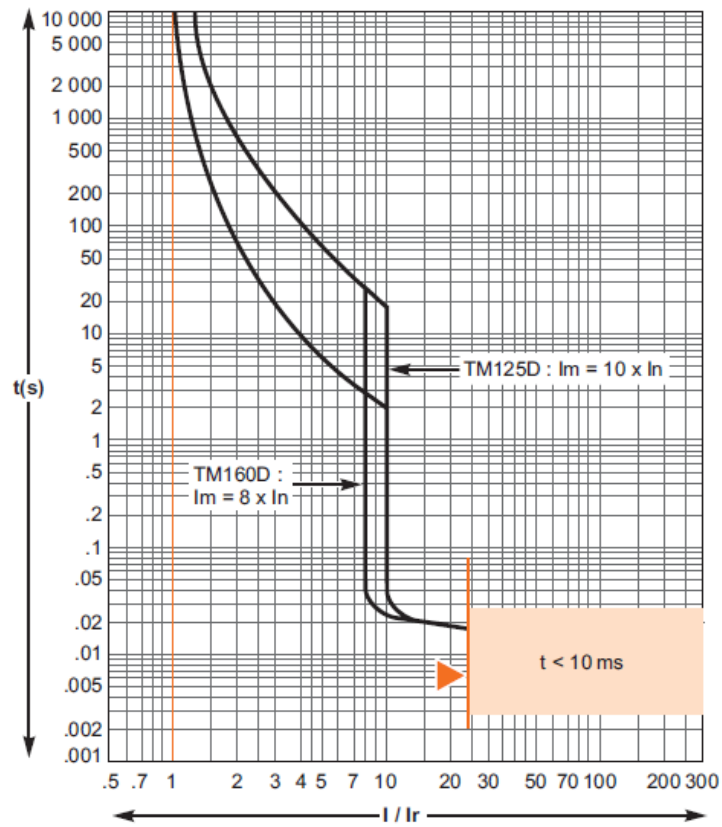
## Unidades de control magnético TM (continuación)

### TM80D / TM100D

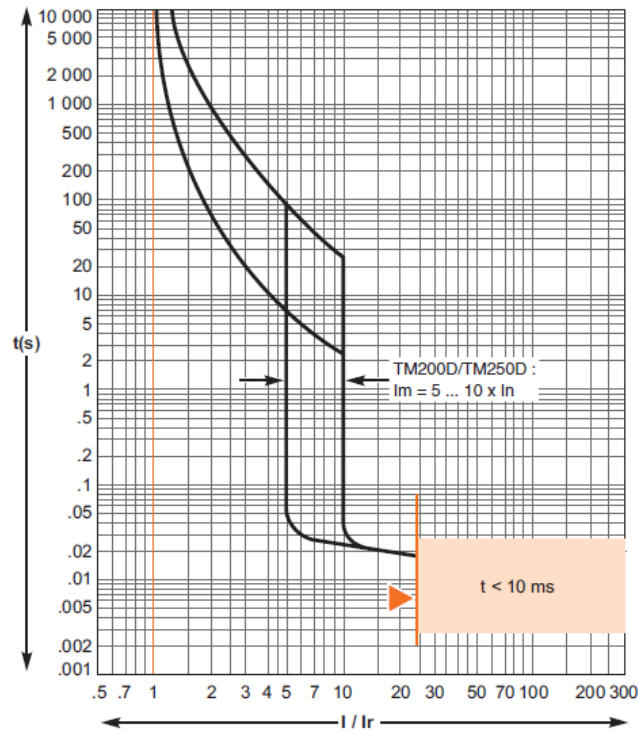




# TM125D / TM160D



# TM200D / TM250D

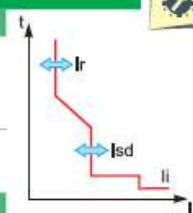


Disparo reflejo.



## Micrologic 2

Especificaciones (A)	In a 40°C <sup>(1)</sup>	40	100	160	250	400	630
Interrupor automático							
Compact NSX100		•	•	-	-	-	-
Compact NSX160		•	•	•	-	-	-
Compact NSX250		•	•	•	•	-	-
Compact NSX400		-	-	-	•	•	-
Compact NSX630		-	-	-	•	•	•



### L Largo retardo

Umbral de disparo (A)		lo	el valor depende del calibre de la unidad de control (In) en el regulador								
Disparo entre 1,05 y 1,20 Ir	In = 40 A	lo =	18	18	20	23	25	28	32	36	40
	In = 100 A	lo =	40	45	50	55	63	70	80	90	100
	In = 160 A	lo =	63	70	80	90	100	110	125	150	160
	In = 250 A (NSX250)	lo =	100	110	125	140	160	175	200	225	250
	In = 250 A (NSX400)	lo =	70	100	125	140	160	175	200	225	250
	In = 400 A	lo =	160	180	200	230	250	280	320	360	400
	In = 630 A	lo =	250	280	320	350	400	450	500	570	630
	Ir = lo X ...		9 regulaciones finas de 0,9 a 1 (0,9 - 0,92 - 0,93 - 0,94 - 0,95 - 0,96 - 0,97 - 0,98 - 1) para cada valor de lo								
Temporización (s)	tr		no regulable								
precisión de 0 a -20%			1.5 X Ir	400							
			6 X Ir	16							
			7.2 X Ir	11							

Memoria térmica 20 minutos antes y después del control

### S<sub>0</sub> Protección de corto retardo con temporización fija

Umbral de disparo (A)	I <sub>sd</sub> = Ir X ...	1.5	2	3	4	5	6	7	8	10
precisión ±10 %										
Temporización (ms)	t <sub>sd</sub>	no regulable								
	Tiempo máximo de sobreintensidad	20								
	Duración total de corte	80								

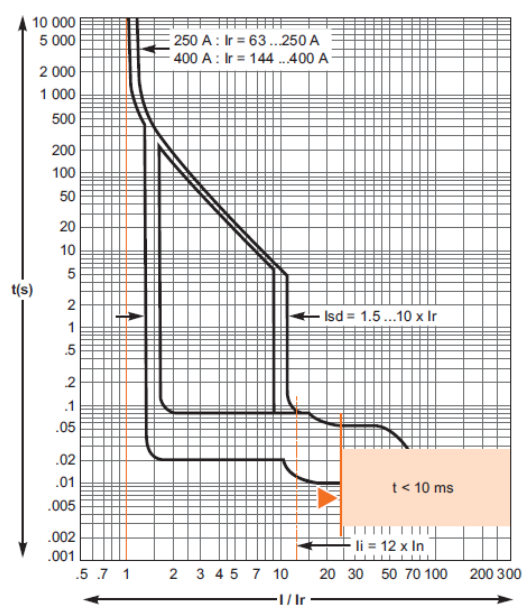
### I Protección instantánea

Umbral de disparo (A)	I <sub>i</sub> no regulable	600	1500	2400	3000	4800	6900
precisión ±15 %							
	Tiempo máximo de sobreintensidad	10 ms					
	Duración total de corte	50 ms para I > 1,5 I <sub>i</sub>					

(1) Si las unidades de control se utilizan en entornos de alta temperatura, la configuración de Micrologic debe tener en cuenta los límites térmicos del interruptor automático. Consulte la tabla de decalaje de temperatura.

## Unidades de control electrónicas Micrologic 2.3, 5.3 y 6.3

Micrologic 2.3 - 250... 400 A



Disparo reflejo.



- SCHNEIDER NS630-3200 A

# Protection of distribution systems

## Compact NS circuit breakers from 630b up to 3200 A

Compact circuit breakers				
Number of poles				
Control	manual	toggle		
	electric	direct or extended rotary handle		
Type of circuit breaker				
Connections	fixed	front connection		
		rear connection		
		front connection with bare cables		
	withdrawable (on chassis)	front connection		
		rear connection		
Electrical characteristics as per Nema AB1				
Breaking capacity at 60 Hz (kA)		240 V		
		480 V		
		600 V		
Electrical characteristics as per IEC 60947-2 and EN 60947-2				
Rated current (A)		In	50 °C	
			65 °C (1)	
Rated insulation voltage (V)		Ui		
Rated impulse withstand voltage (kV)		Uimp		
Rated operational voltage (V)		Ue	AC 50/60 Hz	
Type of circuit breaker				
Ultimate breaking capacity (kArms)	Manual	Icu	AC 50/60 Hz	220/240 V
				380/415 V
				440 V
				500/525 V
				660/690 V
		Ics	AC 50/60 Hz	220/240 V
				380/415 V
				440 V
	500/525 V			
	660/690 V			
	Electrical	Icu	AC 50/60 Hz	220/240 V
				380/415 V
				440 V
500/525 V				
660/690 V				
Ics		AC 50/60 Hz	220/240 V	
			380/415 V	
			440 V	
	500/525 V			
	660/690 V			
Short-time withstand current (kA rms)		Icw	AC	1 s
			50/60 Hz	3 s
Integrated instantaneous protection			kA peak ±10 %	
Suitability for isolation				
Utilisation category				



	NS630b				NS800				NS1000				NS1250				NS1600				NS1600b				NS2000				NS2500				NS3200																																							
	3, 4								3, 4								3, 4								3, 4								3, 4																																							
	■								■								■								■								■																																							
	■								■								■								■								■																																							
	■ (except LB)								■								■								■								■																																							
	N				H				L				LB				N				H				L				LB				N				H				L				LB																											
	■				■				■				-				■				■				■				■				■				■				■				■																											
	■				■				■				■				■				■				■				■				■				■				■				■																											
	■				■				-				-				■				■				-				-				-				-				-				-																											
	■				■				■				■				■				■				■				■				■				■				■				■																											
	■				■				■				■				■				■				■				■				■				■				■				■																											
	N				H				L				LB				N				H				L				LB				N				H				L				LB																											
	50				65				125				200				50				65				125				50				65				125				85				125																											
	35				50				100				200				35				50				100				35				50				100				65				85																											
	25				50				-				100				25				50				-				25				50				100				50				-																											
	630								800								1000								1250								1600								1600								2000								2500								3200							
	630								800								1000								1250								1510								1550								1900								2500								2970							
	800								800								800								800								800								800								800								800								800							
	8								8								8								8								8								8								8								8								8							
	690								690								690								690								690								690								690								690								690							
	N				H				L				LB				N				H				L				LB				N				H				L				LB				N				H				L				LB											
	85				85				150				200				85				85				150				200				85				85				150				200				85				125																			
	50				70				150				200				50				70				150				200				50				70				150				200				70				85																			
	50				65				130				200				50				65				130				200				50				65				130				200				65				85																			
	40				50				100				100				40				50				100				100				40				50				100				100				65				-																			
	30				42				-				75				30				42				-				75				30				42				-				75				65				-																			
	50				52				150				200				50				52				150				200				50				52				150				200				65				94																			
	50				52				150				200				50				52				150				200				50				52				150				200				52				64																			
	50				48				130				200				50				48				130				200				50				48				130				200				65				64																			
	40				37				100				100				40				37				100				100				40				37				100				20				25				65				-															
	30				31				-				75				30				31				-				75				30				31				-				15				21				65				-															
	50				70				150				-				50				70				150				-				50				70				150				-				50				70				-															
	50				70				150				-				50				70				150				-				50				70				150				-				50				70				-															
	50				65				130				-				50				65				130				-				50				65				130				-				50				65				-															
	40				50				100				-				40				50				100				-				40				50				100				-				40				50				-															
	30				42				-				-				30				42				-				-				30				42				-				-				30				42				-															
	37				35				150				-				37				35				150				-				37				35				150				-				37				35				-															
	37				35				150				-				37				35				150				-				37				35				150				-				37				35				-															
	37				32				130				-				37				32				130				-				37				32				130				-				37				32				-															
	30				25				100				-				30				25				100				-				30				25				100				-				30				25				-															
	22				21				-				-				22				21				-				-				22				21				-				22				21				-																			
	19.2				19.2				-				-				19.2				19.2				-				-				19.2				19.2				-				-				-				32																			
	-				-				-				-				-				-				-				-				-				-				-				-				-				-				-															
	40				40				-				-				40				40				-				-				40				40				-				40				40				130																			
	■								■								■								■								■																																							
	B				B				A				A				B				B				A				A				B				B				B				B																											
	10000								10000								10000								10000								10000								5000																															
	6000				6000				4000				4000				6000				6000				4000				4000				5000				5000				3000				3000																											
	5000				5000				3000				3000				5000				5000				3000				3000				4000				2000				2000				2000																											
	4000				4000				3000				3000				4000				4000				3000				3000				3000				2000				2000				2000																											
	2000				2000				2000				2000				2000				2000				2000				2000				2000				1000				1000				1000																											
	3								3								3								3								3																																							



Protection

Micrologic 5.0 / 6.0

Long time												
Current setting (A)	$I_r = I_n \times \dots$	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	0.95	0.98	1		
Tripping between 1.05 and 1.20 x $I_r$		Other ranges or disable by changing long-time rating plug										
Time setting	$t_r$ (s)	0.5	1	2	4	8	12	16	20	24		
Time delay (s)	Accuracy: 0 to -30 %	$1.5 \times I_r$	12.5	25	50	100	200	300	400	500	600	
	Accuracy: 0 to -20 %	$6 \times I_r$	0.7 <sup>(1)</sup>	1	2	4	8	12	16	20	24	
	Accuracy: 0 to -20 %	$7.2 \times I_r$	0.7 <sup>(2)</sup>	0.69	1.38	2.7	5.5	8.3	11	13.8	16.6	
Thermal memory		20 minutes before and after tripping										
(1) 0 to -40 % - (2) 0 to -60 %												
Short time												
Pick-up (A)	$I_{sd} = I_r \times \dots$	1.5	2	2.5	3	4	5	6	8	10		
Accuracy: $\pm 10$ %												
Time setting $t_{sd}$ (s)	Settings	$I^2t$ Off	0	0.1	0.2	0.3	0.4					
		$I^2t$ On	-	0.1	0.2	0.3	0.4					
Time delay (ms) at 10 x $I_r$ ( $I^2t$ Off or $I^2t$ On)	$t_{sd}$ (max resettable time)		20	80	140	230	350					
	$t_{sd}$ (max break time)		80	140	200	320	500					
Instantaneous												
Pick-up (A)	$I_i = I_n \times \dots$	2	3	4	6	8	10	12	15	off		
Accuracy: $\pm 10$ %												
Time delay		Max resettable time: 20 ms Max break time: 50 ms										
Earth fault		Micrologic 6.0										
Pick-up (A)	$I_g = I_n \times \dots$	A	B	C	D	E	F	G	H	J		
Accuracy: $\pm 10$ %	$I_n \leq 400$ A	0.3	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1		
	$400 \text{ A} < I_n < 1250$ A	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1		
	$I_n \geq 1250$ A	500	640	720	800	880	960	1040	1120	1200		
Time setting $t_g$ (s)	Settings	$I^2t$ Off	0	0.1	0.2	0.3	0.4					
		$I^2t$ On	-	0.1	0.2	0.3	0.4					
Time delay (ms) at $I_n$ or 1200 A ( $I^2t$ Off or $I^2t$ On)	$t_g$ (max resettable time)		20	80	140	230	350					
	$t_g$ (max break time)		80	140	200	320	500					

Note: all current-based protection functions require no auxiliary source.

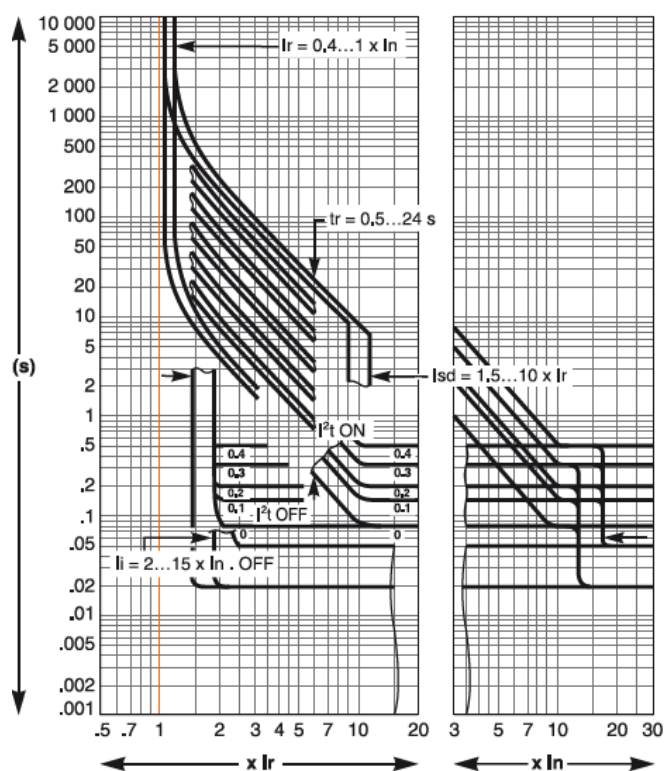
The test / reset button resets maximeters, clears the tripping indication and tests the battery.

Note: all current-based protection functions require no auxiliary source.

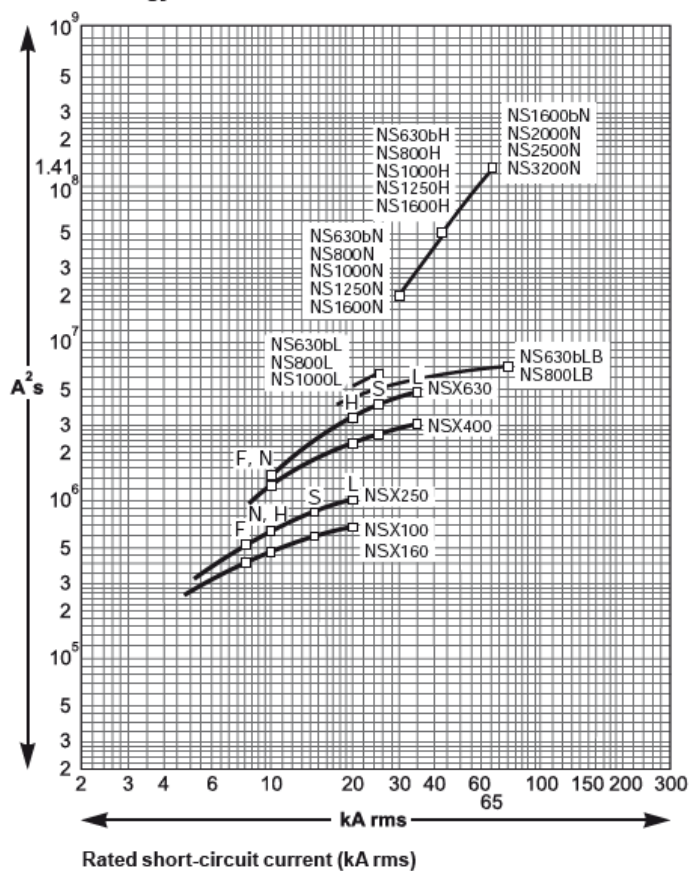
The test / reset button resets maximeters, clears the tripping indication and tests the battery.



## Micrologic 5.0, 6.0, 7.0



### Limited energy





## II.4. DISEÑO DE LA ILUMINACIÓN INTERIOR Y EXTERIOR

En este apartado se muestran la información más relevante sobre los cálculos luminotécnicos de interiores y de los exteriores, realizados con el software **DIALUX**. A continuación se muestran los resultados obtenidos.

### II.4.1. LUMINARIAS SELECCIONADAS

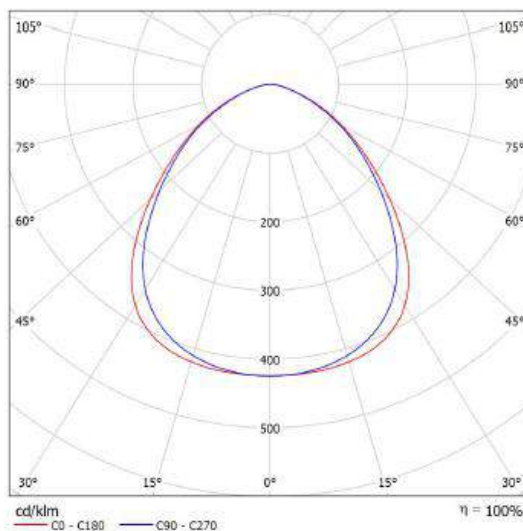
#### PHILIPS RC132V W60L60 1 xLED36S/840 OC / Hoja de datos de luminarias



Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 58 87 98 100 100

CoreLine Panel: tecnología LED que proporciona una luz uniforme de excelente calidad. Tanto si se trata de un nuevo edificio como de un espacio rehabilitado, los clientes prefieren soluciones de iluminación que combinen luz de calidad con un sustancial ahorro de energía y de mantenimiento. La nueva gama de productos LED CoreLine Panel puede emplearse para sustituir las luminarias funcionales en aplicaciones generales de iluminación. Actualmente se encuentra disponible tanto en versión que cumple la normativa para oficinas (OC) como en versión que no cumple dicha normativa (NOC). El proceso de selección, instalación y mantenimiento es sencillísimo.

Emisión de luz 1:



Emisión de luz 1:

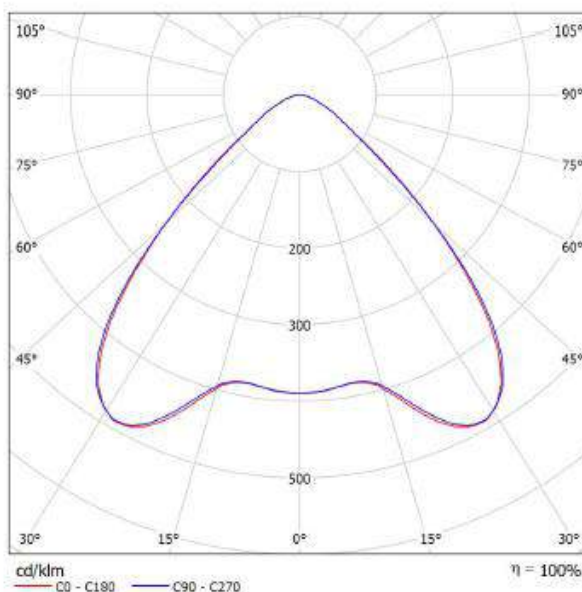
Valoración de deslumbramiento según UGR										
Techo	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30
Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Tamaño del local		Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara			
X	Y									
2H	2H	16.6	17.8	16.9	18.0	18.2	16.3	17.4	16.5	17.6
	3H	17.4	18.5	17.7	18.7	19.0	17.0	18.1	17.4	18.4
	4H	17.6	18.6	18.0	18.9	19.2	17.3	18.3	17.6	18.6
	6H	17.7	18.7	18.1	19.0	19.3	17.4	18.3	17.8	18.6
	8H	17.8	18.6	18.1	19.0	19.3	17.5	18.3	17.8	18.6
4H	12H	17.8	18.6	18.1	18.9	19.3	17.5	18.3	17.8	18.6
	2H	17.0	18.0	17.3	18.2	18.5	16.7	17.7	17.0	18.0
	3H	17.9	18.8	18.3	19.1	19.4	17.6	18.5	18.0	18.8
	4H	18.2	19.0	18.6	19.3	19.7	18.0	18.7	18.3	19.0
	6H	18.4	19.1	18.8	19.4	19.8	18.2	18.8	18.6	19.2
8H	8H	18.5	19.1	18.9	19.5	19.9	18.2	18.8	18.7	19.2
	12H	18.5	19.0	18.9	19.4	19.9	18.3	18.8	18.7	19.2
	4H	18.3	18.9	18.8	19.3	19.7	18.1	18.6	18.5	19.0
	6H	18.6	19.1	19.0	19.5	19.9	18.3	18.8	18.8	19.2
	8H	18.7	19.1	19.1	19.5	20.0	18.5	18.9	18.9	19.3
12H	12H	18.7	19.1	19.2	19.5	20.0	18.5	18.9	19.0	19.3
	4H	18.3	18.8	18.8	19.2	19.7	18.1	18.6	18.5	19.0
	6H	18.6	19.0	19.1	19.4	19.9	18.4	18.8	18.8	19.2
	8H	18.7	19.0	19.2	19.5	20.0	18.5	18.8	18.9	19.3
	12H	18.7	19.0	19.2	19.5	20.0	18.5	18.8	19.0	19.3
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias										
S = 1.0H		+0.3 / -0.4						+0.3 / -0.4		
S = 1.5H		+0.4 / -0.9						+0.4 / -0.9		
S = 2.0H		+1.1 / -1.6						+1.0 / -1.7		
Tabla estándar		BK03						BK03		
Sumando de corrección		0.9						0.6		
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 3600lm Flujo luminoso total										



## PHILIPS BY120P G3 1xLED105S/840 WB / Hoja de datos de luminarias



Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 69 94 99 100 100

CoreLine Campana: excelente calidad de luz y ahorros de energía con menores costes de mantenimiento. Tras el éxito de la presentación de CoreLine campana en 2013, la actualización a una nueva generación de LED ha mejorado aún más la reproducción del color y la eficiencia de la luminaria. Diseñada para sustituir a las luminarias convencionales con HPI 250/400 W, CoreLine campana proporciona a los usuarios todas las ventajas de la iluminación LED: calidad de luz fresca, larga vida útil de servicio y menores costes de energía y mantenimiento. Además, proporciona ventajas muy claras al instalador. La luminaria se puede instalar en la red existente. La conexión eléctrica es sencilla: no es necesario abrir la luminaria para su instalación ni su mantenimiento. Y como es más pequeña y ligera que las luminarias convencionales, se maneja muy fácilmente.

Emisión de luz 1:

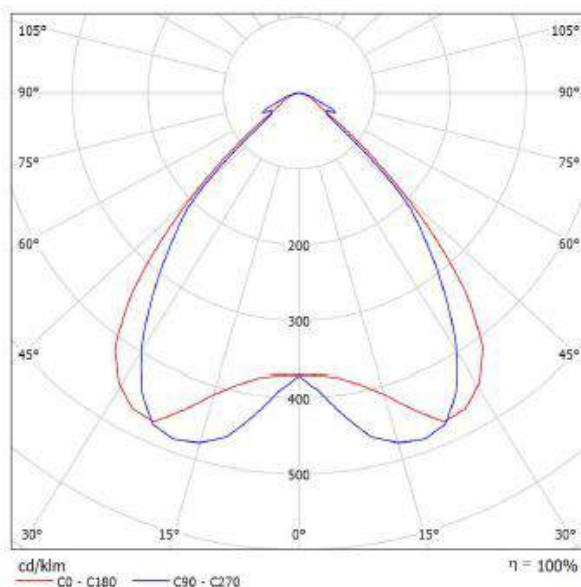
Valoración de deslumbramiento según UGR											
p. Techo		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
p. Paredes		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30
p. Suelo		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Tamaño del local X Y		Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara				
2H	2H	24.4	25.4	24.7	25.6	25.9	24.4	25.4	24.7	25.6	25.8
	3H	24.6	25.5	24.9	25.7	26.0	24.6	25.5	24.9	25.7	26.0
	4H	24.6	25.5	25.0	25.8	26.0	24.6	25.5	24.9	25.7	26.0
	6H	24.7	25.4	25.0	25.7	26.0	24.6	25.4	25.0	25.7	26.0
	8H	24.6	25.4	25.0	25.7	26.0	24.6	25.4	25.0	25.7	26.0
4H	12H	24.6	25.3	25.0	25.6	26.0	24.6	25.3	24.9	25.6	25.9
	2H	24.4	25.3	24.7	25.5	25.8	24.4	25.2	24.7	25.5	25.8
	3H	24.7	25.4	25.0	25.7	26.0	24.6	25.4	25.0	25.7	26.0
	4H	24.8	25.4	25.2	25.8	26.1	24.8	25.4	25.2	25.7	26.1
	6H	24.9	25.4	25.3	25.8	26.2	24.8	25.4	25.2	25.7	26.1
8H	12H	24.9	25.4	25.3	25.7	26.2	24.8	25.3	25.3	25.7	26.1
	2H	24.9	25.3	25.3	25.7	26.1	24.8	25.3	25.3	25.7	26.1
	4H	24.8	25.3	25.2	25.7	26.1	24.8	25.2	25.2	25.6	26.0
	6H	24.9	25.3	25.3	25.7	26.2	24.9	25.2	25.3	25.7	26.1
	8H	24.9	25.3	25.4	25.7	26.2	24.9	25.2	25.4	25.7	26.1
12H	4H	24.8	25.2	25.2	25.6	26.0	24.7	25.2	25.2	25.6	26.0
	6H	24.9	25.2	25.3	25.7	26.1	24.8	25.2	25.3	25.6	26.1
	8H	24.9	25.2	25.4	25.7	26.2	24.9	25.2	25.4	25.6	26.1
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H		+1.1 / -2.1					+1.1 / -2.2				
S = 1.5H		+2.6 / -3.2					+2.8 / -3.3				
S = 2.0H		+4.3 / -4.0					+4.5 / -4.0				
Tabla estándar		BK01					BK01				
Sumando de corrección		6.8					6.8				
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 10500lm flujo luminoso total											



## PHILIPS BY471P 1 xECO320S/865 WB GC / Hoja de datos de luminarias

Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 70 96 99 100 100

GentleSpace gen2: un nuevo estándar en la iluminación de gran altura. Con la introducción de la luminaria LED GentleSpace en 2011, Philips dio un paso de gigante en la iluminación de espacios de gran altura, al ofrecer una enorme reducción del consumo de energía, una larga vida útil y un diseño innovador. Ahora, con GentleSpace gen2, Philips sigue mejorando aún más: un coste total de propiedad mejorado, incluso en condiciones extremas con la versión GS-2 Xtreme, que puede usarse hasta a +60 °C o 100.000 horas de vida útil (L80), ambos puntos garantizados por una protección integrada frente a sobrecalentamientos. Además, hay disponible una amplia variedad de opciones (diversidad de ópticas, colores RAL disponibles, opciones de montaje, materiales de cierre y versiones para zonas explosivas 2/22) a fin de garantizar una solución ideal para su aplicación. Asimismo, GentleSpace gen2 se puede equipar para su uso en un sistema de emergencia centralizado (PSED).

Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR												
ρ Techo		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	30
ρ Paredes		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	30
ρ Suelo		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Tamaño del local X Y		Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara					
2H	2H	24.5	25.5	24.8	25.7	25.9	24.1	25.1	24.4	25.3	25.5	
	3H	24.4	25.3	24.7	25.6	25.8	24.2	25.1	24.5	25.3	25.5	
	4H	24.4	25.2	24.7	25.5	25.8	24.2	25.0	24.5	25.3	25.5	
	6H	24.4	25.1	24.7	25.4	25.7	24.1	24.9	24.5	25.2	25.5	
	8H	24.3	25.1	24.7	25.4	25.7	24.1	24.8	24.5	25.1	25.5	
	12H	24.3	25.0	24.6	25.3	25.6	24.1	24.8	24.4	25.1	25.4	
4H	2H	24.5	25.3	24.8	25.6	25.8	24.1	24.9	24.4	25.2	25.4	
	3H	24.4	25.1	24.8	25.4	25.8	24.1	24.8	24.5	25.2	25.5	
	4H	24.4	25.0	24.8	25.4	25.7	24.2	24.8	24.6	25.1	25.5	
	6H	24.4	24.9	24.8	25.3	25.7	24.2	24.7	24.6	25.1	25.4	
	8H	24.4	24.9	24.8	25.2	25.6	24.1	24.6	24.6	25.0	25.4	
	12H	24.4	24.8	24.8	25.2	25.6	24.1	24.5	24.6	24.9	25.4	
6H	4H	24.4	24.8	24.8	25.2	25.6	24.1	24.6	24.5	25.0	25.4	
	6H	24.3	24.7	24.8	25.1	25.6	24.1	24.5	24.6	24.9	25.4	
	8H	24.3	24.6	24.8	25.1	25.6	24.1	24.4	24.6	24.9	25.3	
	12H	24.3	24.6	24.8	25.0	25.5	24.0	24.3	24.5	24.8	25.3	
	4H	24.3	24.7	24.8	25.2	25.6	24.1	24.5	24.5	24.9	25.3	
	6H	24.3	24.6	24.8	25.1	25.5	24.1	24.4	24.5	24.8	25.3	
8H	8H	24.3	24.6	24.8	25.0	25.5	24.0	24.3	24.5	24.8	25.3	
	12H	24.3	24.6	24.8	25.0	25.5	24.0	24.3	24.5	24.8	25.3	
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias												
S = 1.0H		+2.2 / -5.3					+2.1 / -4.3					
S = 1.5H		+3.4 / -7.2					+3.8 / -5.5					
S = 2.0H		+5.0 / -7.8					+4.6 / -7.3					
Tabla estándar		BK00					BK01					
Sumando de corrección		6.1					6.3					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 3200lm flujo luminoso total												



## PHILIPS BVP506 GC T15 1xGRN146-3S/757 A/60 / Hoja de datos de luminarias



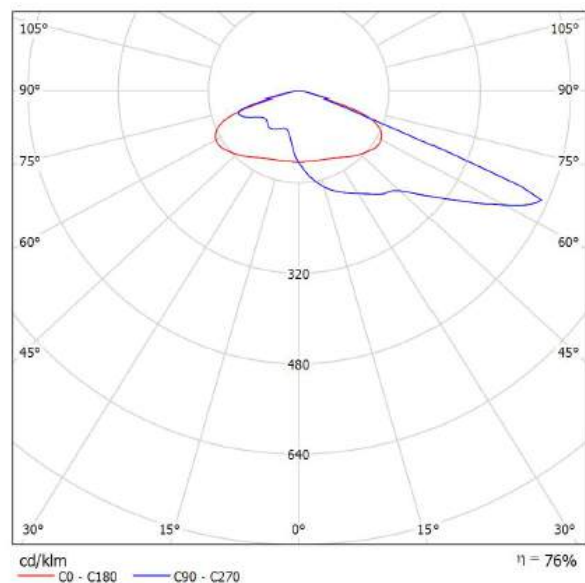
Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 27 61 95 100 76

OptiFlood LED, todo lo que necesita para la iluminación de aparcamientos y áreas OptiFlood LED es una elegante gama de proyectores asimétricos, de extraordinaria eficiencia, que se puede utilizar en la iluminación de grandes áreas. Diseñados a partir de la tecnología LED más reciente, ofrecen un considerable ahorro de energía y gastos de mantenimiento si se compara con los sistemas de descarga convencionales. Gracias a sus ópticas y módulo LEDGine, de alta eficiencia, se puede usar en aplicaciones de iluminación de grandes áreas que hasta ahora requerían niveles de potencia solo alcanzables con lámparas de descarga.

Opcionalmente se pueden integrar sistemas de control lo que permite disfrutar de un ahorro de energía adicional. Las actualizaciones de módulos LED se pueden incorporar fácilmente, lo que garantiza que esta solución resistirá sin problemas el paso del tiempo.

Gracias a su estética y forma compacta, OptiFlood LED se puede utilizar en aplicaciones en las que la imagen es tan importante como el aspecto técnico.

Emisión de luz 1:



Para esta luminaria no puede presentarse ninguna tabla UGR porque carece de atributos de simetría.



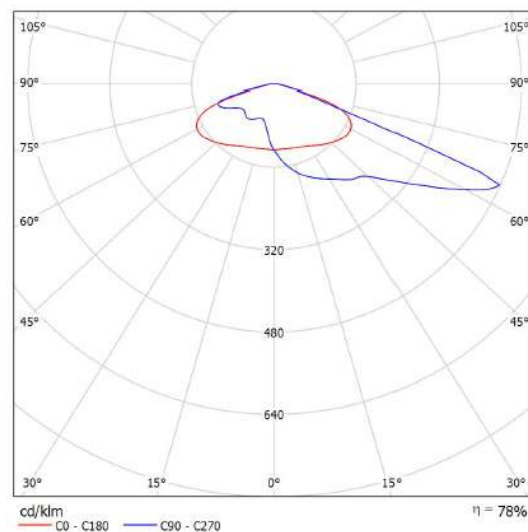
## PHILIPS BGP322 T35 1xECO127-3S/740 A / Hoja de datos de luminarias



Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 27 61 95 100 78

SpeedStar – los LED garantizan un viaje seguro de regreso a casa. Los ayuntamientos están sometidos a la presión que supone alcanzar los objetivos de conservación de energía mediante una reducción del consumo energético y las emisiones de carbono y, al mismo tiempo, cumplir las normativas y los reglamentos en materia de alumbrado. Nuestra luminaria SpeedStar LED considera estas cuestiones fundamentales y aporta una solución que reduce el impacto en el medio ambiente. SpeedStar es una luminaria eficiente que apenas requiere mantenimiento e incorpora el sistema LEDGINE de fácil actualización, que se puede conectar a los sistemas de regulación de iluminación para ahorrar aún más energía. Esta luminaria no genera emisiones de carbono y es la solución perfecta para el alumbrado público funcional de carreteras y calles.

Emisión de luz 1:



Para esta luminaria no puede presentarse ninguna tabla UGR porque carece de atributos de simetría.

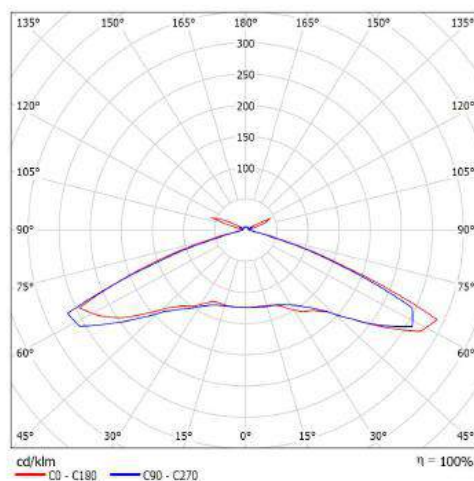
## LEGRAND 662561 INOXLED 200LM-3H MAINTAINED-NON MAINTAINED IP67 ADR LVS2 / Hoja de datos de luminarias



Clasificación luminarias según CIE: 95  
Código CIE Flux: 23 62 96 95 100

INOXLED TRANSP PLASTIC TUBE & INOX SIDES SURFACE-MOUNTING  
NI-MH BATTERY 230VAC

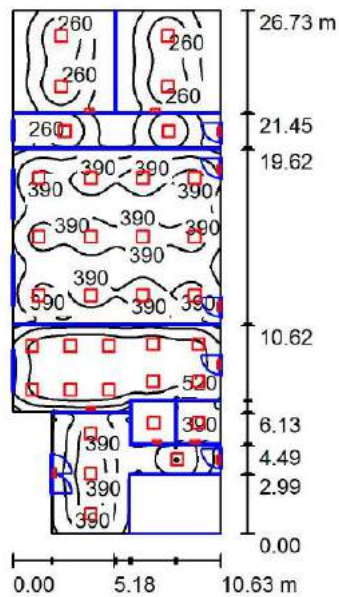
Emisión de luz 1:



Para esta luminaria no puede presentarse ninguna tabla UGR porque carece de atributos de simetría.



## II.4.2. INFORME DIALUX - ZONA DE OFICINAS PLANTA BAJA



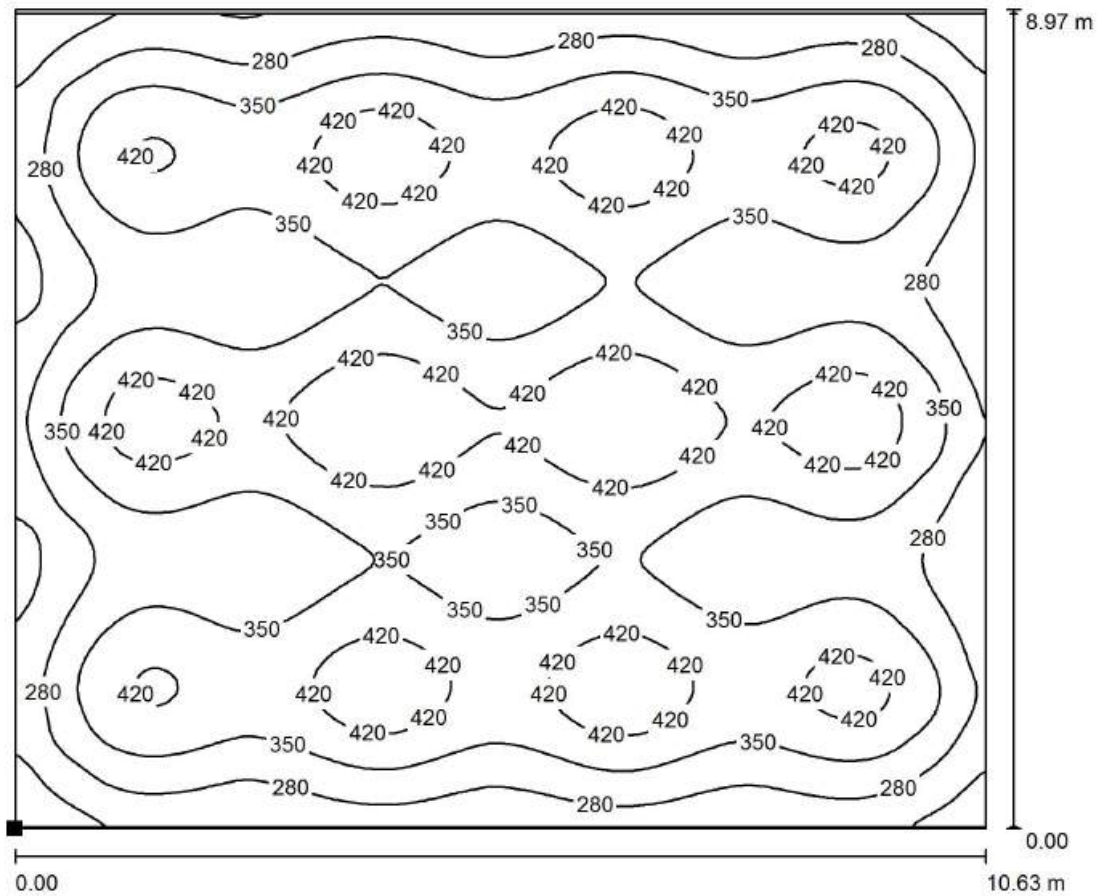
### OFICINA PLANTA BAJA / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 124600 lm  
 Potencia total: 1312.0 W  
 Factor mantenimiento: 0.80  
 Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	274	49	323	/	/
SALA COMEDOR	300	50	350	/	/
VESTUARIO MASCULINO	128	31	159	/	/
VESTUARIO FEMENINO	126	33	158	/	/
PASILLO VESTUARIOS	108	41	148	/	/
SALA DE FORMACIÓN	452	90	543	/	/
ASEO IZQUIERDA	135	64	199	/	/
ASEO DERECHA	134	69	203	/	/
RECEPCION	185	50	234	/	/
Suelo	207	51	259	20	16
Techo	0.17	56	57	70	13
Pared 1	39	24	62	50	9.94
Pared 2	71	45	116	50	18
Pared 3	50	27	77	50	12
Pared 4	78	49	127	50	20
Pared 5	138	89	228	50	36
Pared 6	63	48	111	50	18

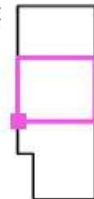


# OFICINA PLANTA BAJA / SALA COMEDOR / Isolíneas (E, perpendicular)



Valores en Lux, Escala 1 : 76

Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:  
(-2.000 m, 10.704 m, 0.850 m)



Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$  [lx]  
350

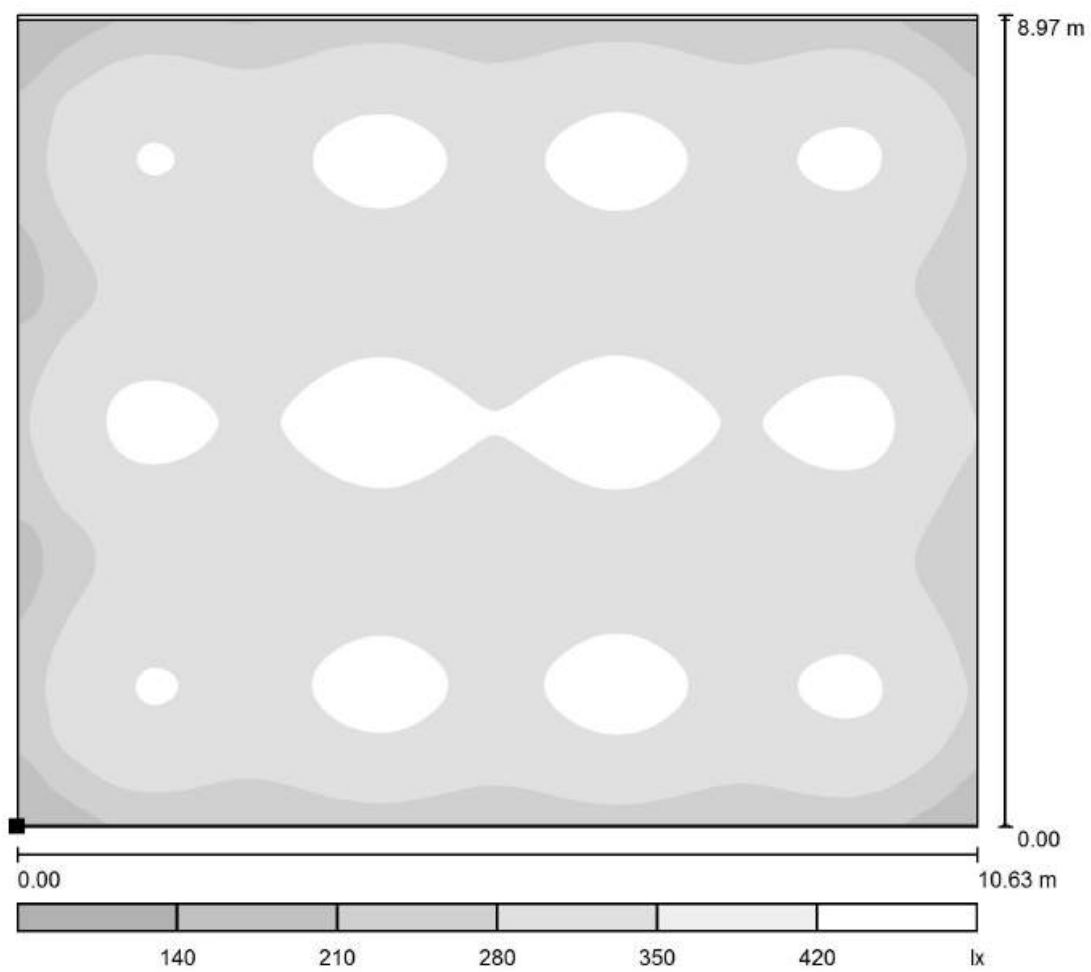
$E_{min}$  [lx]  
140

$E_{max}$  [lx]  
487

$E_{min} / E_m$   
0.399

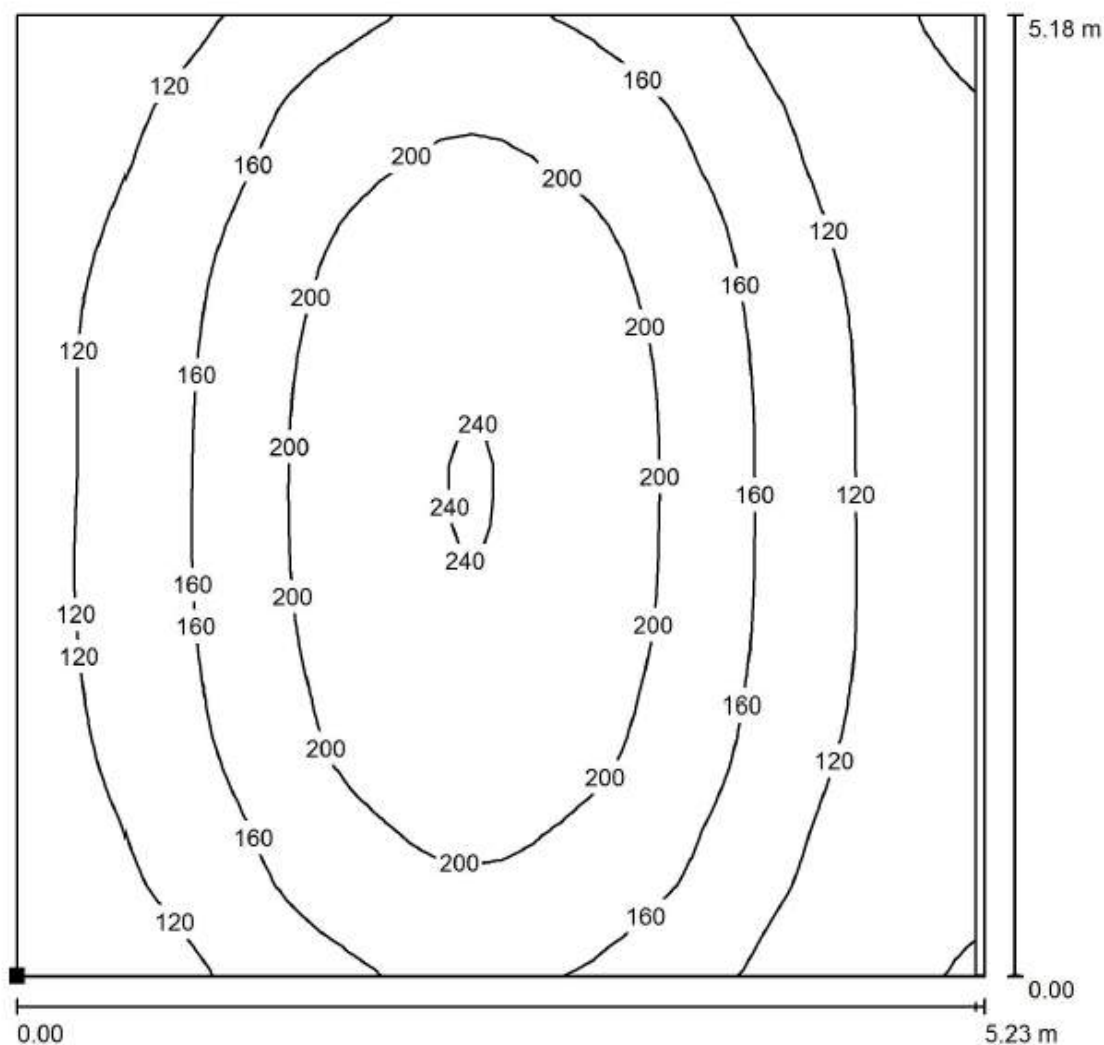
$E_{min} / E_{max}$   
0.286







# OFICINA PLANTA BAJA / VESTUARIO MASCULINO / Isolíneas (E, perpendicular)



Valores en Lux, Escala 1 : 41

Situación de la superficie en el local:

Punto marcado:

(-2.000 m, 21.550 m, 0.000 m)



Trama: 32 x 32 Puntos

$E_m$  [lx]  
159

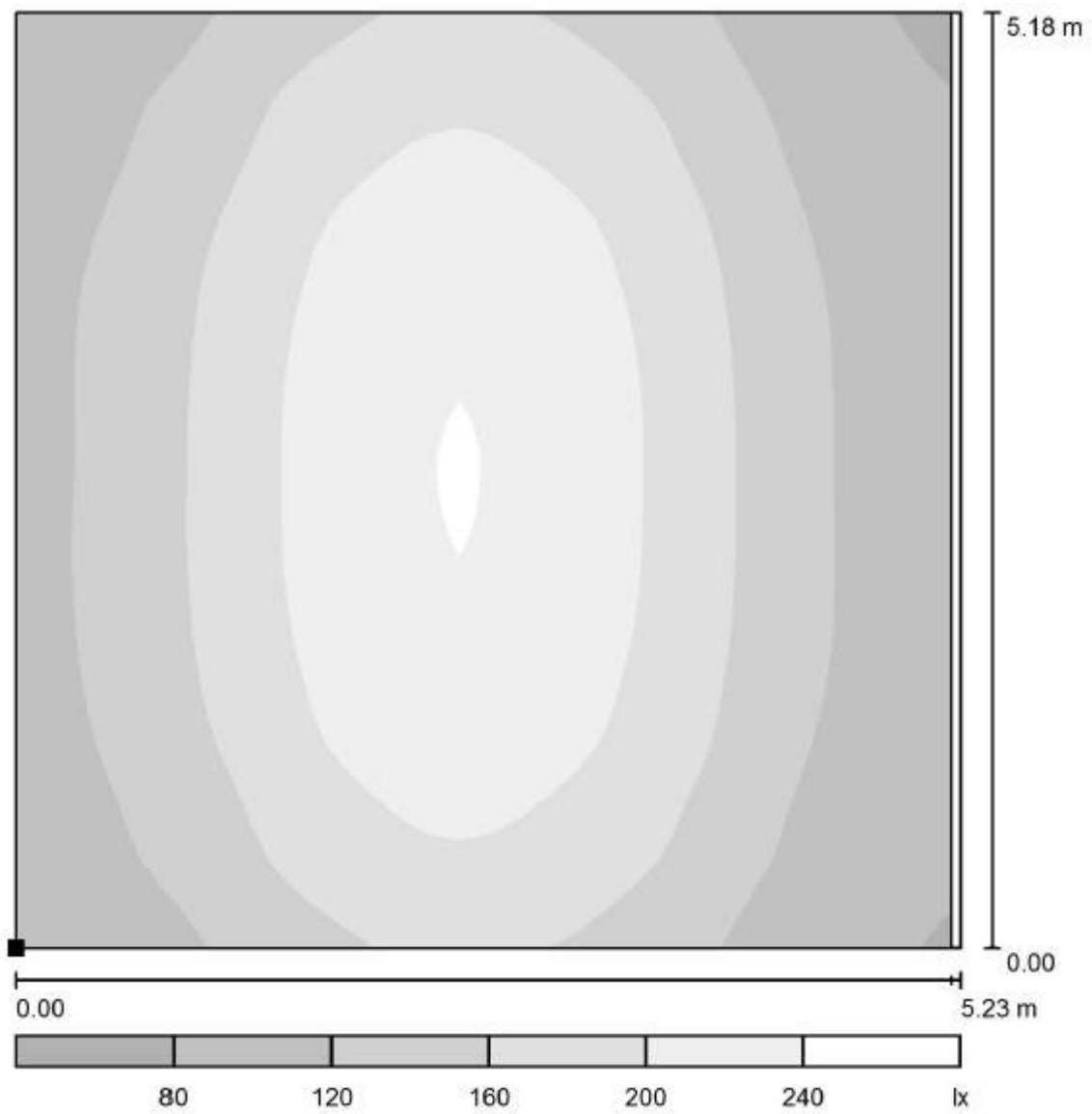
$E_{min}$  [lx]  
75

$E_{max}$  [lx]  
242

$E_{min} / E_m$   
0.473

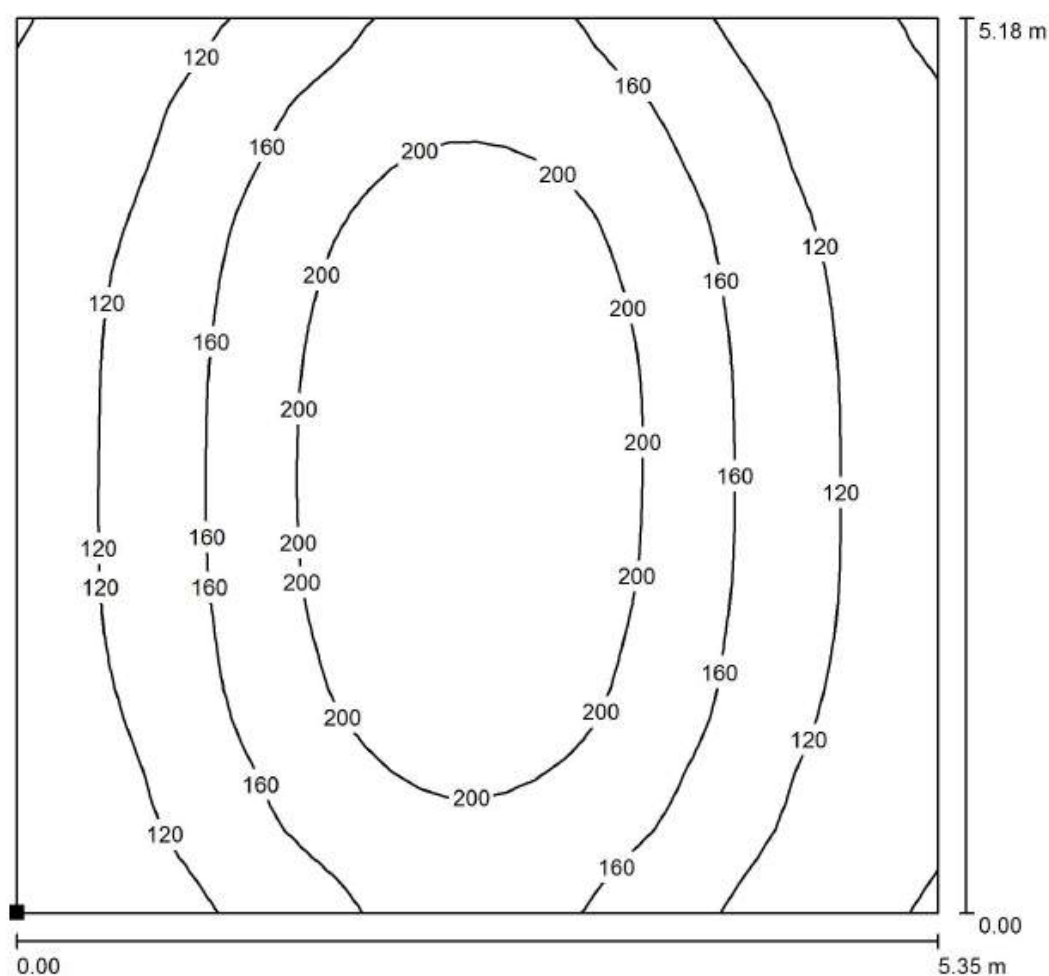
$E_{min} / E_{max}$   
0.310







# OFICINA PLANTA BAJA / VESTUARIO FEMENINO / Isolíneas (E, perpendicular)



Valores en Lux, Escala 1 : 41

Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:  
(3.280 m, 21.550 m, 0.000 m)



Trama: 32 x 32 Puntos

$E_m$  [lx]  
158

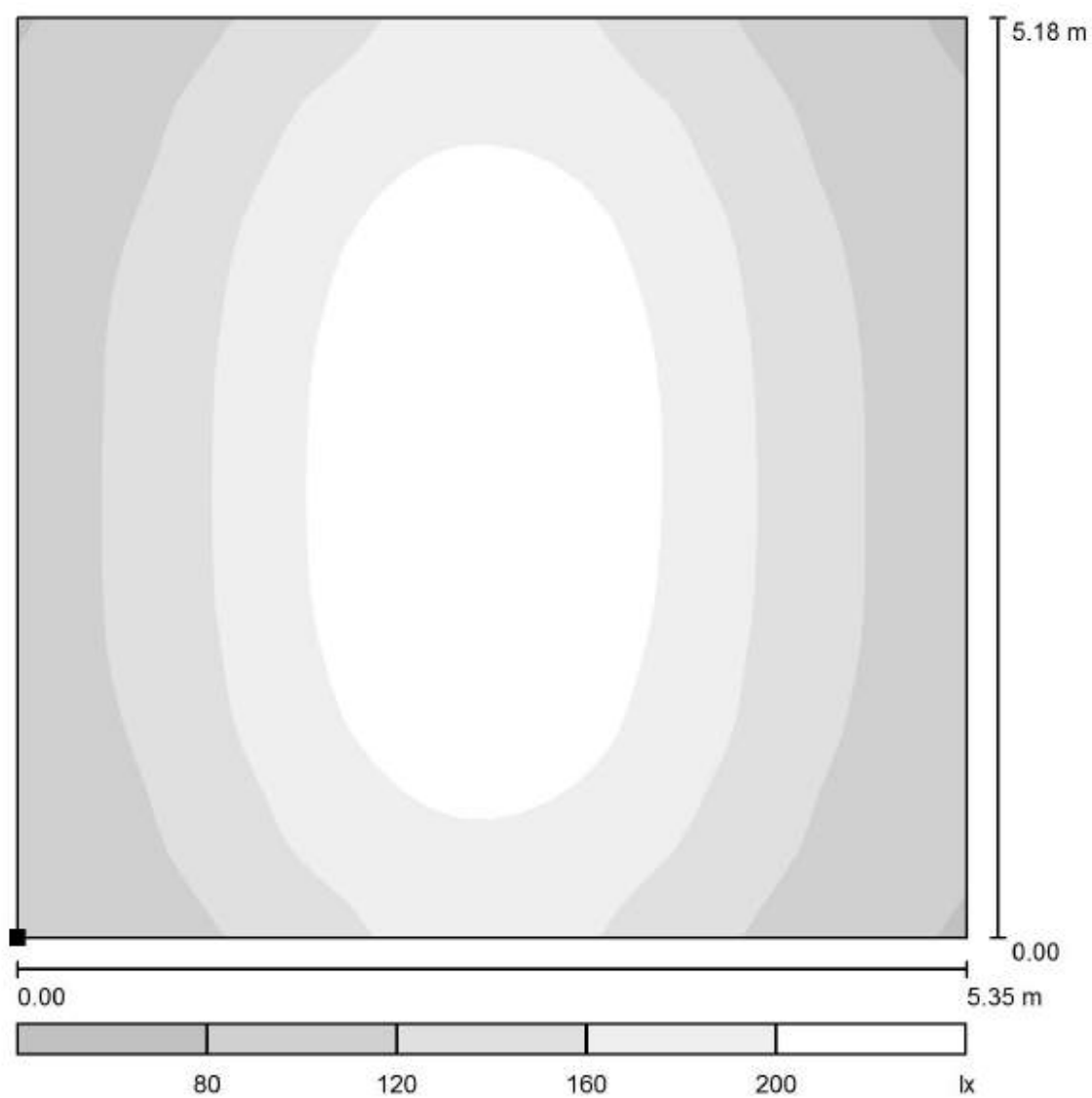
$E_{min}$  [lx]  
78

$E_{max}$  [lx]  
241

$E_{min} / E_m$   
0.493

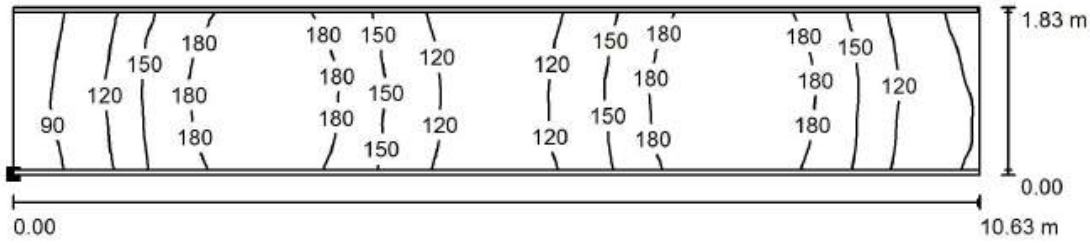
$E_{min} / E_{max}$   
0.324



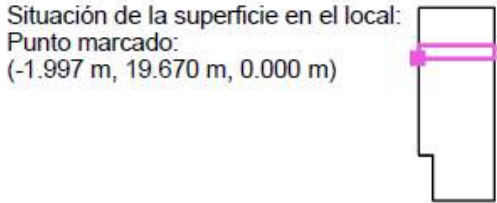




OFICINA PLANTA BAJA / PASILLO VESTUARIOS / Isolíneas (E, perpendicular)

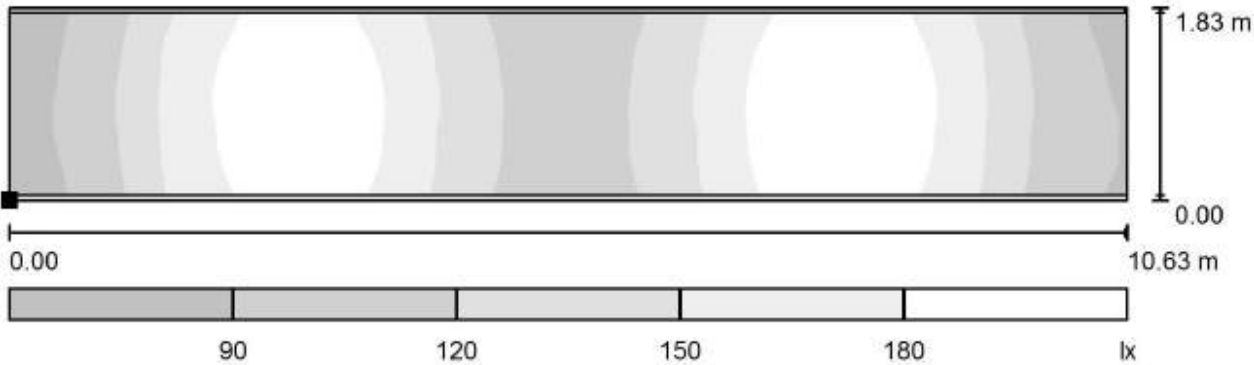


Valores en Lux, Escala 1 : 76



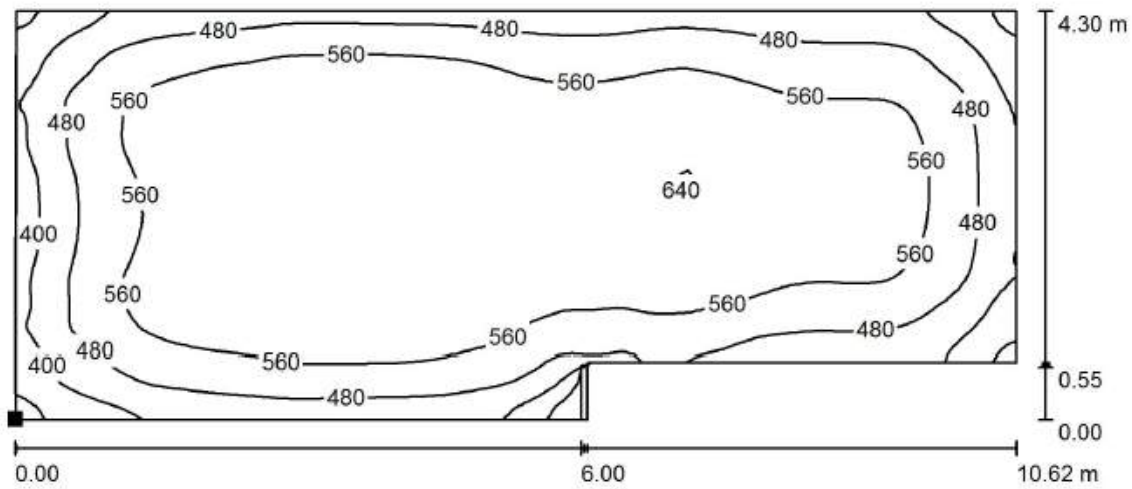
Trama: 64 x 16 Puntos

$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
148	73	207	0.493	0.352





## OFICINA PLANTA BAJA / SALA DE FORMACIÓN / Isolíneas (E, perpendicular)



Valores en Lux, Escala 1 : 76

Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:  
(-2.000 m, 6.285 m, 0.850 m)



Trama: 128 x 128 Puntos

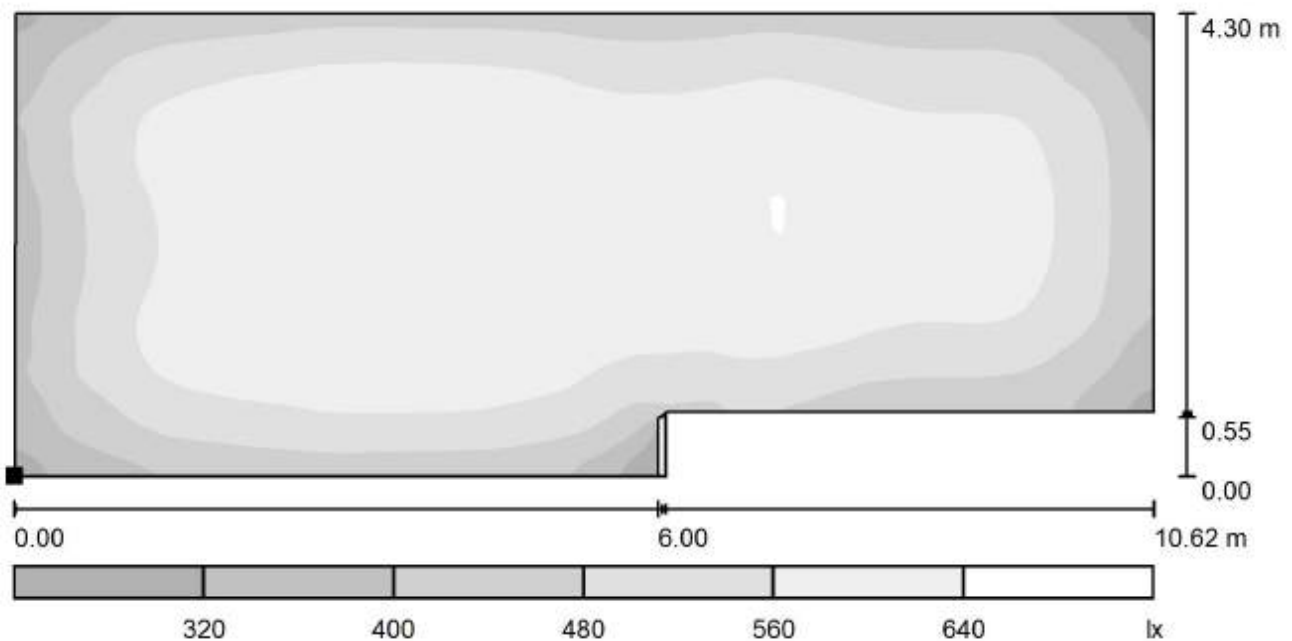
$E_m$  [lx]  
543

$E_{min}$  [lx]  
282

$E_{max}$  [lx]  
643

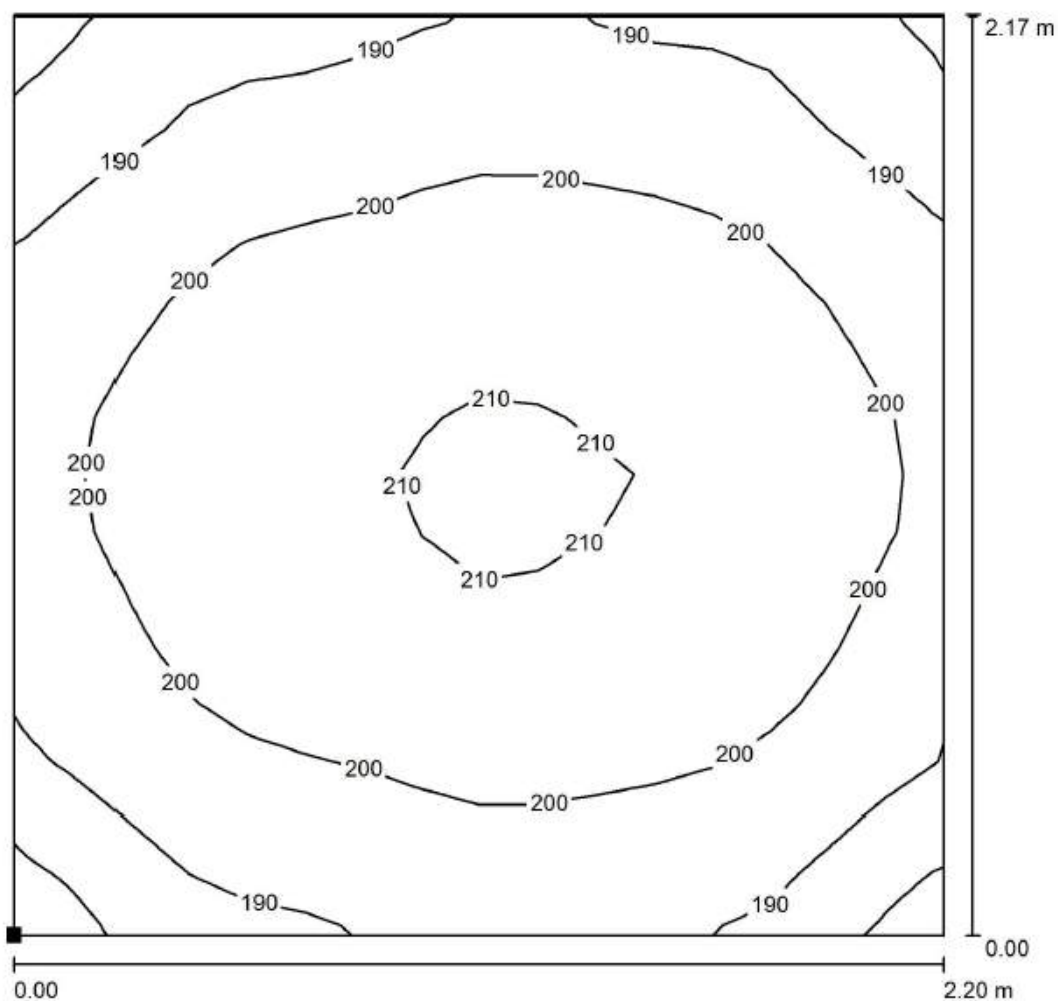
$E_{min} / E_m$   
0.520

$E_{min} / E_{max}$   
0.438





# OFICINA PLANTA BAJA / ASEO IZQUIERDA / Isolíneas (E, perpendicular)



Valores en Lux, Escala 1 : 17

Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:  
(4.100 m, 4.595 m, 0.000 m)



Trama: 16 x 16 Puntos

$E_m$  [lx]  
199

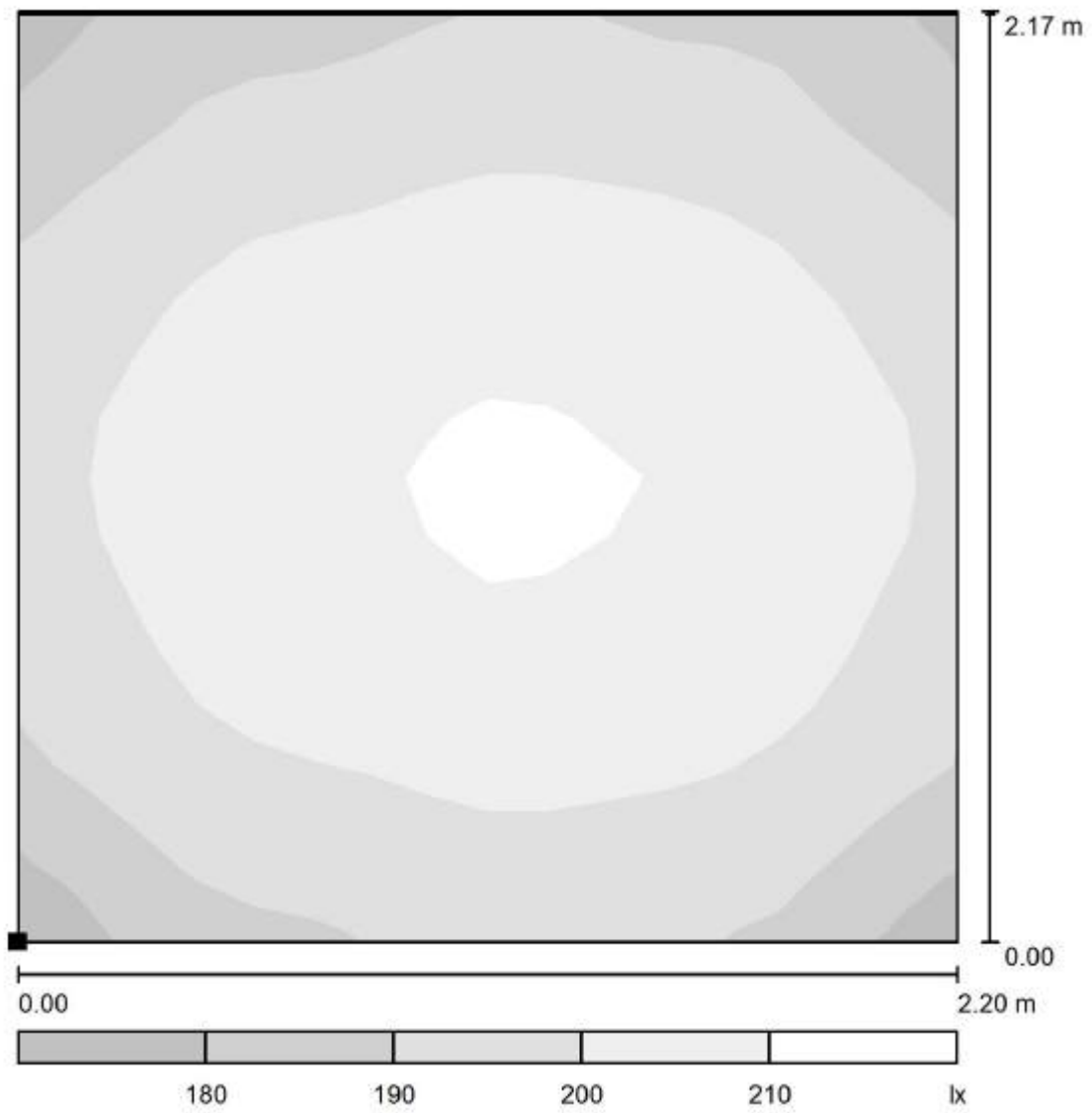
$E_{min}$  [lx]  
175

$E_{max}$  [lx]  
214

$E_{min} / E_m$   
0.879

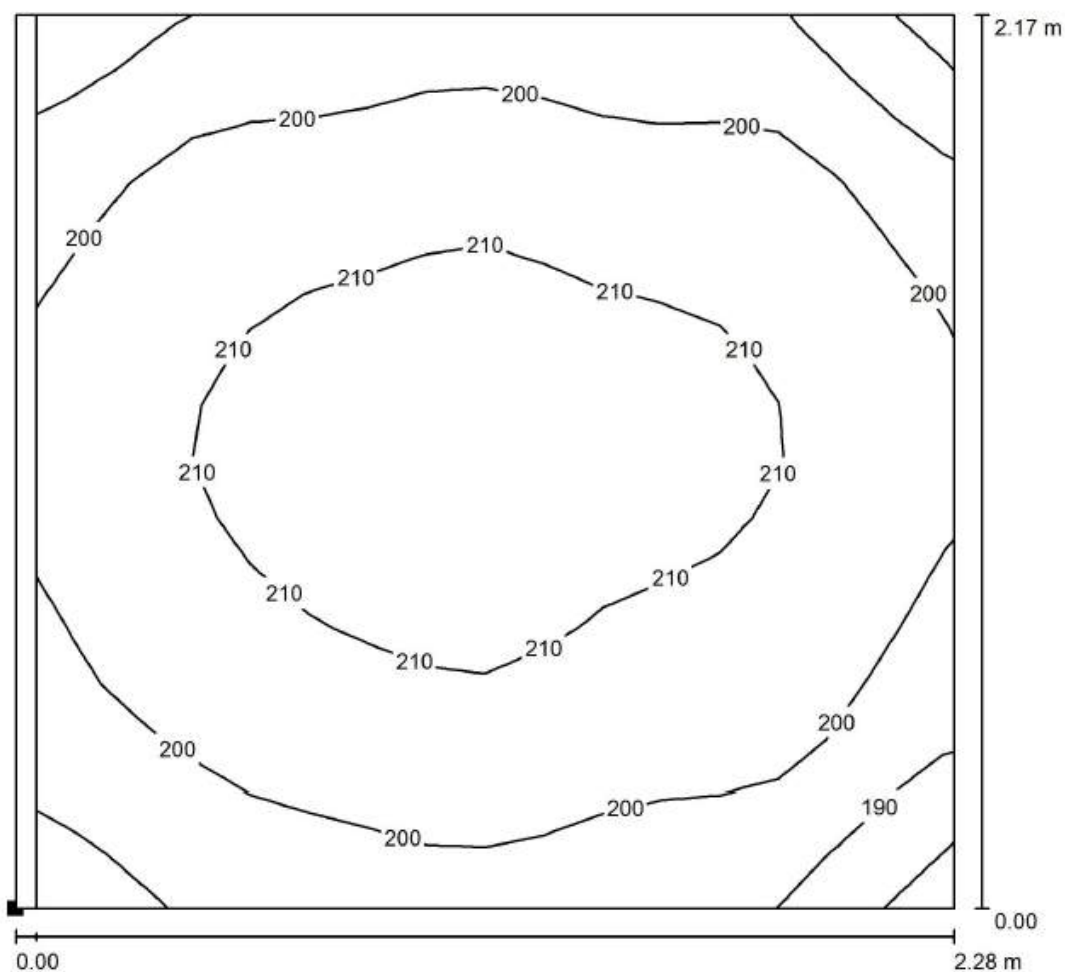
$E_{min} / E_{max}$   
0.818







# OFICINA PLANTA BAJA / ASEO DERECHA / Isolíneas (E, perpendicular)



Valores en Lux, Escala 1 : 17

Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:  
(6.350 m, 4.595 m, 0.000 m)



Trama: 16 x 16 Puntos

$E_m$  [lx]  
203

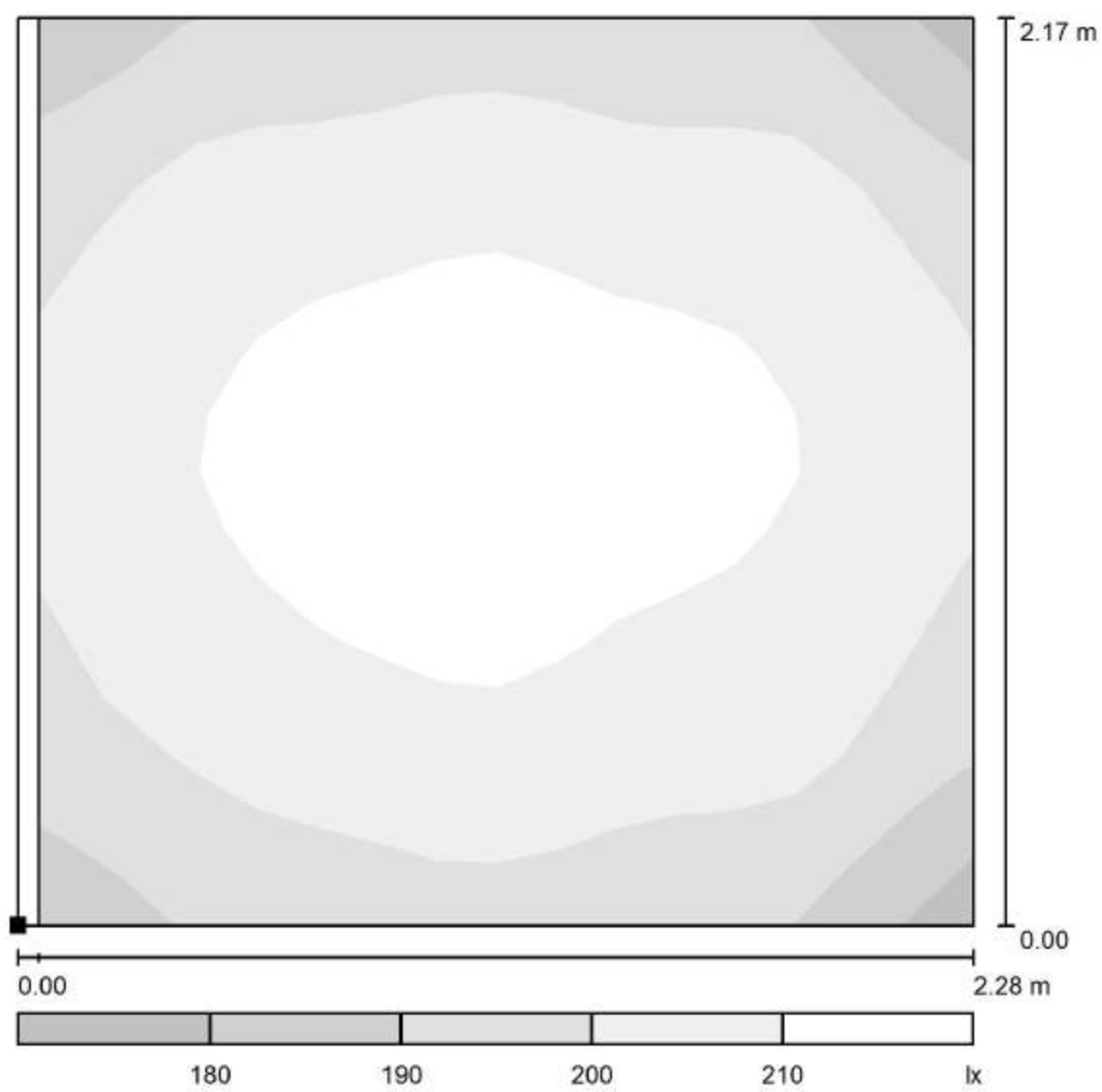
$E_{min}$  [lx]  
177

$E_{max}$  [lx]  
218

$E_{min} / E_m$   
0.868

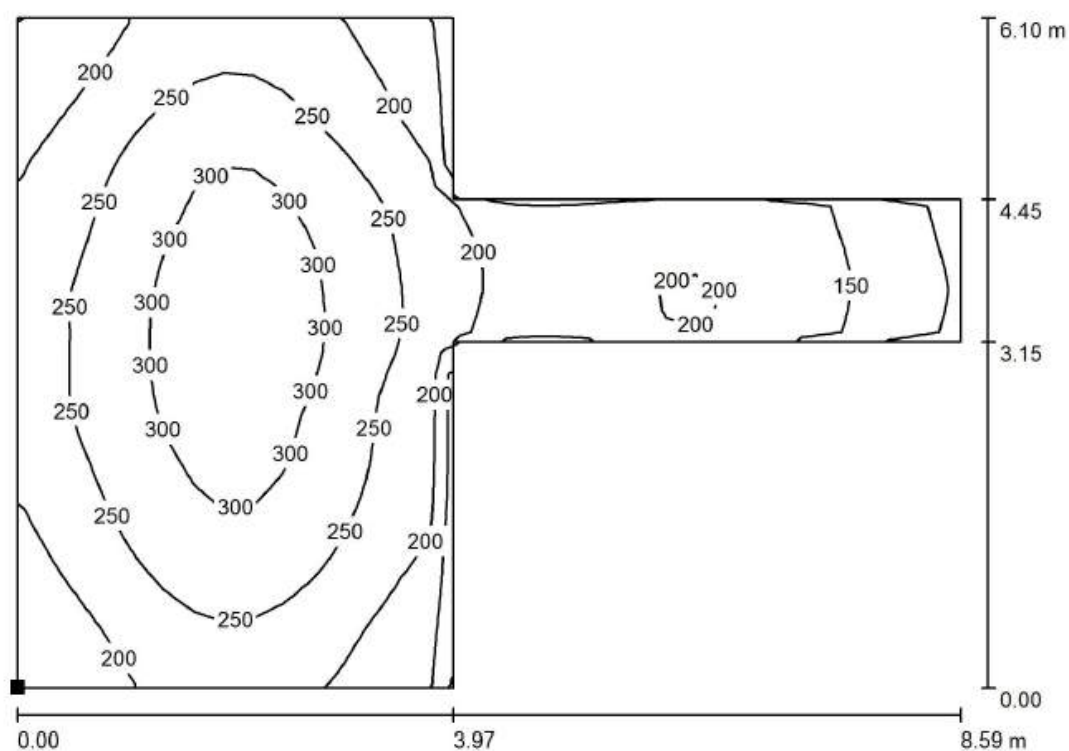
$E_{min} / E_{max}$   
0.810







# OFICINA PLANTA BAJA / RECEPCION / Isolíneas (E, perpendicular)



Valores en Lux, Escala 1 : 62

Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:  
(0.000 m, 0.000 m, 0.000 m)



Trama: 32 x 32 Puntos

$E_m$  [lx]  
234

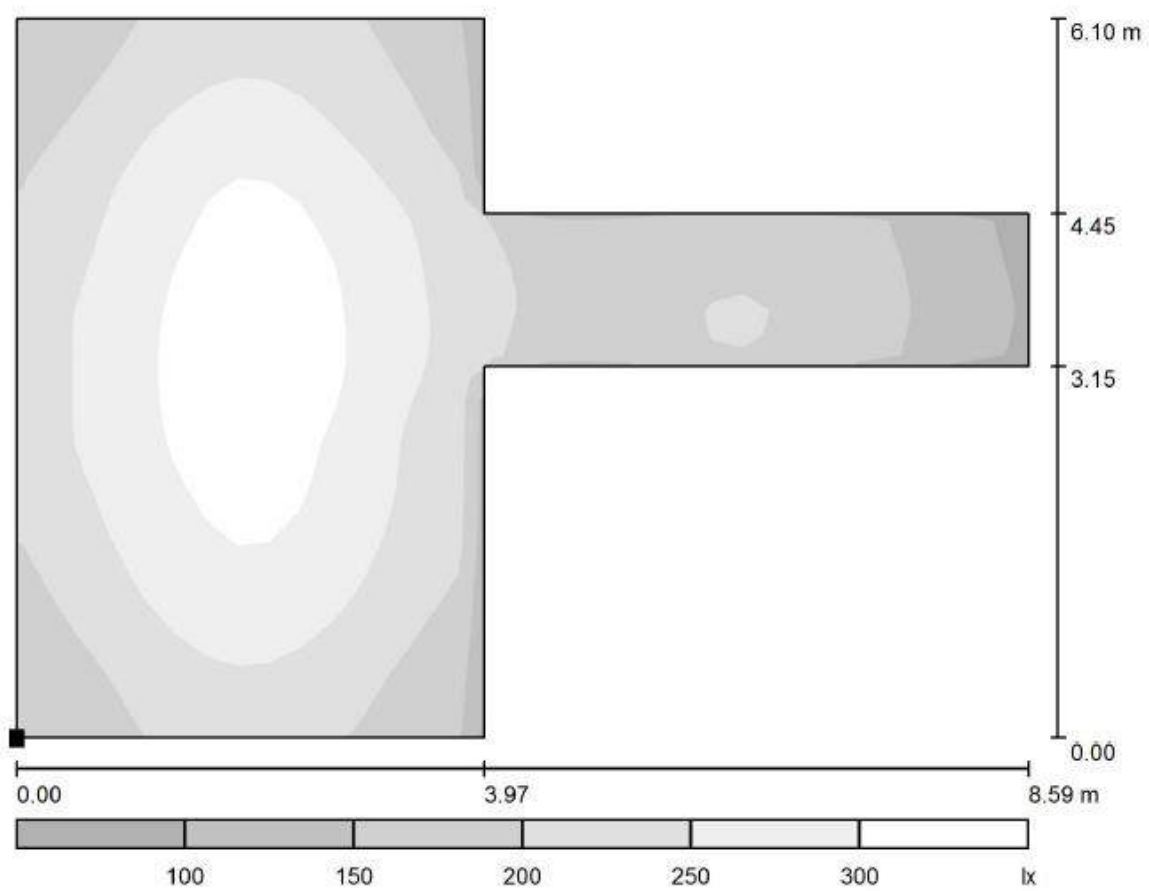
$E_{min}$  [lx]  
90

$E_{max}$  [lx]  
334

$E_{min} / E_m$   
0.384

$E_{min} / E_{max}$   
0.270

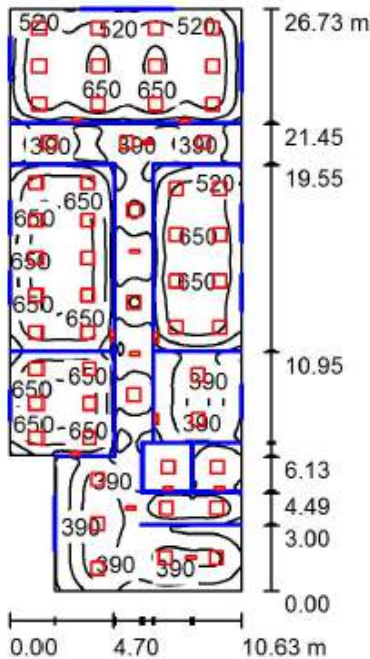






### II.4.3. INFORME DIALUX - ZONA DE OFICINAS PLANTA ALTA

#### OFICINA PLANTA ALTA / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:344

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	444	72	712	0.163
Suelo	20	362	73	628	0.202
Techo	70	82	34	134	0.412
Paredes (6)	50	195	37	521	/

#### Plano útil:

Altura: 0.850 m  
Trama: 128 x 128 Puntos  
Zona marginal: 0.000 m

#### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	13	LEGRAND 662561 INOXLED 200LM-3H MAINTAINED-NON MAINTAINED IP67 ADR LVS2 (1.000)	200	200	8.0
2	53	PHILIPS RC132V W60L60 1 xLED36S/840 OC (1.000)	3600	3600	36.0
Total:			193400	193400	2012.0

Valor de eficiencia energética:  $7.41 \text{ W/m}^2 = 1.67 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $271.68 \text{ m}^2$ )

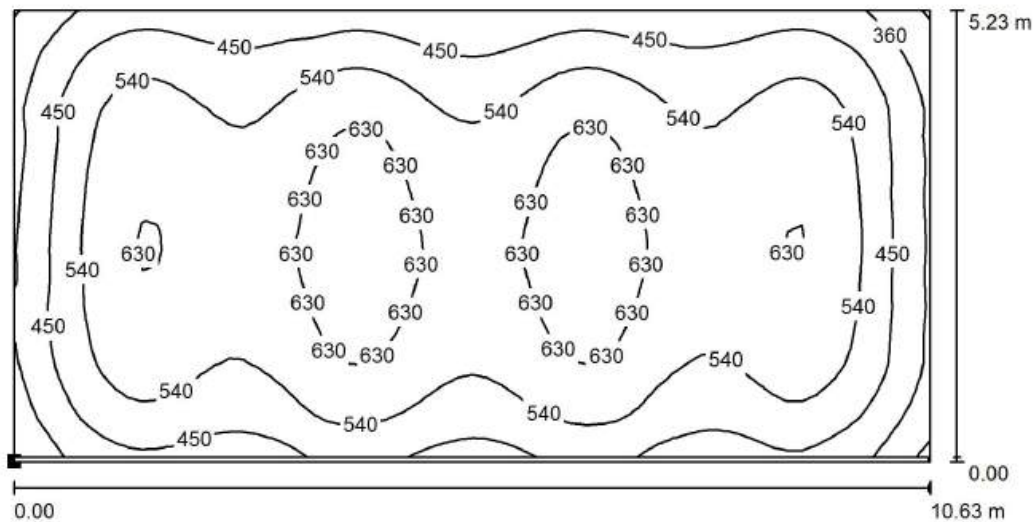


## OFICINA PLANTA ALTA / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 193400 lm  
 Potencia total: 2012.0 W  
 Factor mantenimiento: 0.80  
 Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m <sup>2</sup> ]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	374	70	444	/	/
DPTO. RRHH Y COMERCIAL	455	80	536	/	/
DPTO. DISEÑO	495	95	590	/	/
DPTO. INFORMÁTICA	478	102	580	/	/
SALA DE REUNIONES	442	87	529	/	/
ASEO IZQUIERDA	135	62	197	/	/
ASEO DERECHO	134	66	201	/	/
PASILLO	185	61	246	/	/
ARCHIVO	228	42	270	/	/
ESCALERAS	199	59	258	/	/

### OFICINA PLANTA ALTA / DPTO. RRHH Y COMERCIAL / Isolíneas (E, perpendicular)



Valores en Lux, Escala 1 : 76

Situación de la superficie en el local:  
 Punto marcado:  
 (-2.000 m, 21.500 m, 0.850 m)



Trama: 64 x 32 Puntos

$E_m$  [lx]  
536

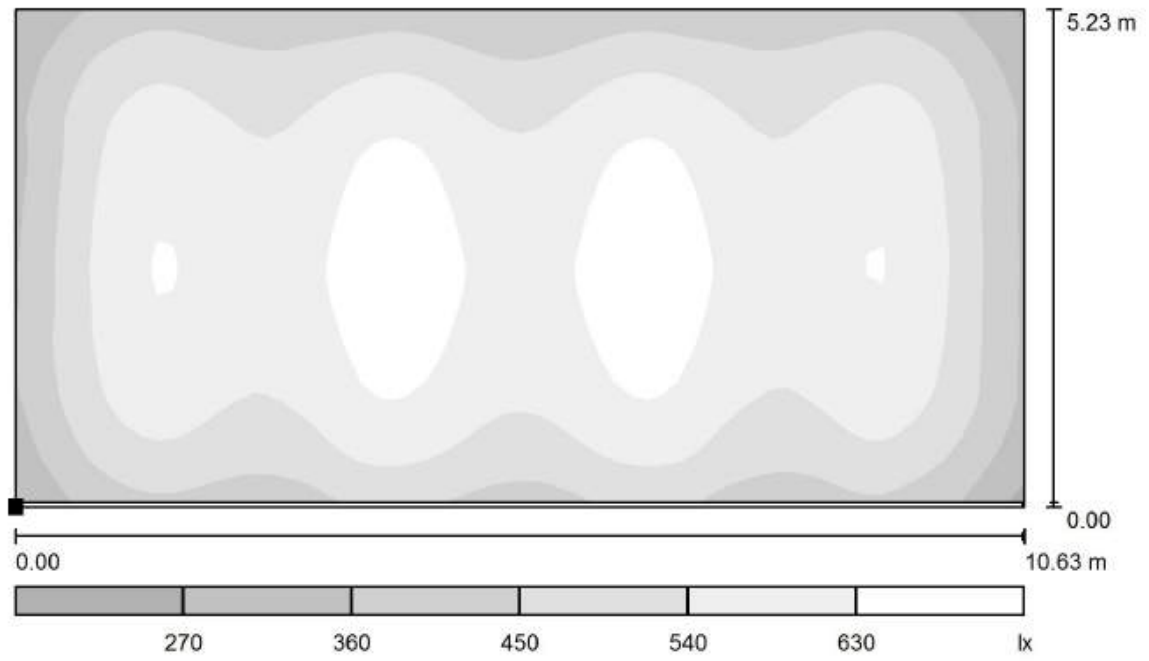
$E_{min}$  [lx]  
246

$E_{max}$  [lx]  
688

$E_{min} / E_m$   
0.459

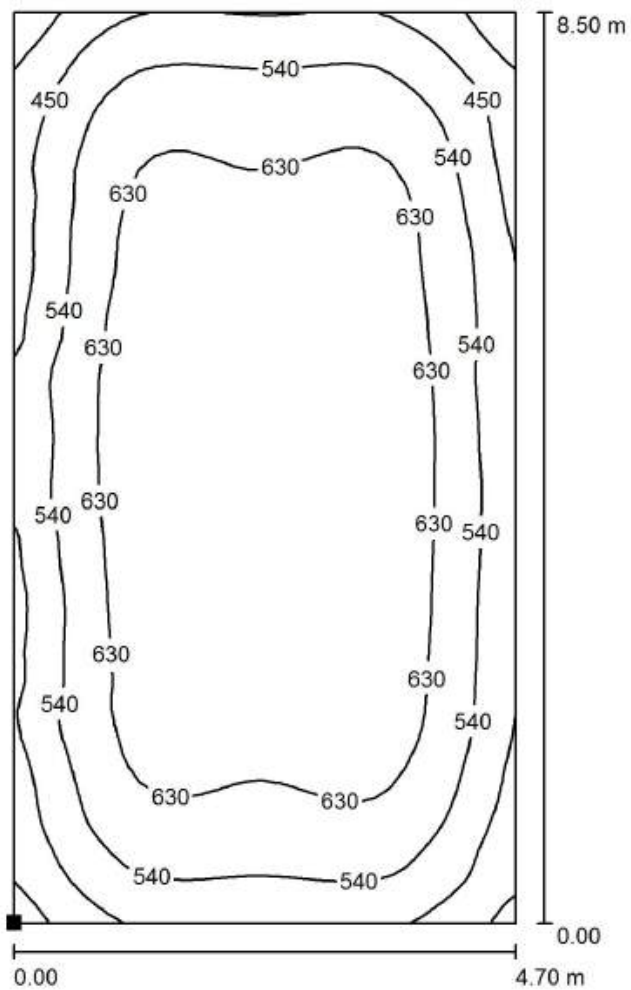
$E_{min} / E_{max}$   
0.357







# OFICINA PLANTA ALTA / DPTO. DISEÑO / Isolíneas (E, perpendicular)



Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:  
(-2.000 m, 11.050 m, 0.850 m)



Valores en Lux, Escala 1 : 67

Trama: 32 x 64 Puntos

$E_m$  [lx]  
590

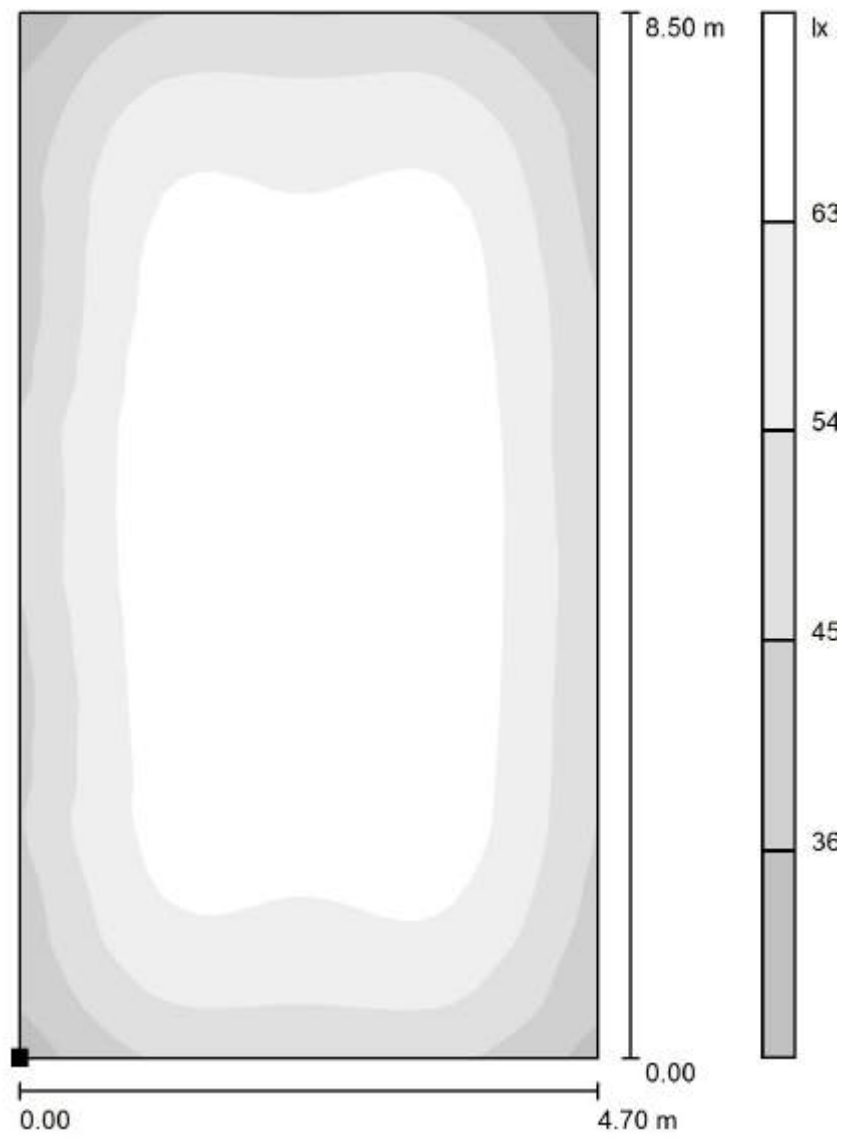
$E_{min}$  [lx]  
300

$E_{max}$  [lx]  
712

$E_{min} / E_m$   
0.509

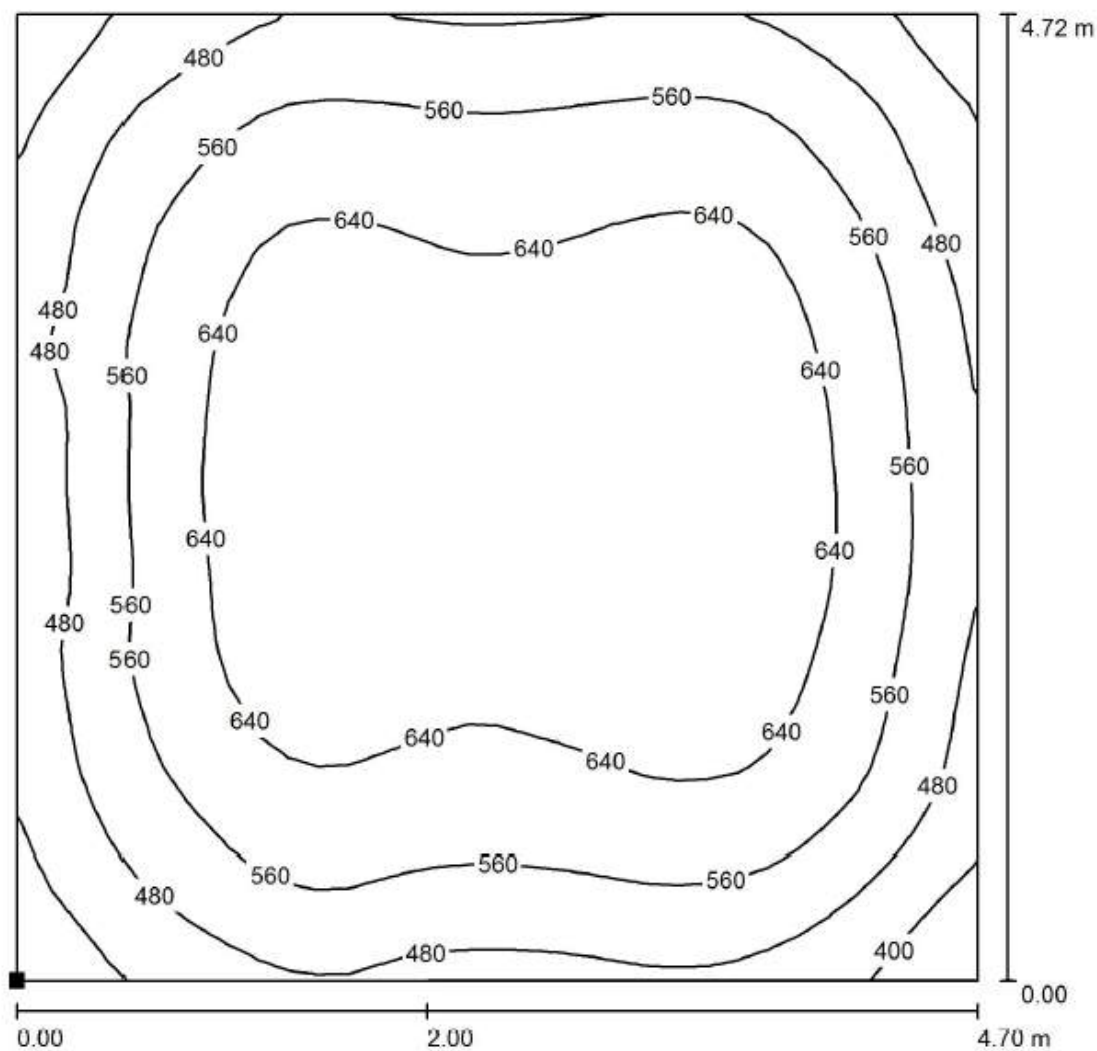
$E_{min} / E_{max}$   
0.422







# OFICINA PLANTA ALTA / DPTO. INFORMATICA / Isolíneas (E, perpendicular)



Valores en Lux, Escala 1 : 37

Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:  
(-2.000 m, 6.227 m, 0.850 m)



Trama: 32 x 32 Puntos

$E_m$  [lx]  
580

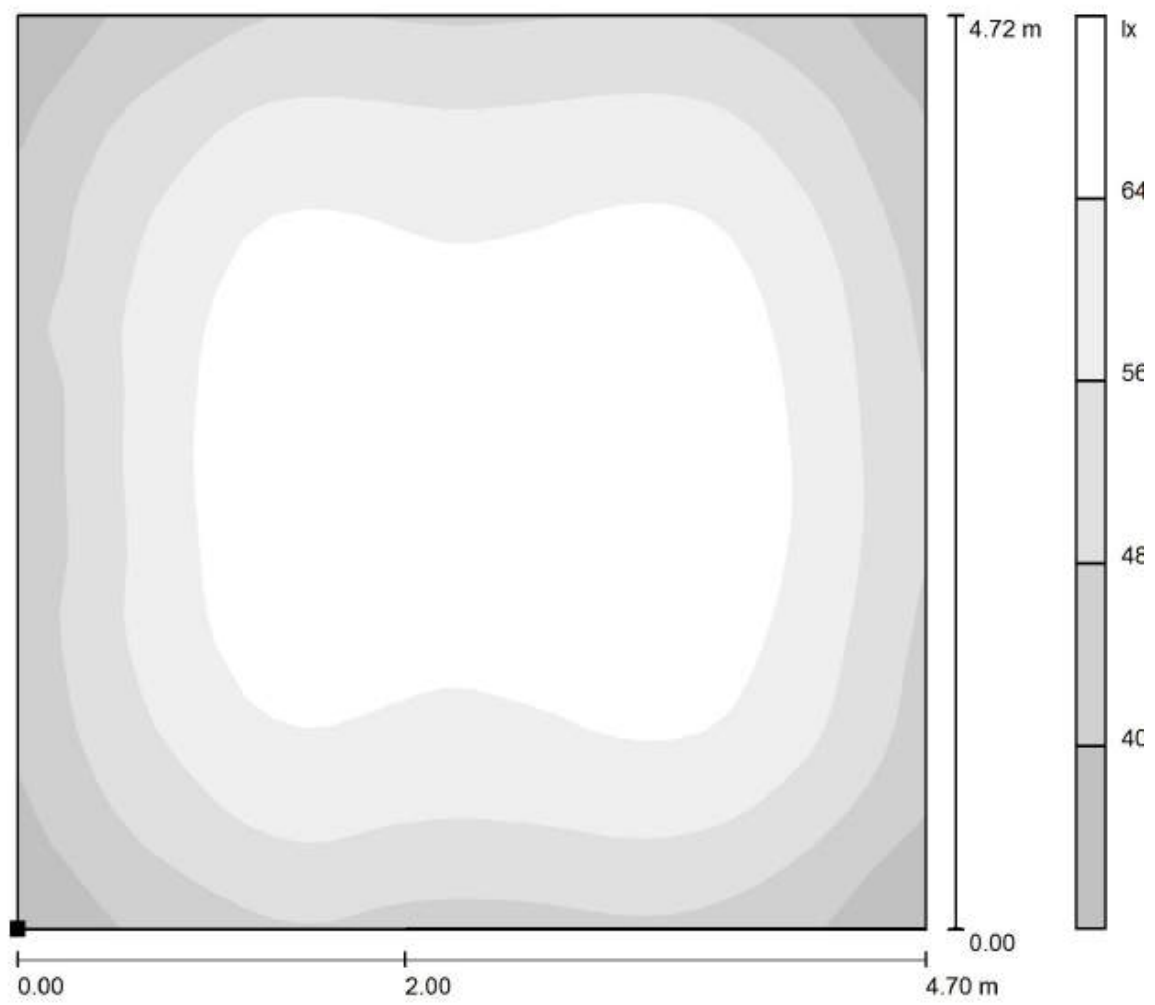
$E_{min}$  [lx]  
332

$E_{max}$  [lx]  
713

$E_{min} / E_m$   
0.573

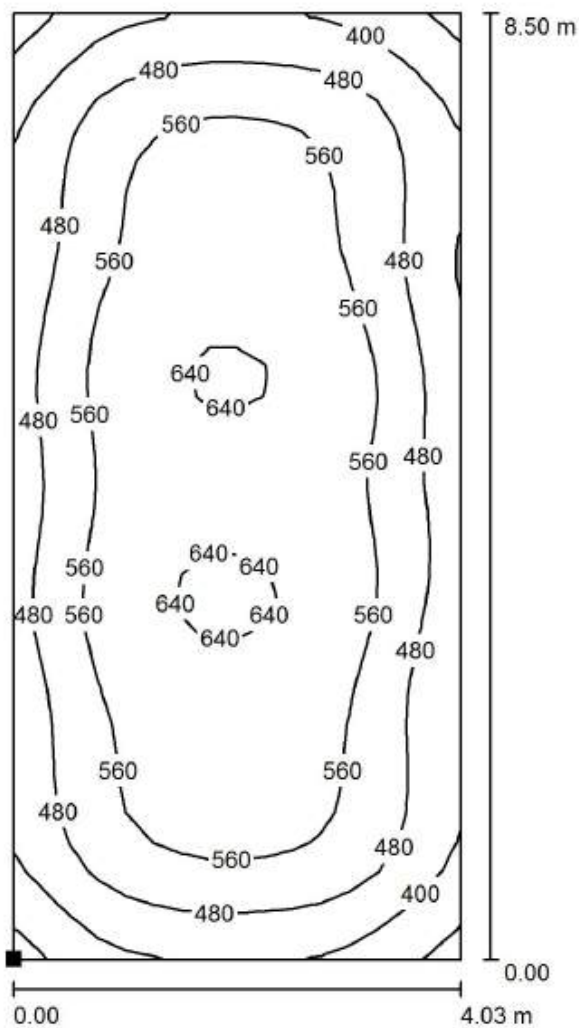
$E_{min} / E_{max}$   
0.466





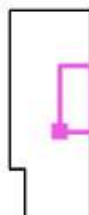


# OFICINA PLANTA ALTA / SALA DE REUNIONES / Isolíneas (E, perpendicular)



Valores en Lux, Escala 1 : 67

Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:  
(4.600 m, 11.053 m, 0.850 m)



Trama: 16 x 32 Puntos

$E_m$  [lx]  
529

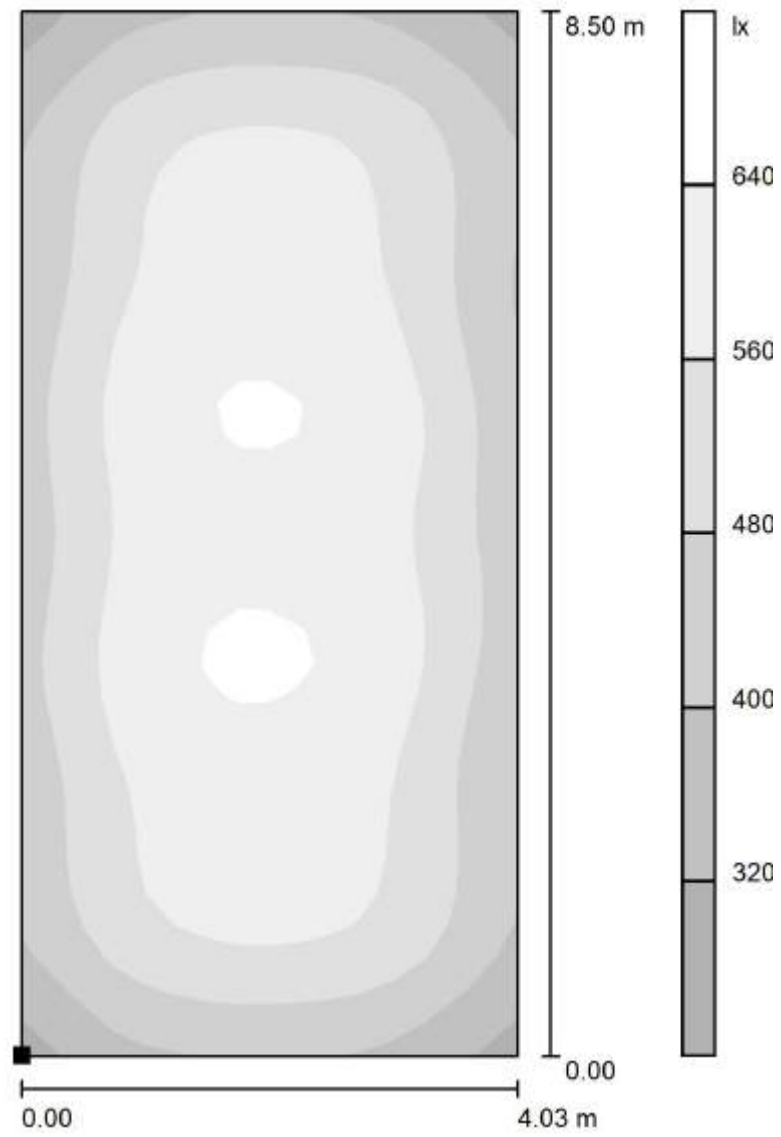
$E_{min}$  [lx]  
291

$E_{max}$  [lx]  
659

$E_{min} / E_m$   
0.551

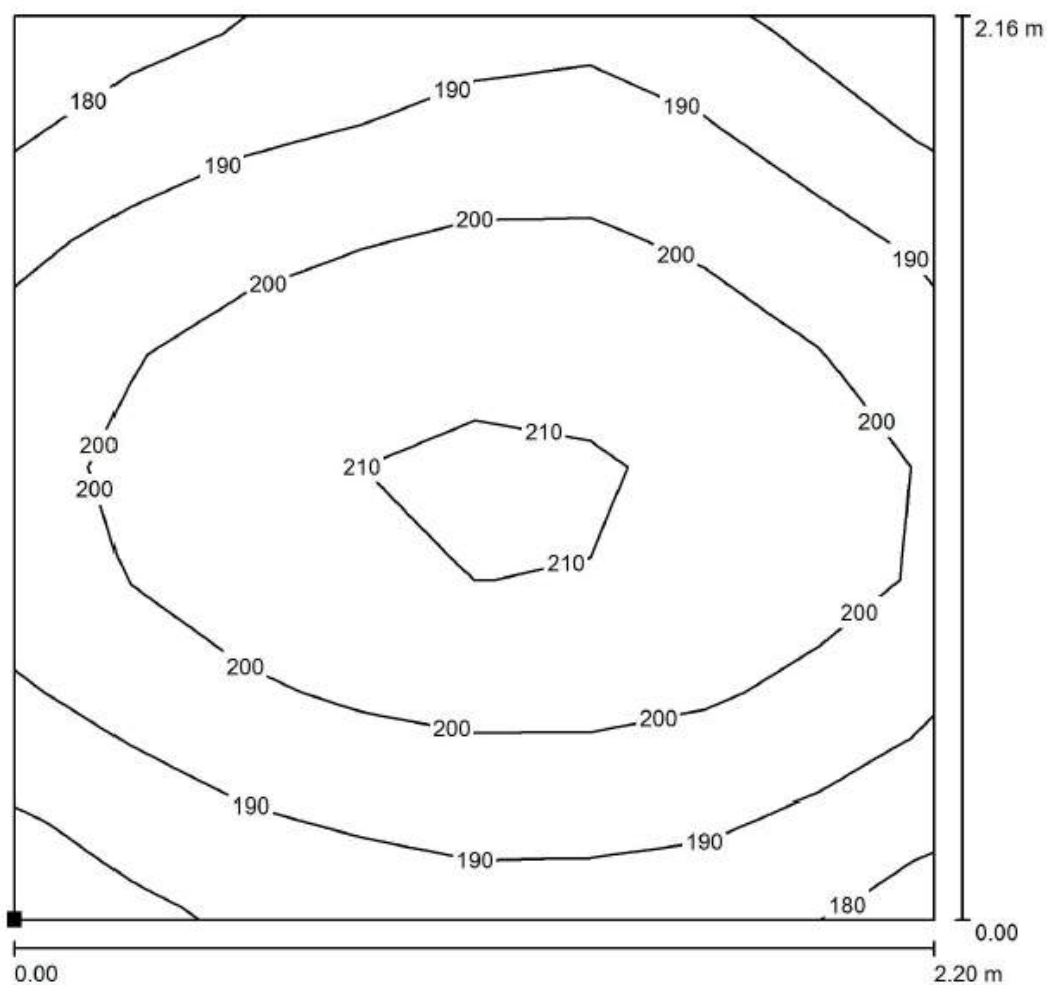
$E_{min} / E_{max}$   
0.442







# OFICINA PLANTA ALTA / ASEO IZQUIERDA / Isolíneas (E, perpendicular)



Valores en Lux, Escala 1 : 17

Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:  
(4.100 m, 4.600 m, 0.000 m)



Trama: 8 x 8 Puntos

$E_m$  [lx]  
197

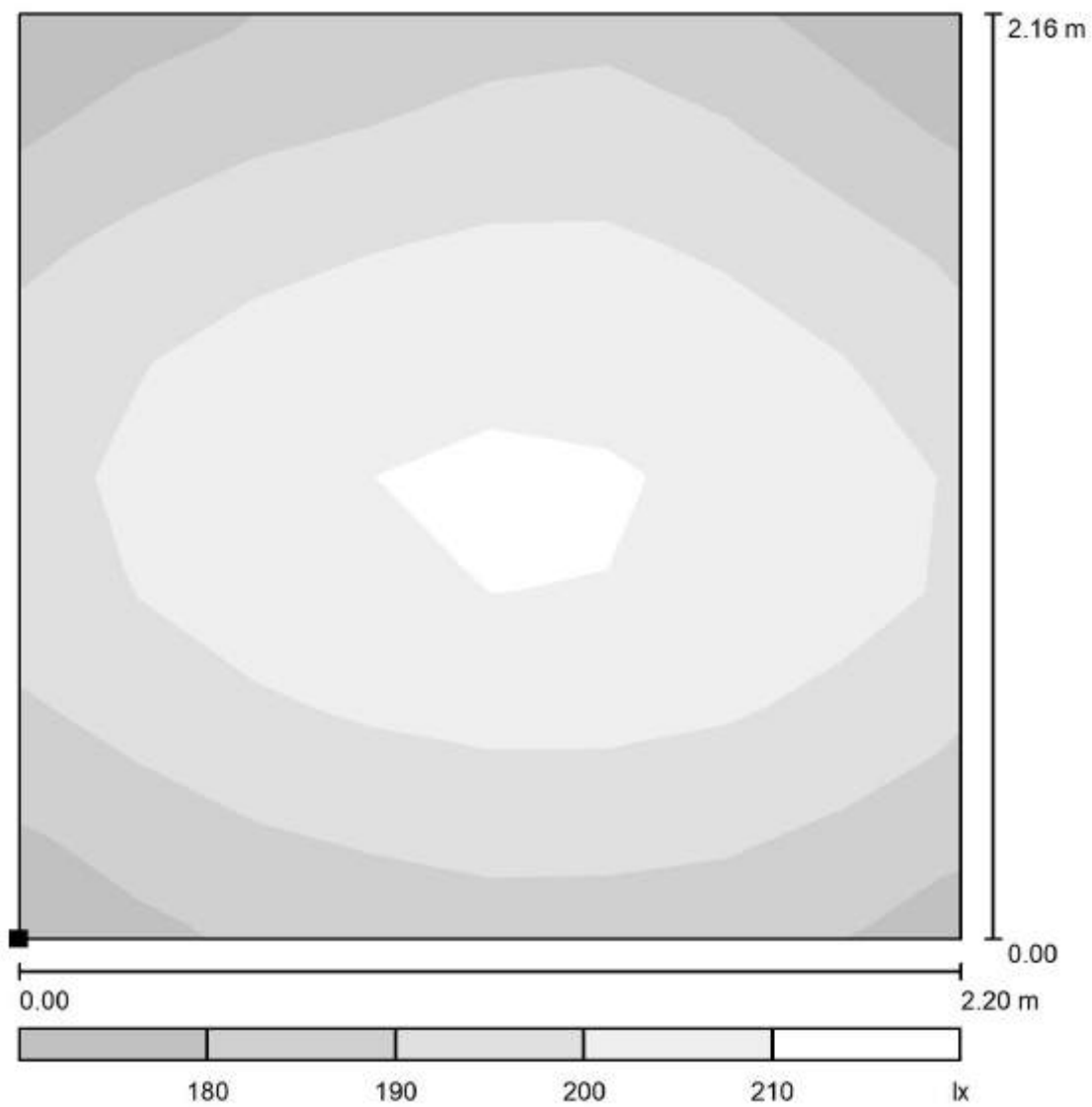
$E_{min}$  [lx]  
172

$E_{max}$  [lx]  
216

$E_{min} / E_m$   
0.875

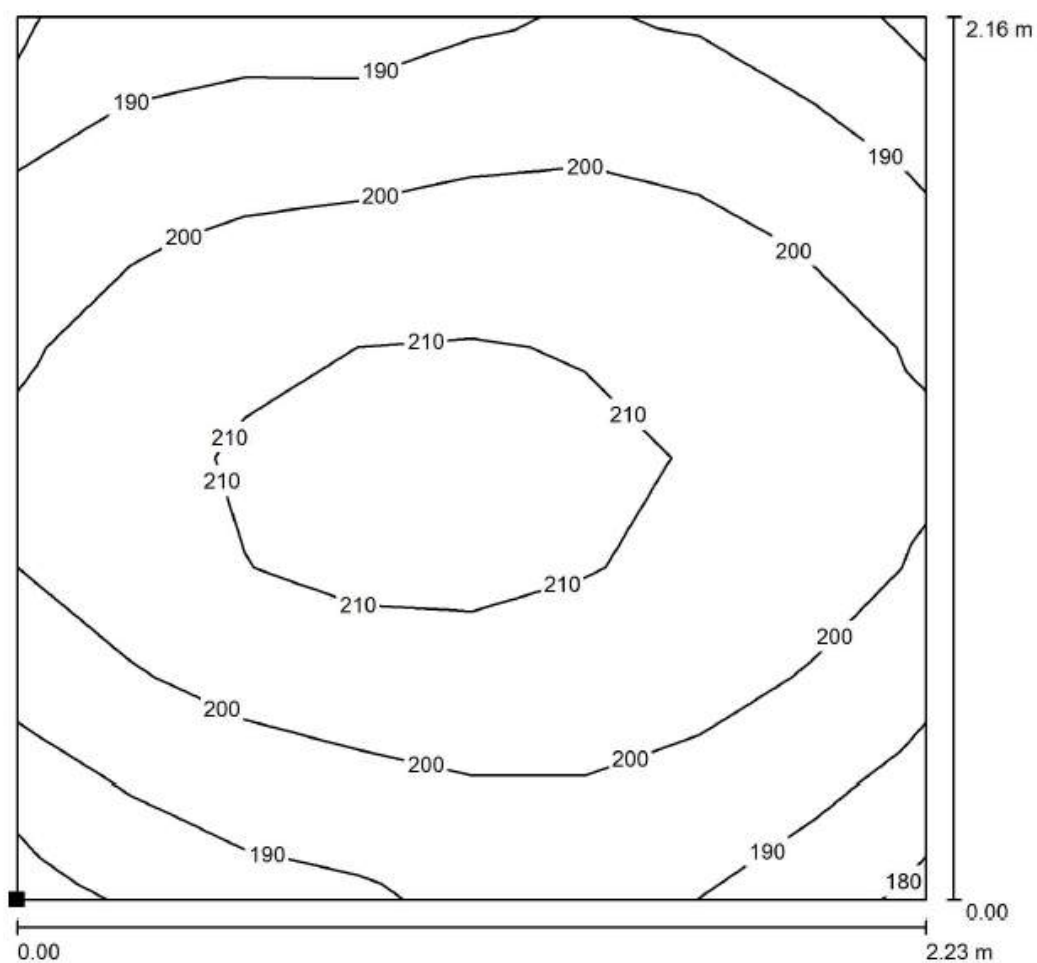
$E_{min} / E_{max}$   
0.798







# OFICINA PLANTA ALTA / ASEO DERECHO / Isolíneas (E, perpendicular)



Valores en Lux, Escala 1 : 17

Situación de la superficie en el local:

Punto marcado:

(6.400 m, 4.600 m, 0.000 m)



Trama: 8 x 8 Puntos

$E_m$  [lx]  
201

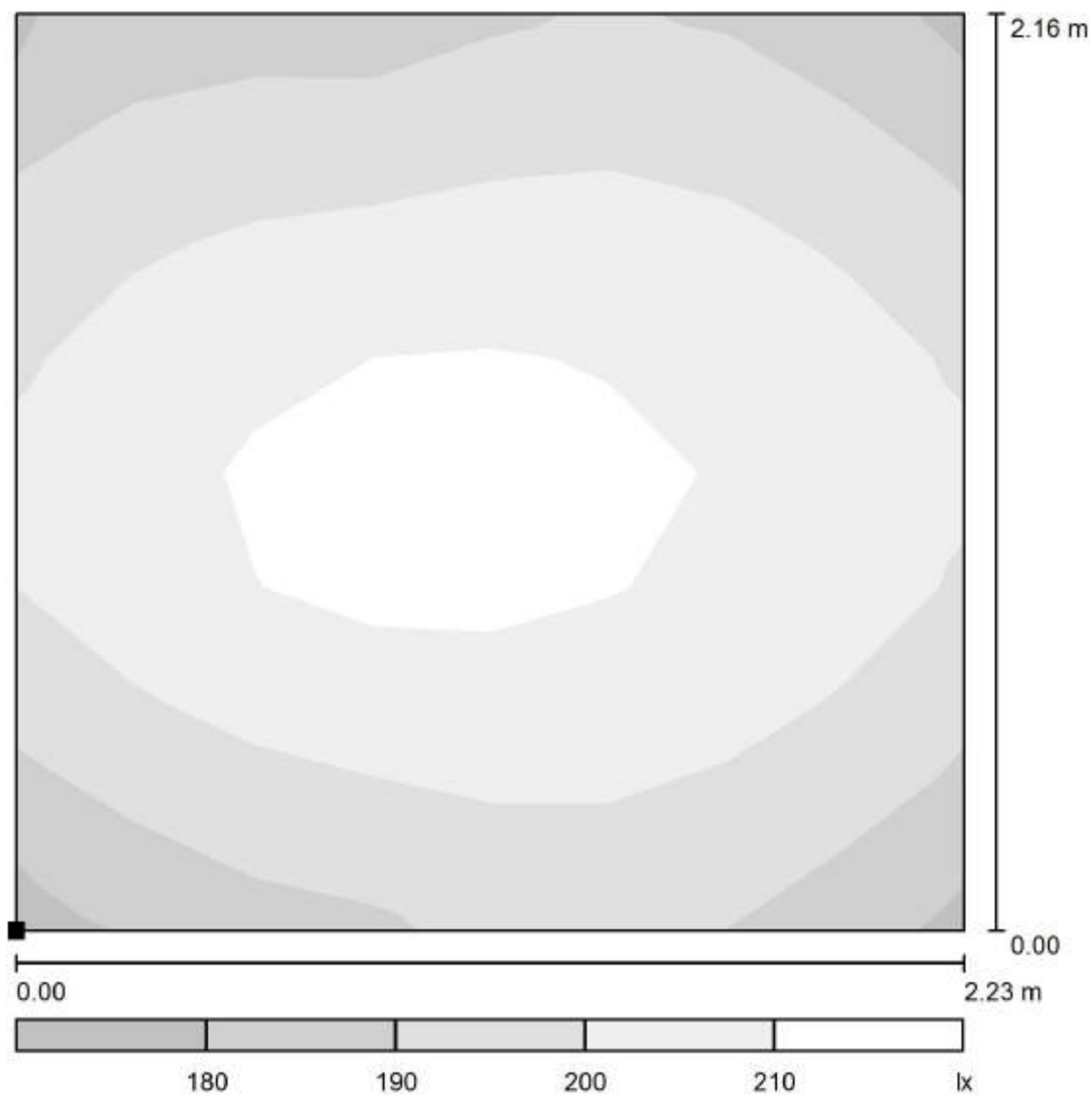
$E_{min}$  [lx]  
179

$E_{max}$  [lx]  
219

$E_{min} / E_m$   
0.889

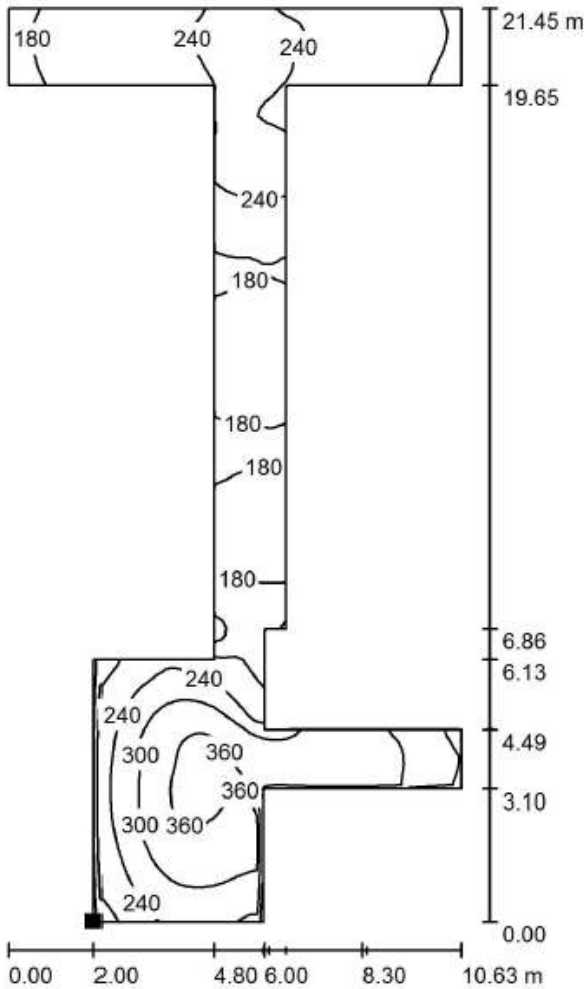
$E_{min} / E_{max}$   
0.817







OFICINA PLANTA ALTA / PASILLO / Isolíneas (E, perpendicular)



Valores en Lux, Escala 1 : 168

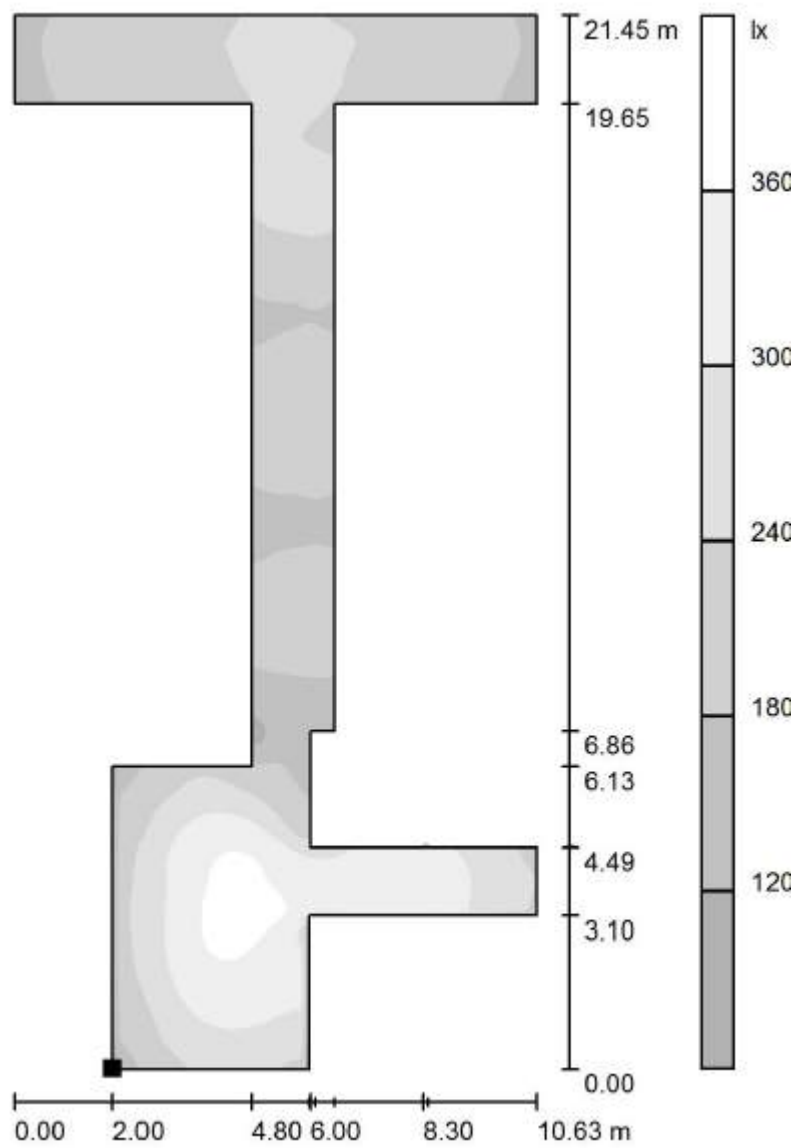
Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:  
(0.000 m, 0.000 m, 0.000 m)



Trama: 64 x 128 Puntos

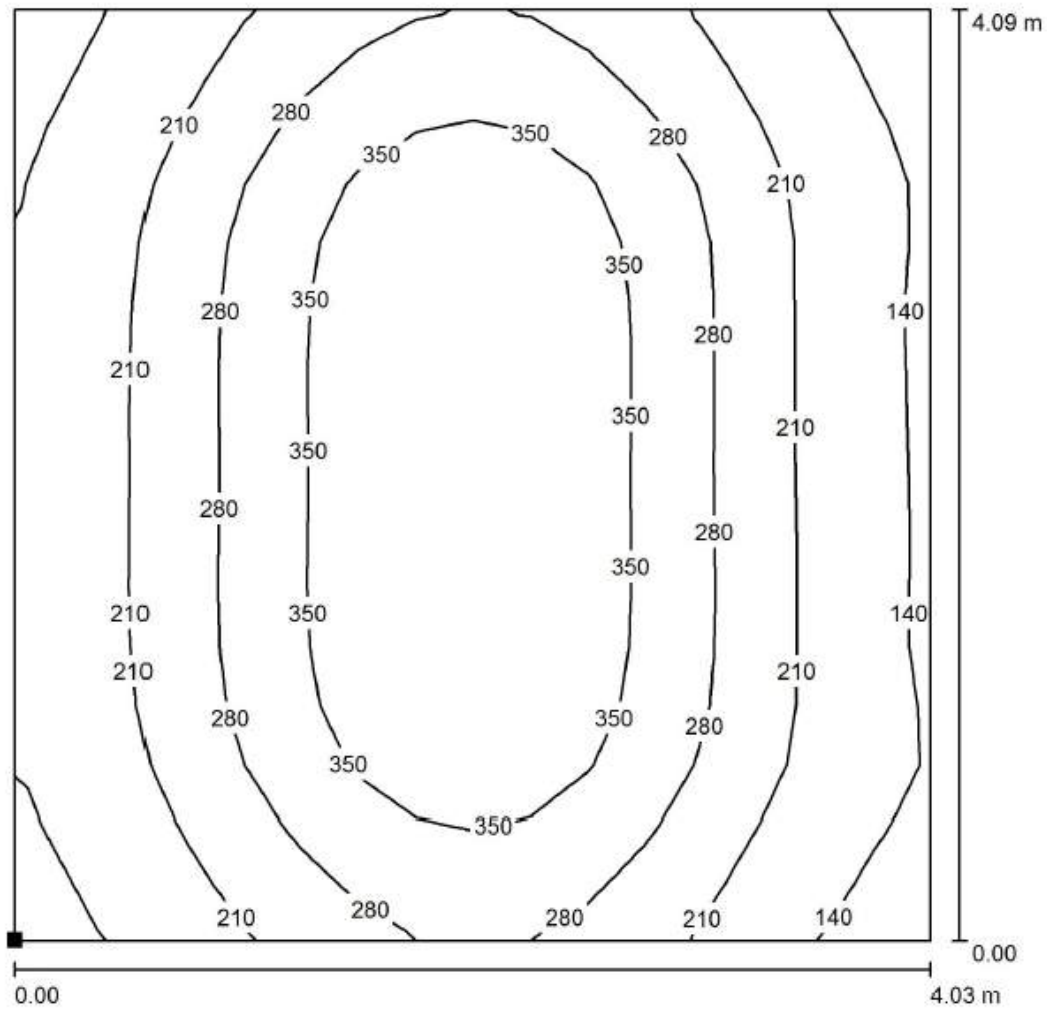
$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
246	89	385	0.363	0.232







# OFICINA PLANTA ALTA / ARCHIVO / Isolíneas (E, perpendicular)



Valores en Lux, Escala 1 : 32

Situación de la superficie en el local:

Punto marcado:

(4.600 m, 6.860 m, 0.850 m)



Trama: 16 x 16 Puntos

$E_m$  [lx]  
270

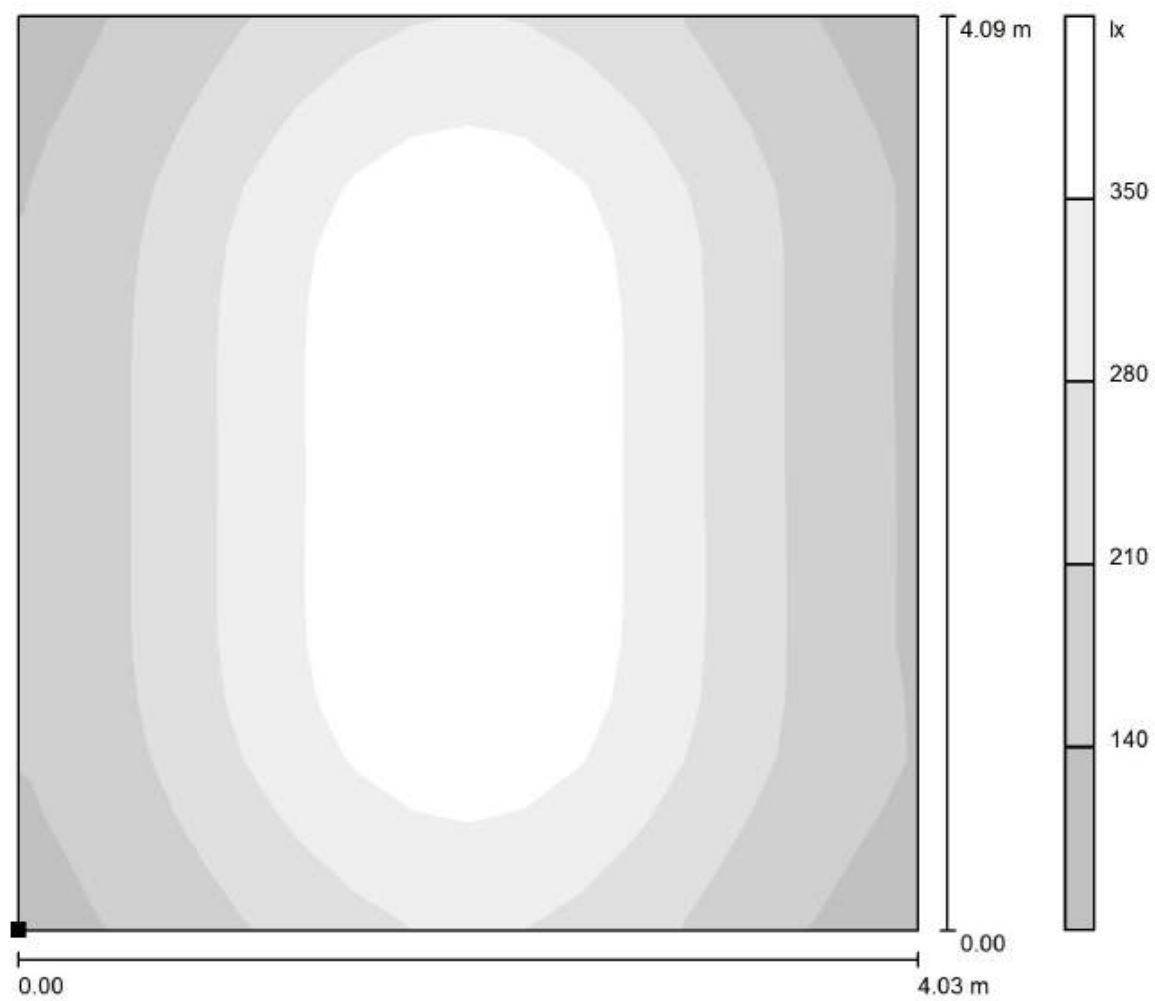
$E_{min}$  [lx]  
110

$E_{max}$  [lx]  
427

$E_{min} / E_m$   
0.407

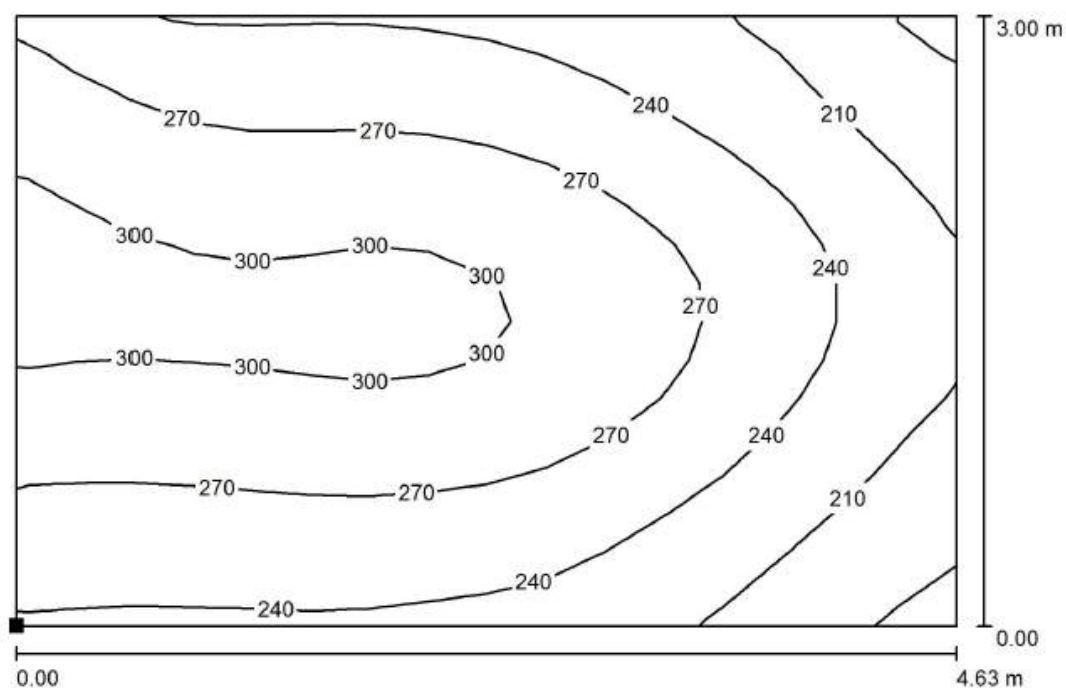
$E_{min} / E_{max}$   
0.257







# OFICINA PLANTA ALTA / ESCALERAS / Isolíneas (E, perpendicular)



Valores en Lux, Escala 1 : 34

Situación de la superficie en el local:

Punto marcado:

(4.000 m, 0.000 m, 0.000 m)



Trama: 16 x 16 Puntos

$E_m$  [lx]  
258

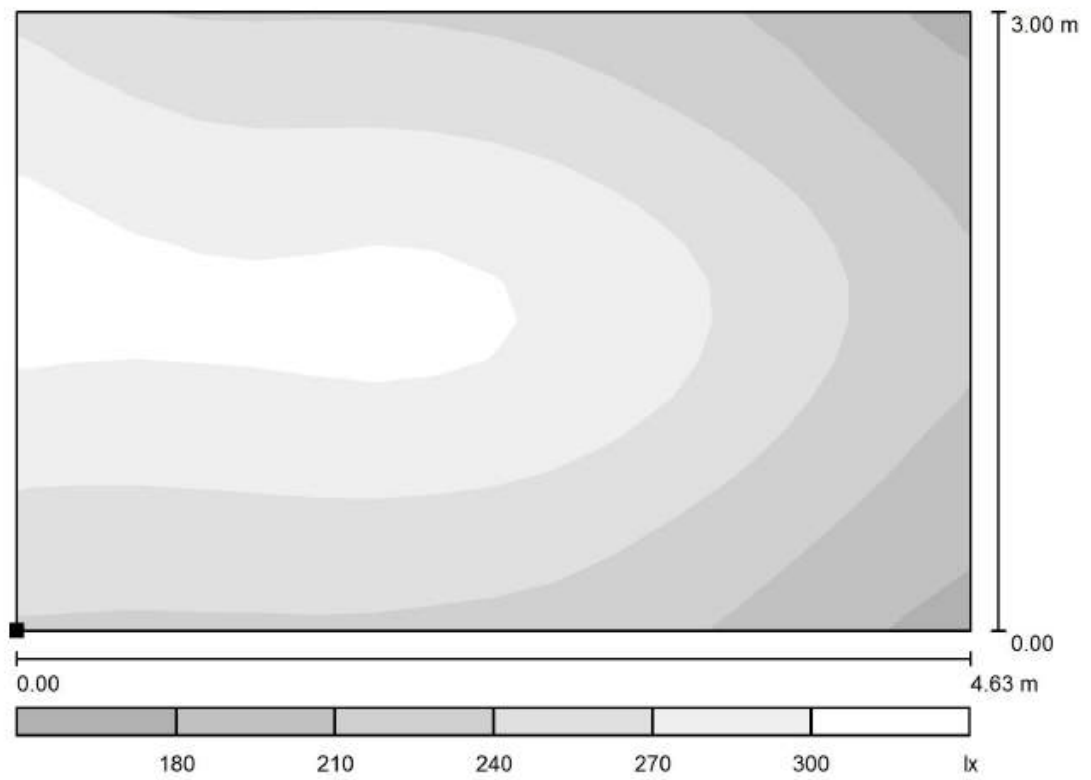
$E_{min}$  [lx]  
172

$E_{max}$  [lx]  
312

$E_{min} / E_m$   
0.667

$E_{min} / E_{max}$   
0.553

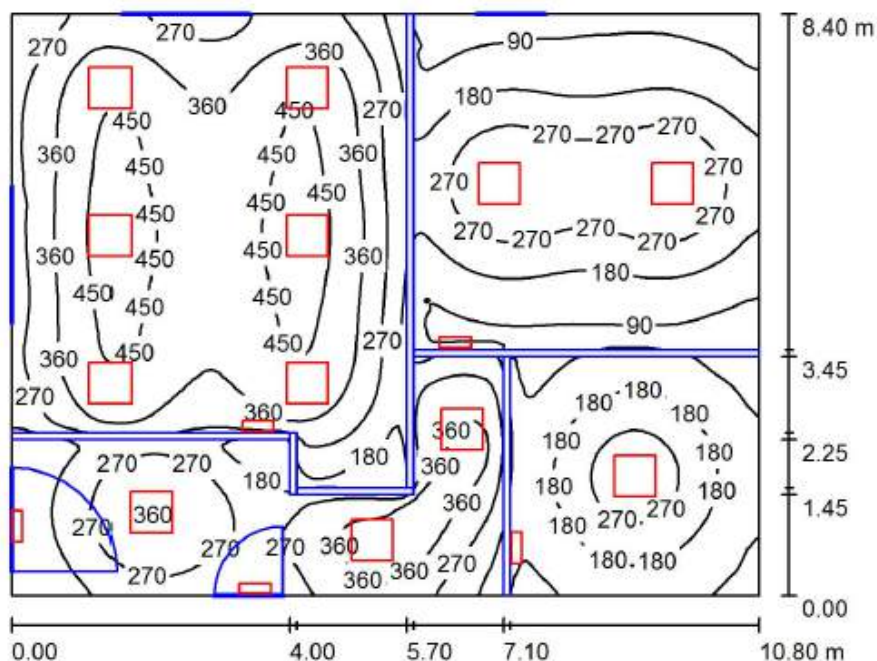






## II.4.4. INFORME DIALUX - ZONA DE COMERDOR FÁBRICA

### COMEDOR/ASEOS PERSONAL FÁBRICA / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:108

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	271	48	486	0.177
Suelo	20	215	27	385	0.127
Techo	70	42	12	104	0.282
Paredes (4)	50	105	15	2024	/

#### Plano útil:

Altura: 0.850 m  
Trama: 128 x 128 Puntos  
Zona marginal: 0.000 m

#### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	5	LEGRAND 662561 INOXLED 200LM-3H MAINTAINED-NON MAINTAINED IP67 ADR LVS2 (1.000)	200	200	8.0
2	12	PHILIPS RC132V W60L60 1 xLED34S/830 OC (1.000)	3400	3400	36.0
Total:			41800	41800	472.0

Valor de eficiencia energética:  $5.20 \text{ W/m}^2 = 1.92 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $90.72 \text{ m}^2$ )



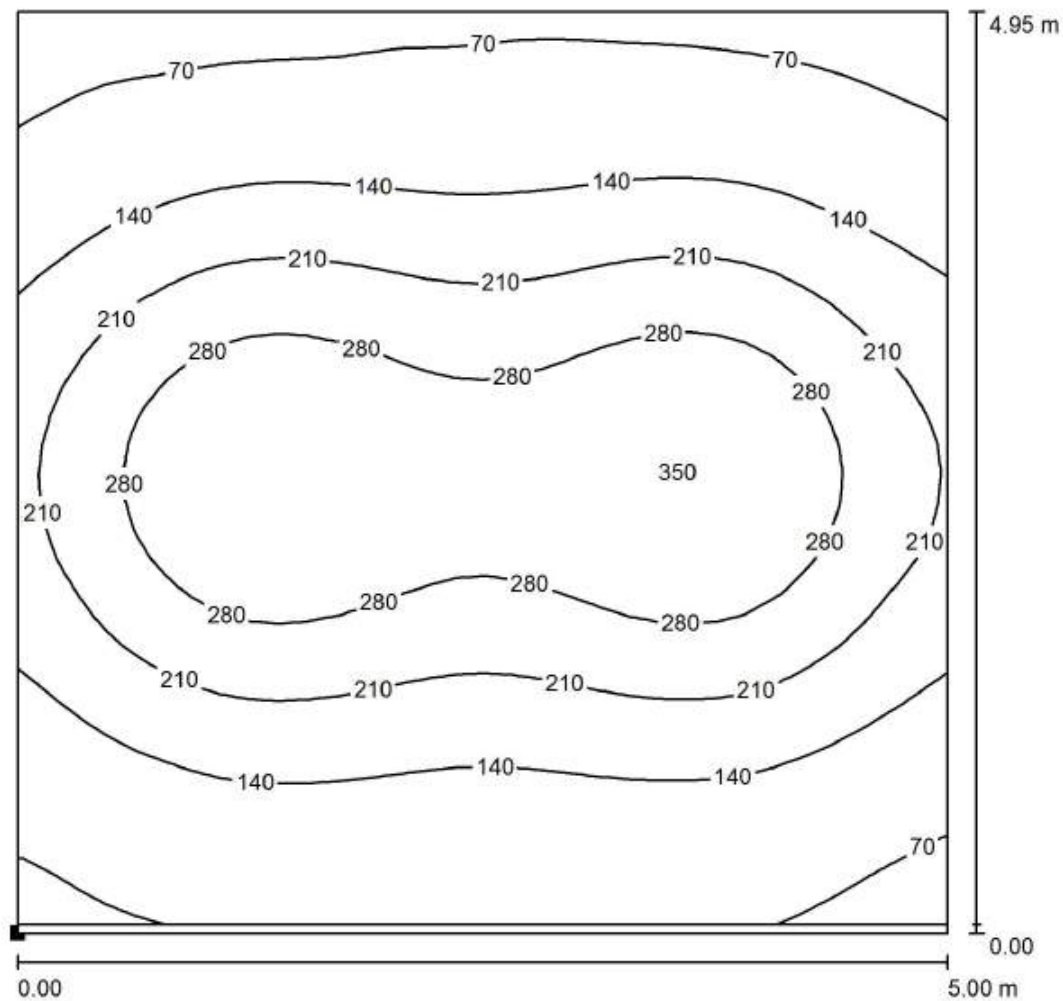
## COMEDOR/ASEOS PERSONAL FÁBRICA / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 41800 lm  
 Potencia total: 472.0 W  
 Factor mantenimiento: 0.80  
 Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades luminicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad luminica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	235	35	271	/	/
ASEO MASCULINO	161	22	184	/	/
ASEO FEMENINO	145	22	167	/	/
COMERDOR PERSONAL FÁBRICA	320	45	365	/	/
PASILLO	228	50	278	/	/

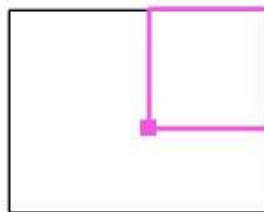


# COMEDOR/ASEOS PERSONAL FÁBRICA / ASEO MASCULINO / Isolíneas ( $E$ , perpendicular)



Valores en Lux, Escala 1 : 39

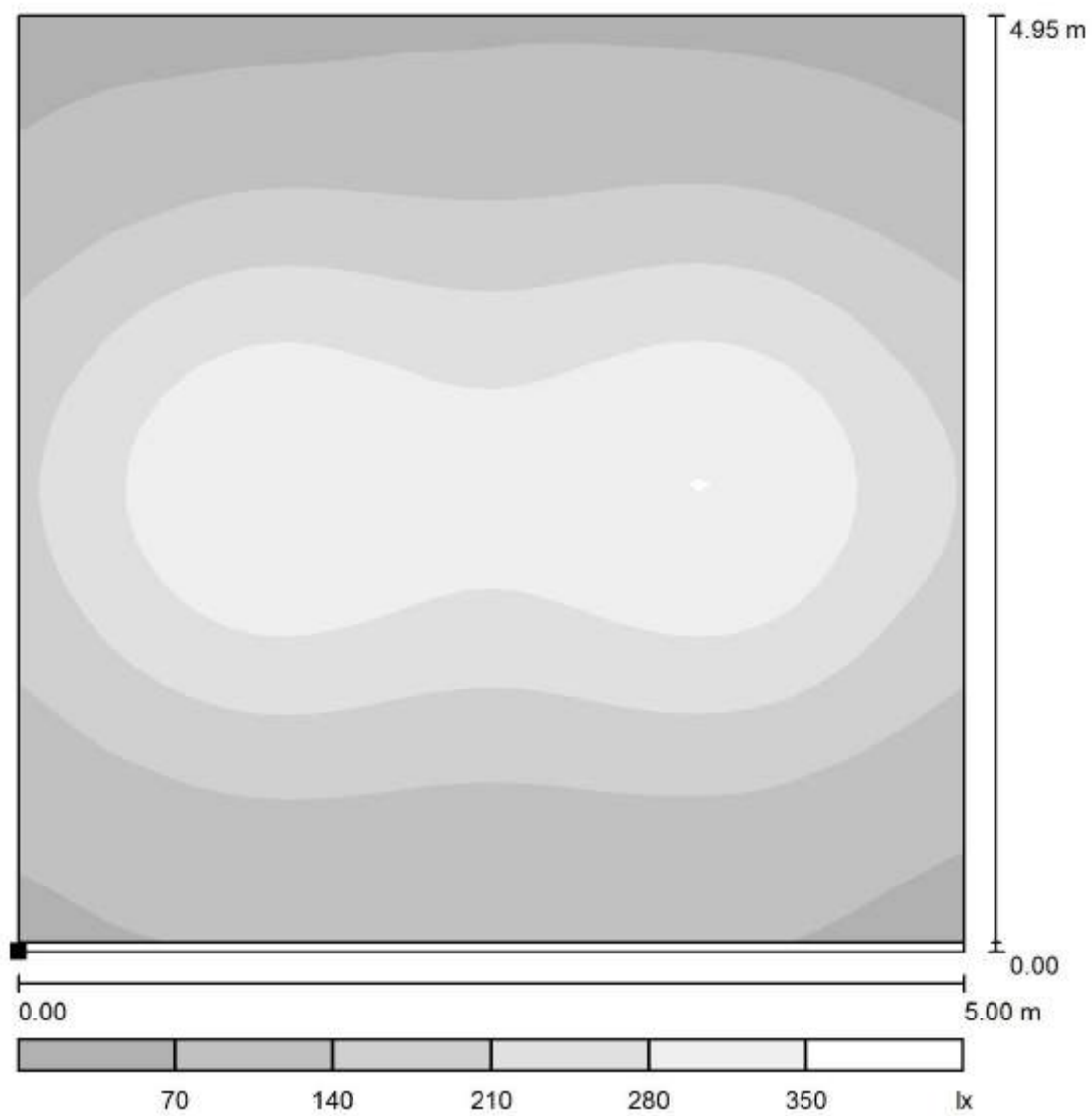
Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:  
(5.800 m, 3.500 m, 0.850 m)



Trama: 32 x 32 Puntos

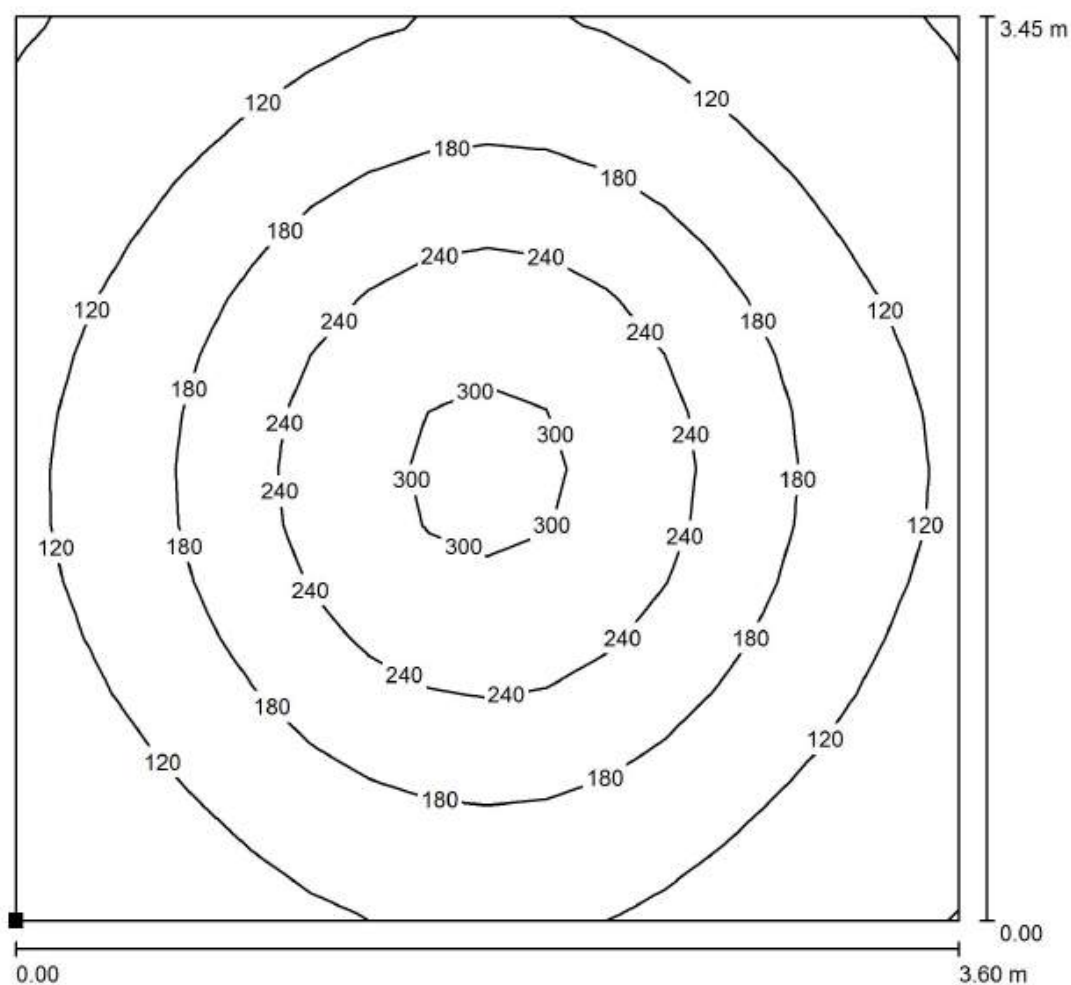
$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
184	43	353	0.232	0.121





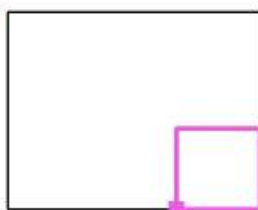


COMEDOR/ASEOS PERSONAL FÁBRICA / ASEO FEMENINO / Isolíneas (E, perpendicular)



Valores en Lux, Escala 1 : 27

Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:  
(7.200 m, 0.000 m, 0.850 m)



Trama: 16 x 16 Puntos

$E_m$  [lx]  
167

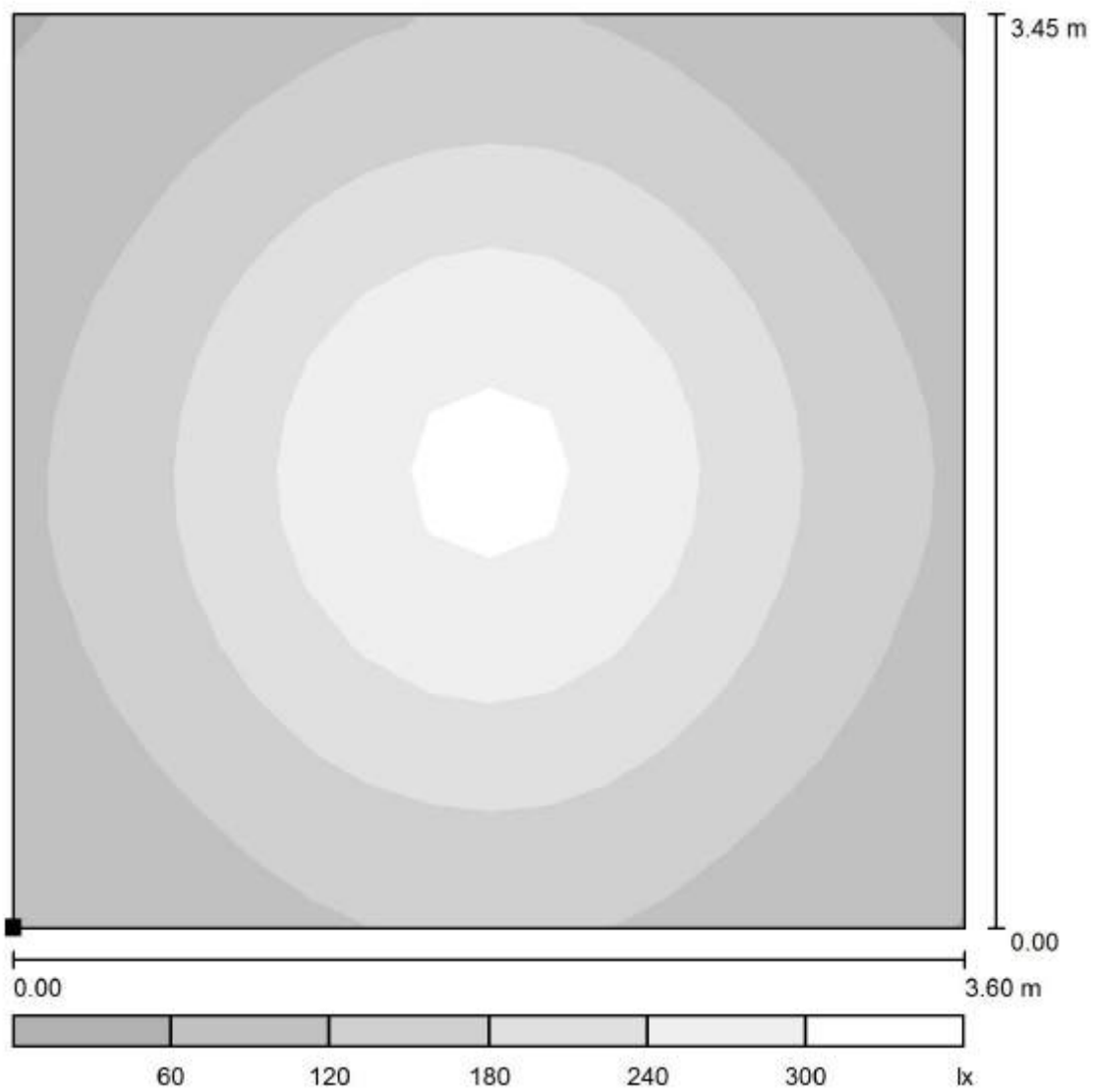
$E_{min}$  [lx]  
59

$E_{max}$  [lx]  
321

$E_{min} / E_m$   
0.355

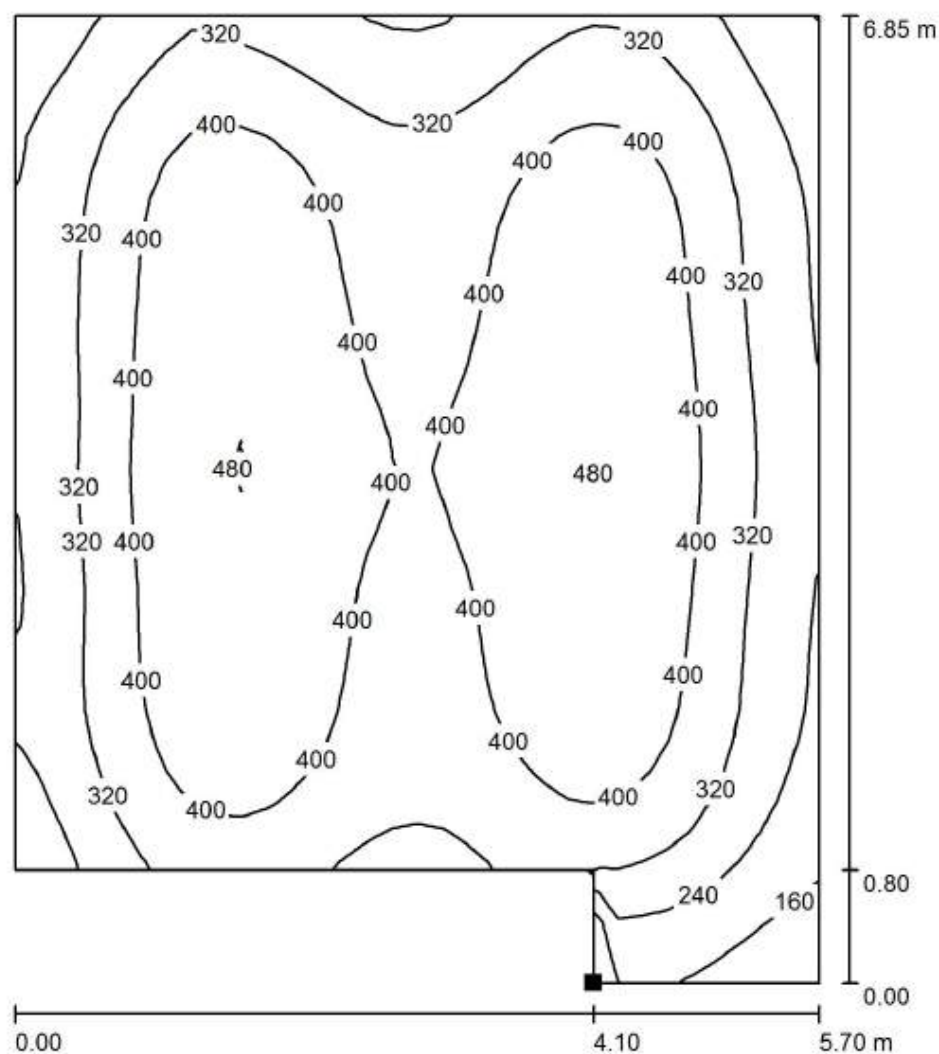
$E_{min} / E_{max}$   
0.185





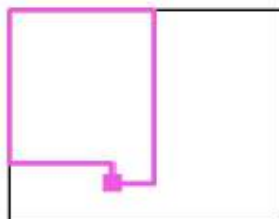


# COMEDOR/ASEOS PERSONAL FÁBRICA / COMERDOR PERSONAL FÁBRICA / Isolíneas (E, perpendicular)



Valores en Lux, Escala 1 : 54

Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:  
(4.100 m, 1.550 m, 0.850 m)



Trama: 32 x 32 Puntos

$E_m$  [lx]  
365

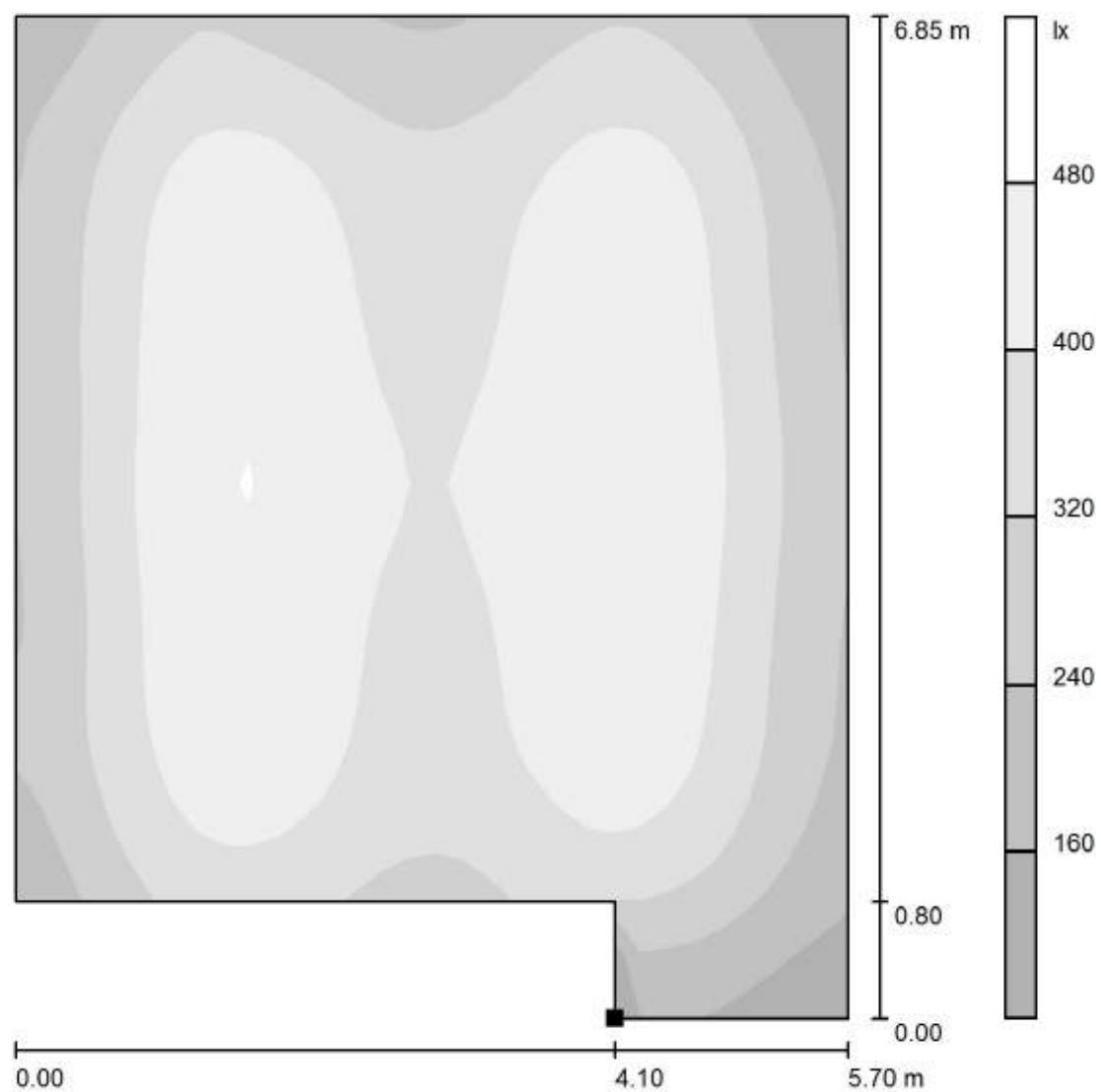
$E_{min}$  [lx]  
108

$E_{max}$  [lx]  
486

$E_{min} / E_m$   
0.295

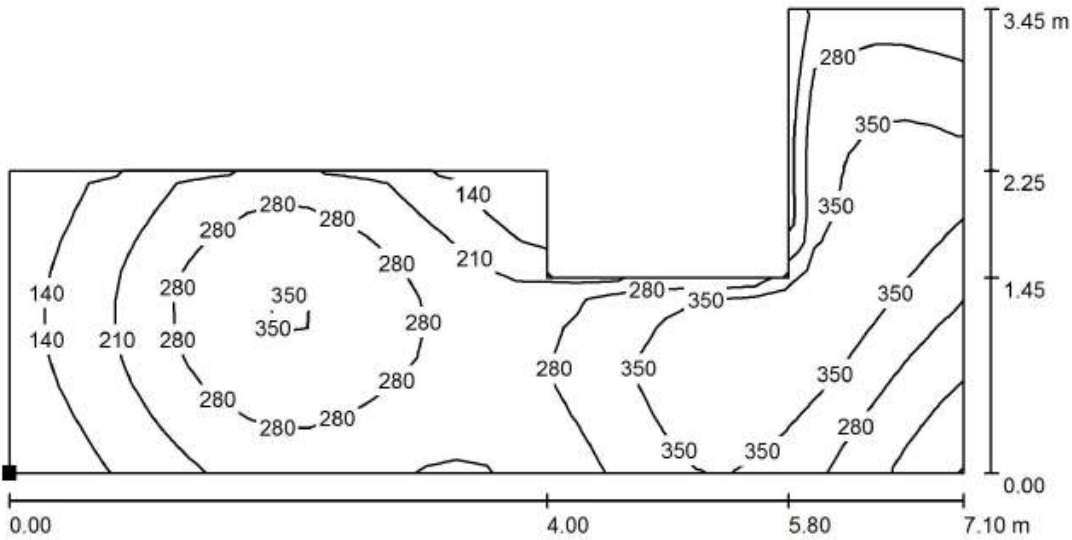
$E_{min} / E_{max}$   
0.222





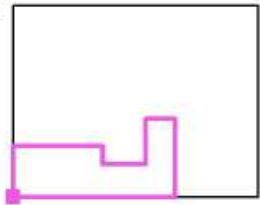


COMEDOR/ASEOS PERSONAL FÁBRICA / PASILLO / Isolíneas (E, perpendicular)



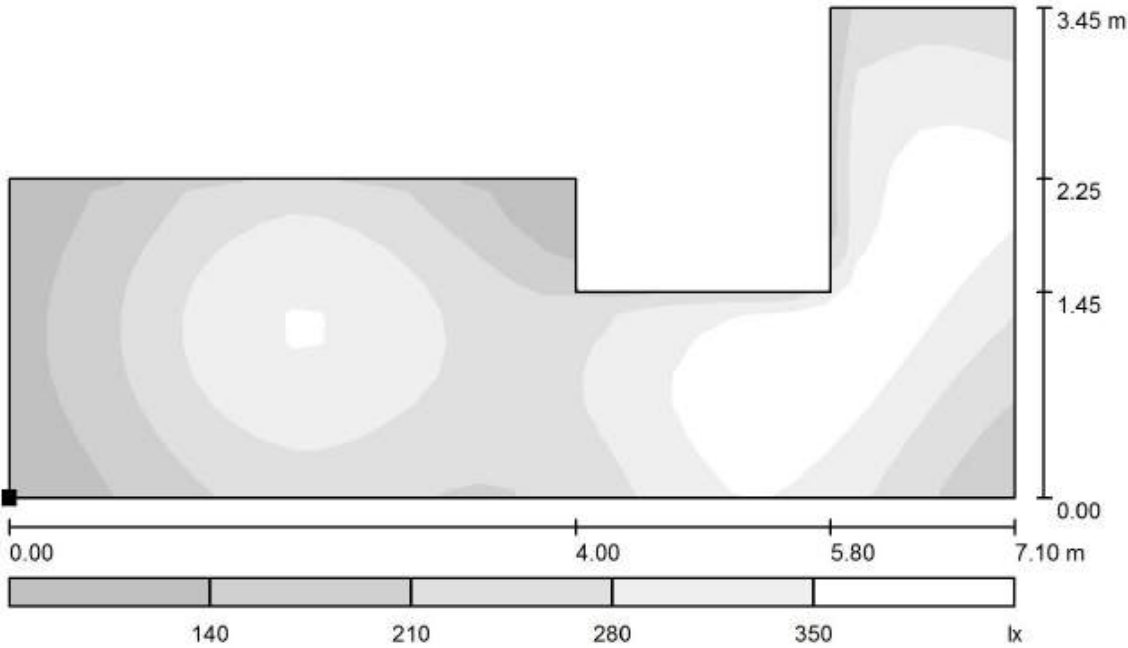
Valores en Lux, Escala 1 : 51

Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:  
(0.000 m, 0.000 m, 0.850 m)



Trama: 32 x 16 Puntos

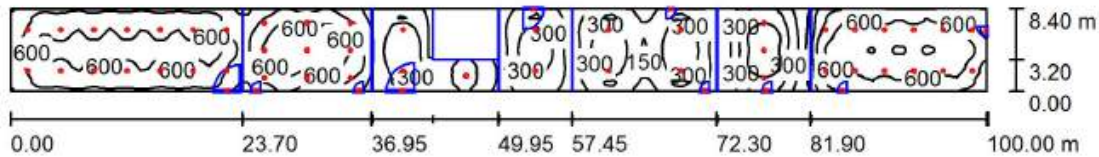
$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
278	91	428	0.327	0.212





## II.4.5. INFORME DIALUX - ZONA DE SALAS DE MÁQUINAS

### SALAS DE MAQUINAS / Resumen



Altura del local: 5.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:715

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	428	47	768	0.110
Suelo	20	380	1.89	741	0.005
Techo	70	68	2.28	118	0.033
Paredes (4)	50	155	2.72	1702	/

#### Plano útil:

Altura: 0.850 m  
 Trama: 128 x 128 Puntos  
 Zona marginal: 0.000 m

#### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	10	LEGRAND 662561 INOXLED 200LM-3H MAINTAINED-NON MAINTAINED IP67 ADR LVS2 (1.000)	200	200	8.0
2	47	PHILIPS BY120P G3 1xLED105S/840 WB (1.000)	10500	10500	85.0
Total:			495500	495500	4075.0

Valor de eficiencia energética:  $4.85 \text{ W/m}^2 = 1.13 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $840.00 \text{ m}^2$ )



## SALAS DE MÁQUINAS / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 495500 lm  
 Potencia total: 4075.0 W  
 Factor mantenimiento: 0.80  
 Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	369	59	428	/	/
SALA DE RECORTES	454	73	527	/	/
COCINA DE COLAS	457	92	549	/	/
SALA DE COMPRESORES	233	38	271	/	/
DEPURADORA	211	28	239	/	/
SALA DE CALDERAS	219	28	247	/	/
ALMACÉN DE RECAMBIOS	247	36	283	/	/
TALLER MECÁNICO	508	85	593	/	/
Suelo	316	64	380	20	24
Techo	0.04	68	68	70	15
Pared 1	90	63	154	50	24
Pared 2	122	96	219	50	35
Pared 3	86	61	148	50	24
Pared 4	105	84	189	50	30

Simetrías en el plano útil

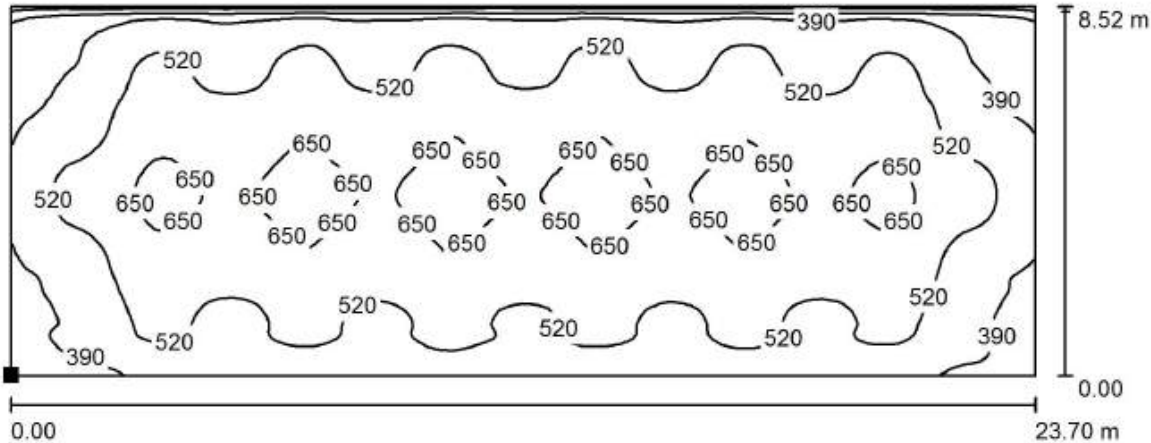
$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.110 (1:9)

$E_{\min} / E_{\max}$ : 0.061 (1:16)

Valor de eficiencia energética:  $4.85 \text{ W/m}^2 = 1.13 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $840.00 \text{ m}^2$ )



SALAS DE MÁQUINAS / SALA DE RECORTES / Isolíneas (E, perpendicular)

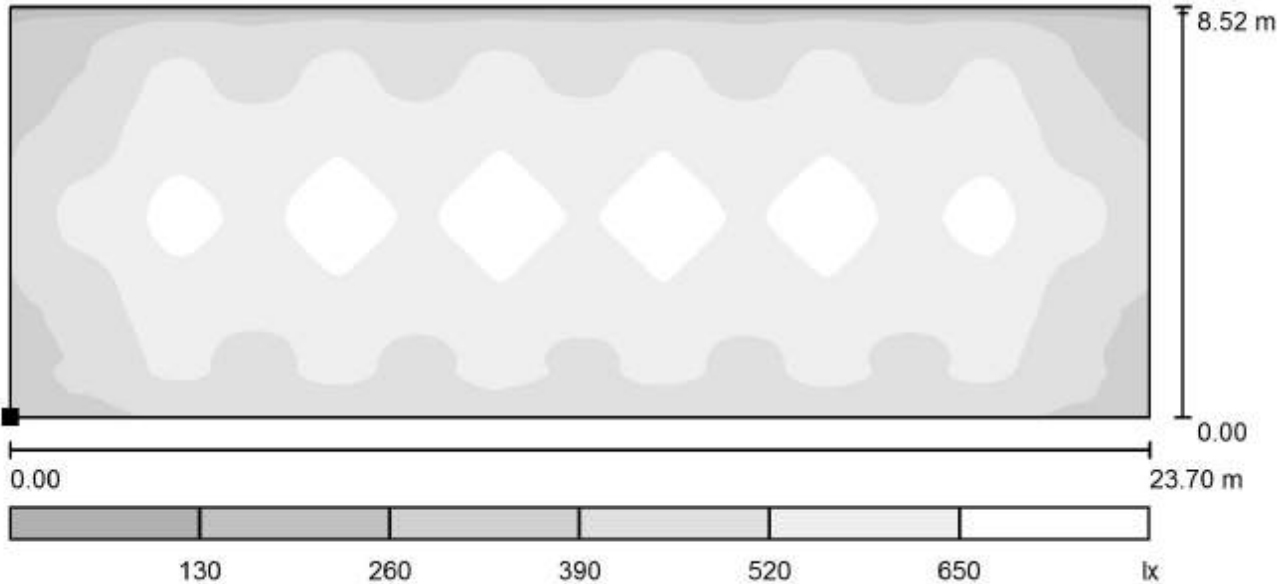


Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:  
(0.000 m, 0.001 m, 0.850 m)



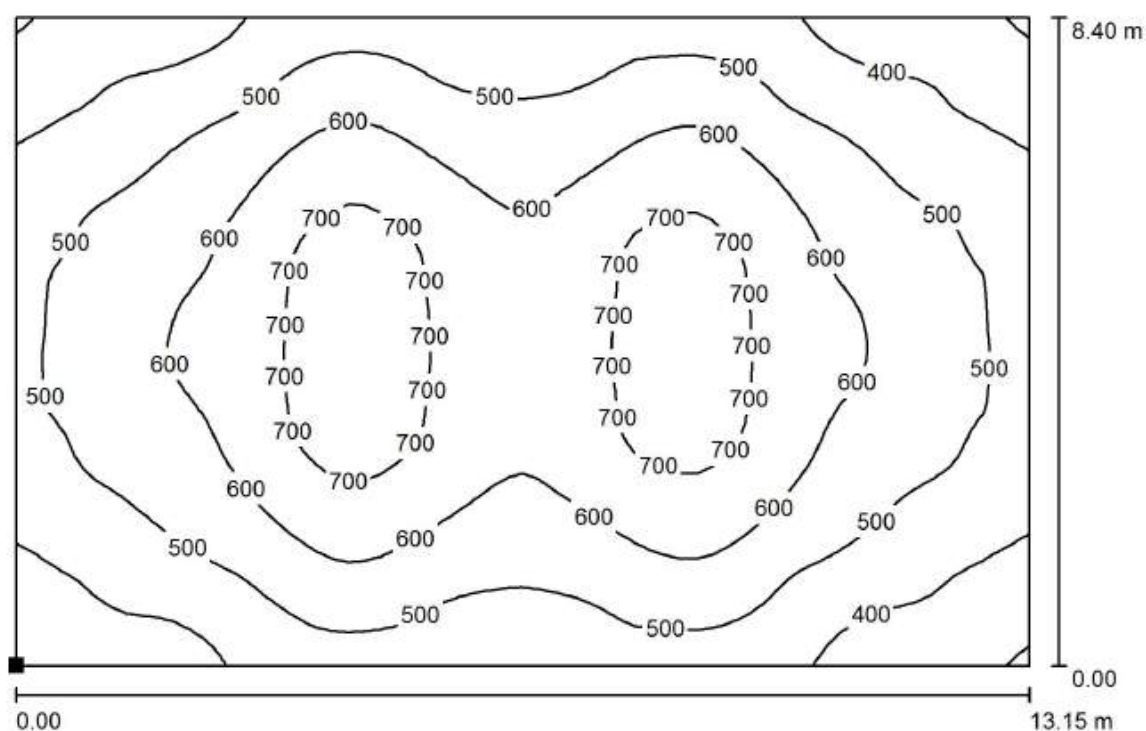
Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
527	68	690	0.129	0.099





## SALAS DE MÁQUINAS / COCINA DE COLAS / Isolíneas (E, perpendicular)



Valores en Lux, Escala 1 : 95

Situación de la superficie en el local:

Punto marcado:

(23.800 m, 0.000 m, 0.850 m)



Trama: 64 x 64 Puntos

$E_m$  [lx]  
549

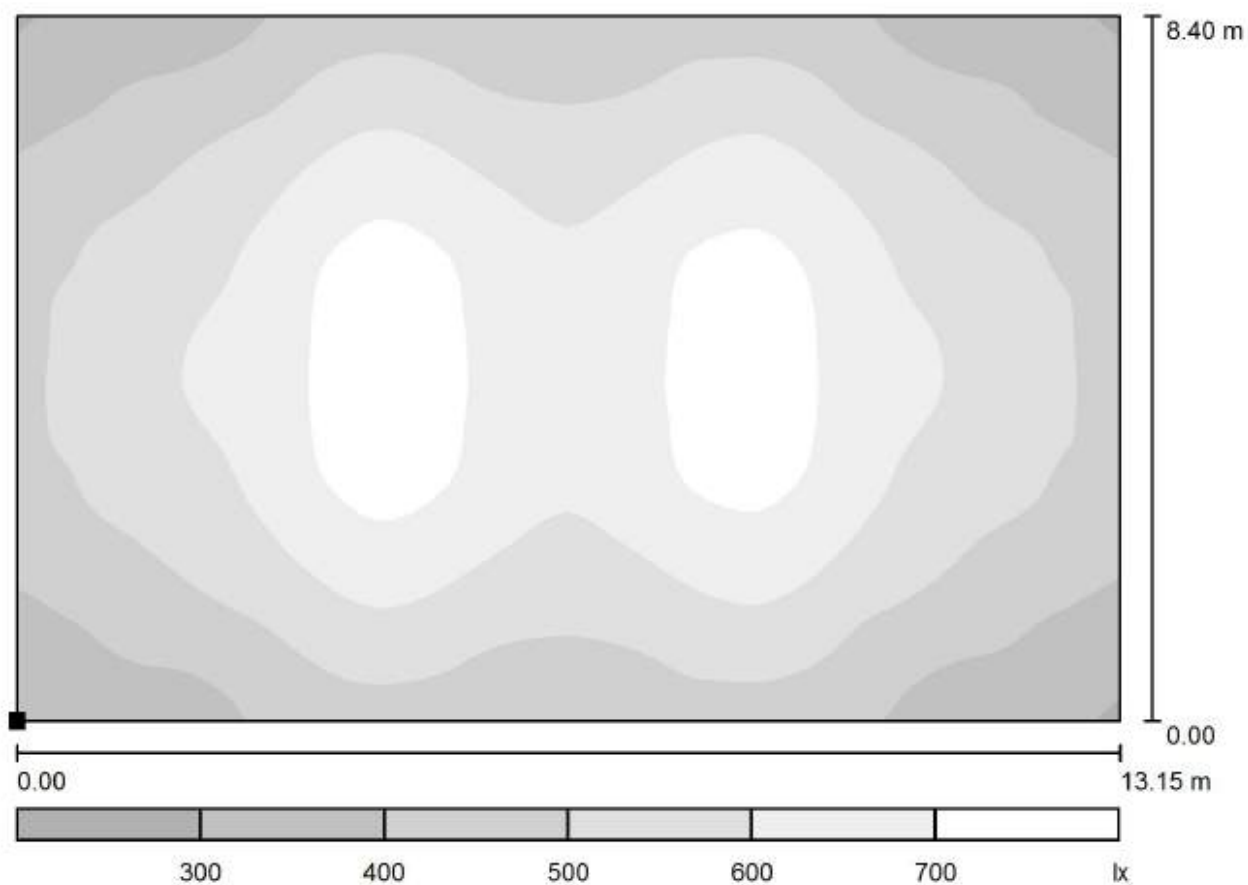
$E_{min}$  [lx]  
290

$E_{max}$  [lx]  
755

$E_{min} / E_m$   
0.528

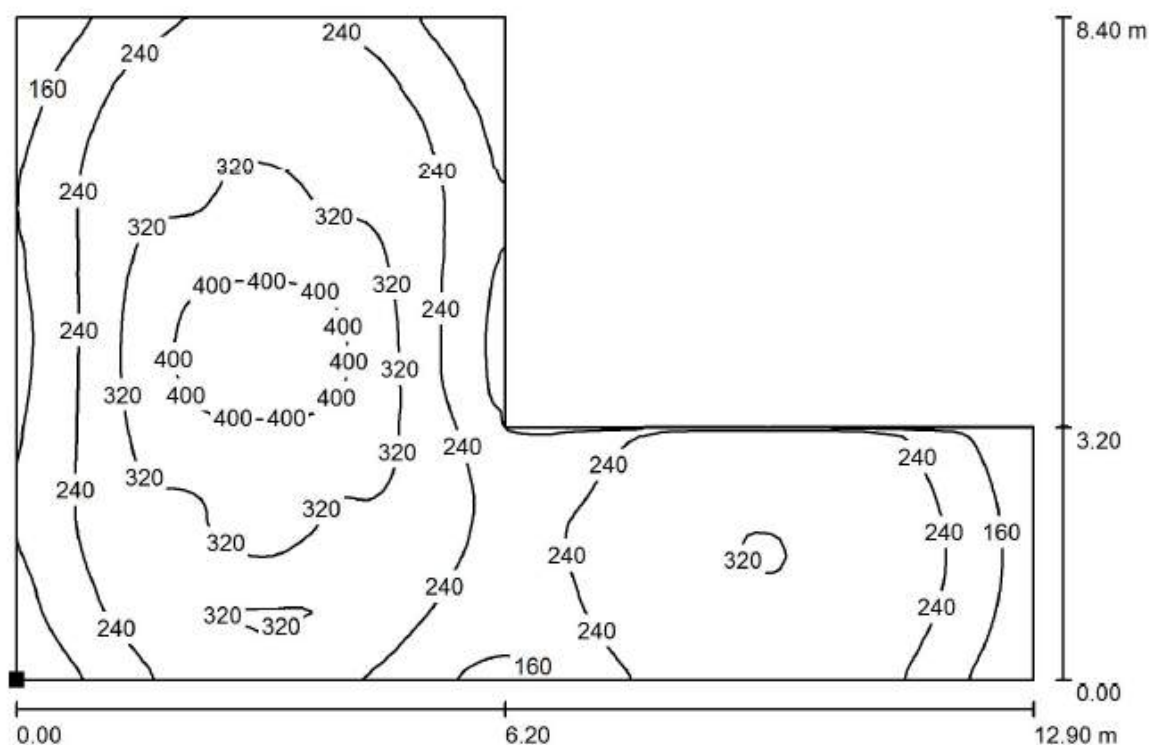
$E_{min} / E_{max}$   
0.384





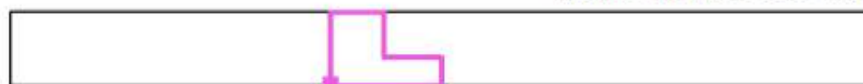


# **SALAS DE MÁQUINAS / SALA DE COMPRESORES / Isolíneas (E, perpendicular)**



Valores en Lux, Escala 1 : 93

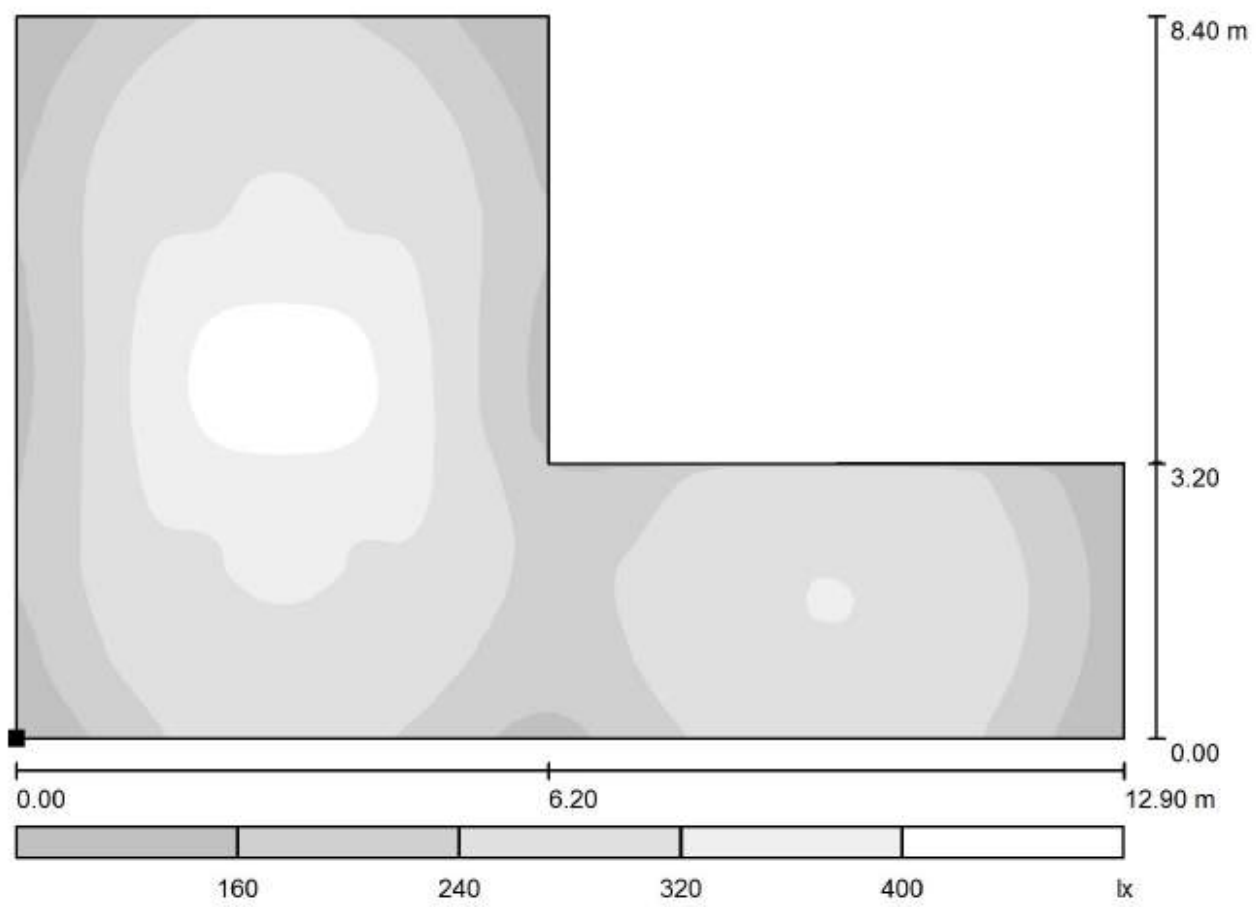
Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:  
(37.050 m, 0.000 m, 0.850 m)



Trama: 128 x 128 Puntos

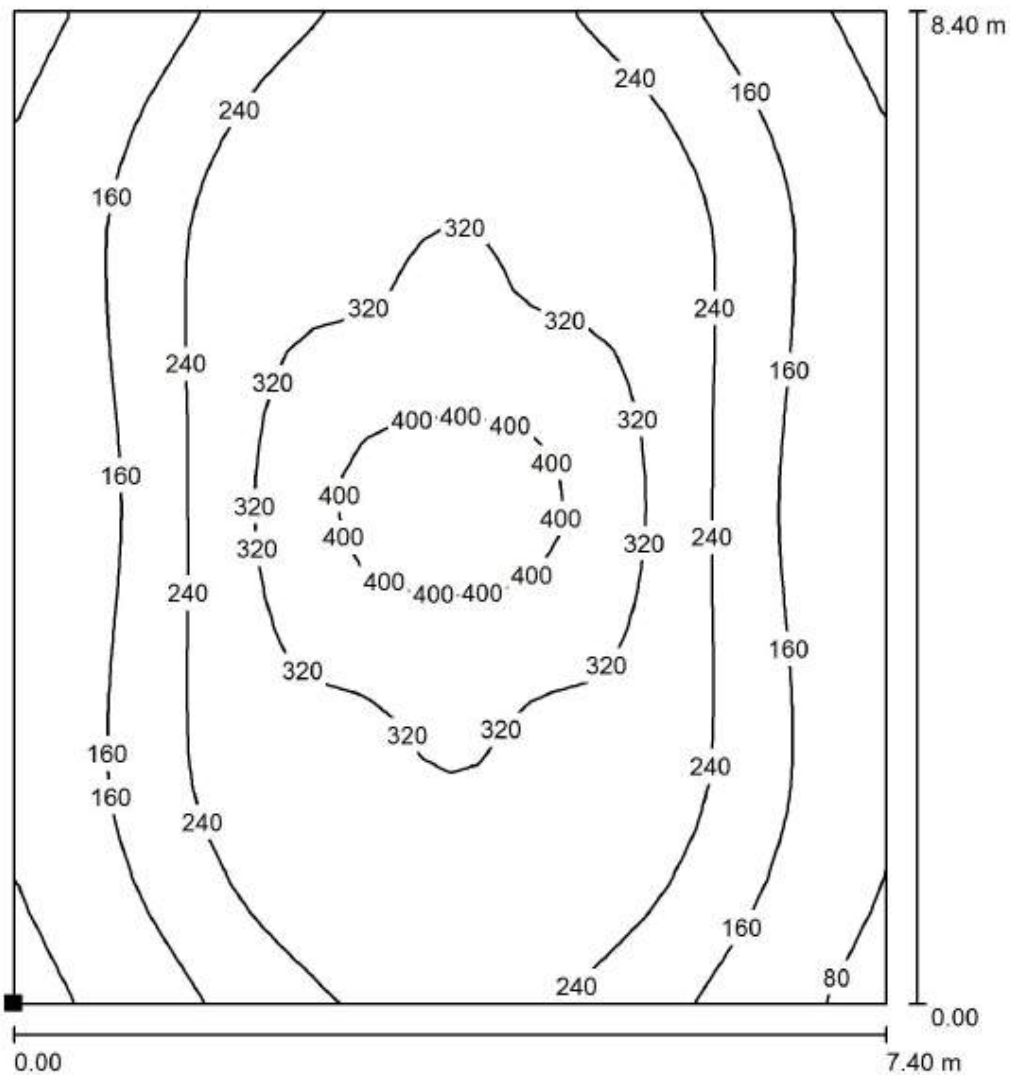
$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
271	87	462	0.320	0.188







## SALAS DE MÁQUINAS / DEPURADORA / Isolíneas (E, perpendicular)

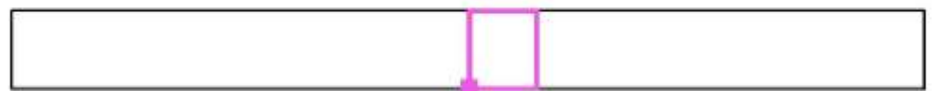


Valores en Lux, Escala 1 : 66

Situación de la superficie en el local:

Punto marcado:

(50.050 m, 0.000 m, 0.850 m)



Trama: 32 x 32 Puntos

$E_m$  [lx]  
239

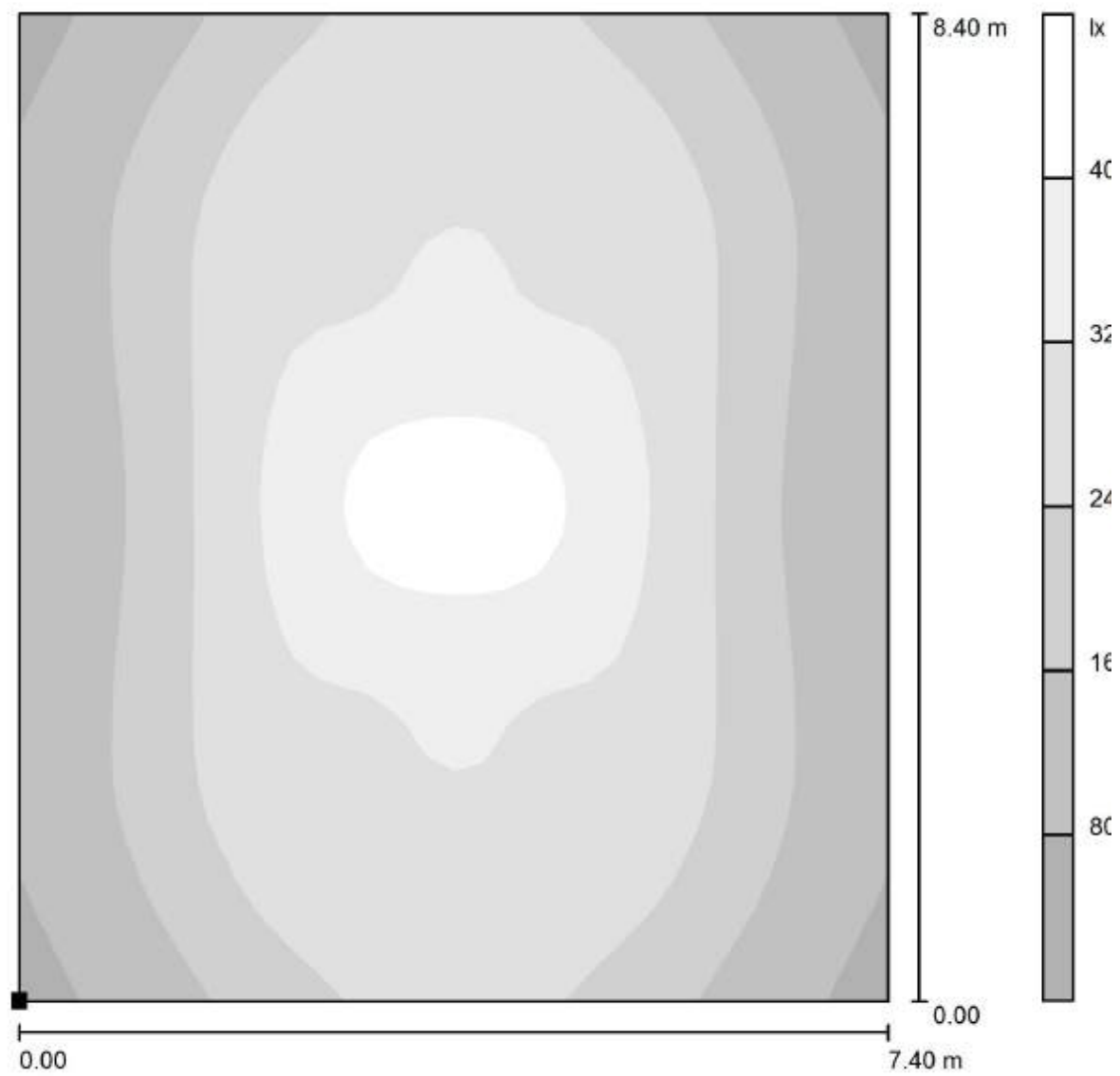
$E_{min}$  [lx]  
62

$E_{max}$  [lx]  
448

$E_{min} / E_m$   
0.260

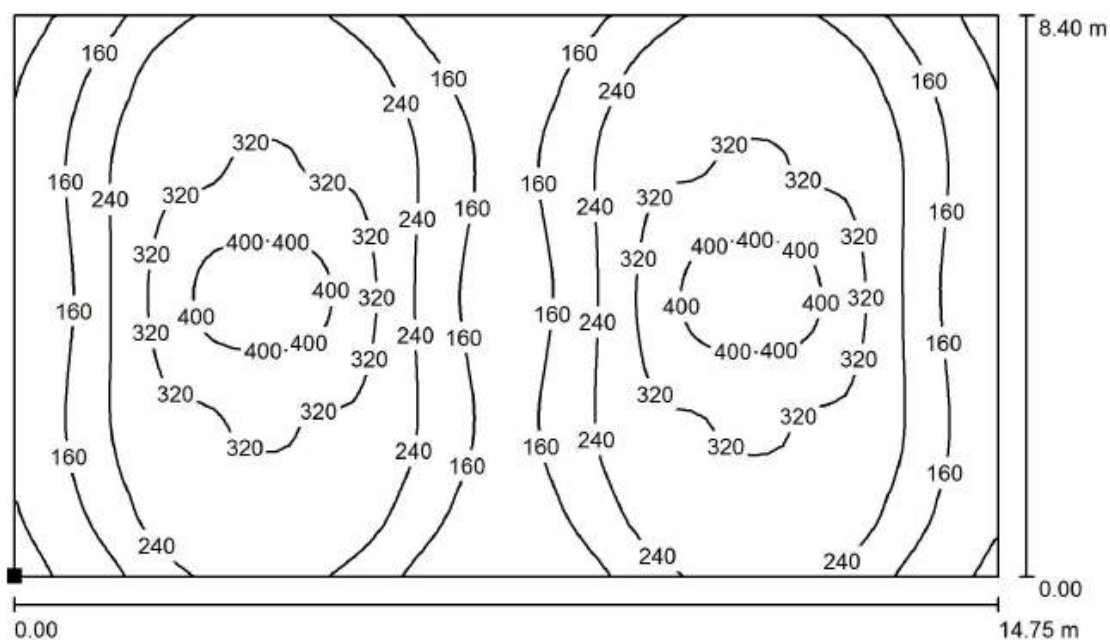
$E_{min} / E_{max}$   
0.139







## SALAS DE MÁQUINAS / SALA DE CALDERAS / Isolíneas (E, perpendicular)



Valores en Lux, Escala 1 : 106

Situación de la superficie en el local:

Punto marcado:

(57.550 m, 0.000 m, 0.850 m)



Trama: 64 x 64 Puntos

$E_m$  [lx]  
247

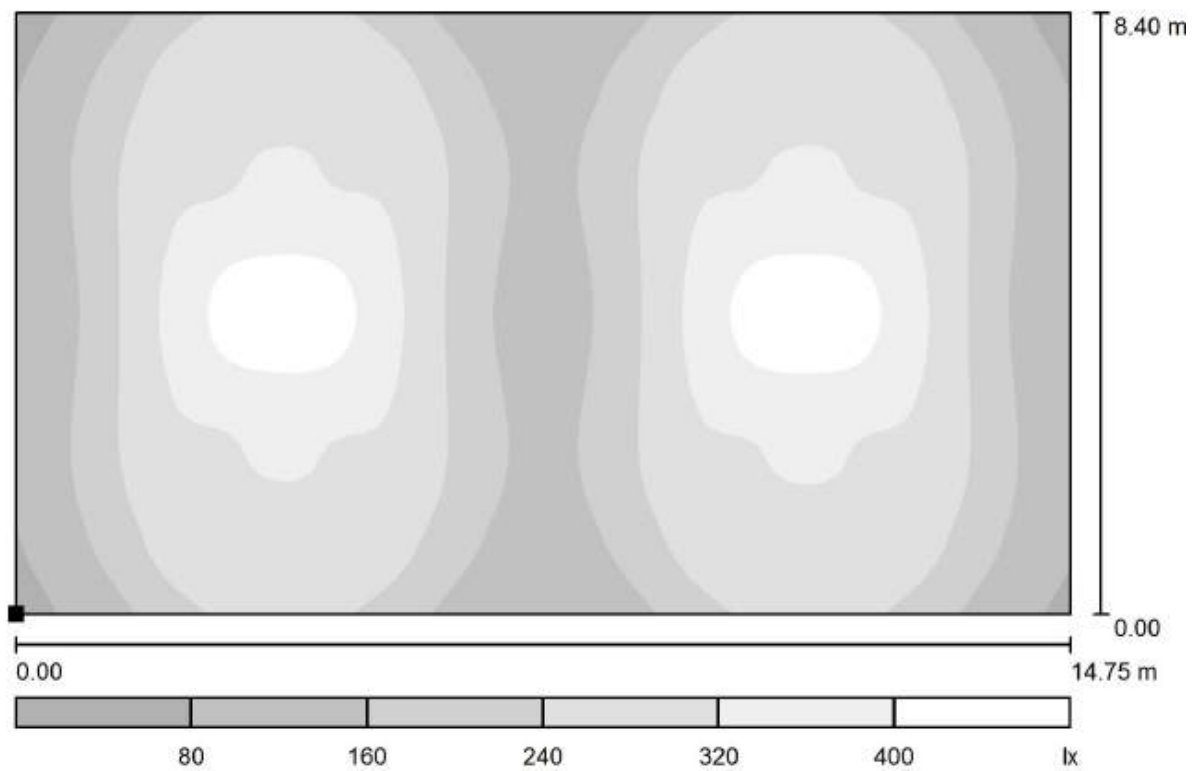
$E_{min}$  [lx]  
60

$E_{max}$  [lx]  
456

$E_{min} / E_m$   
0.241

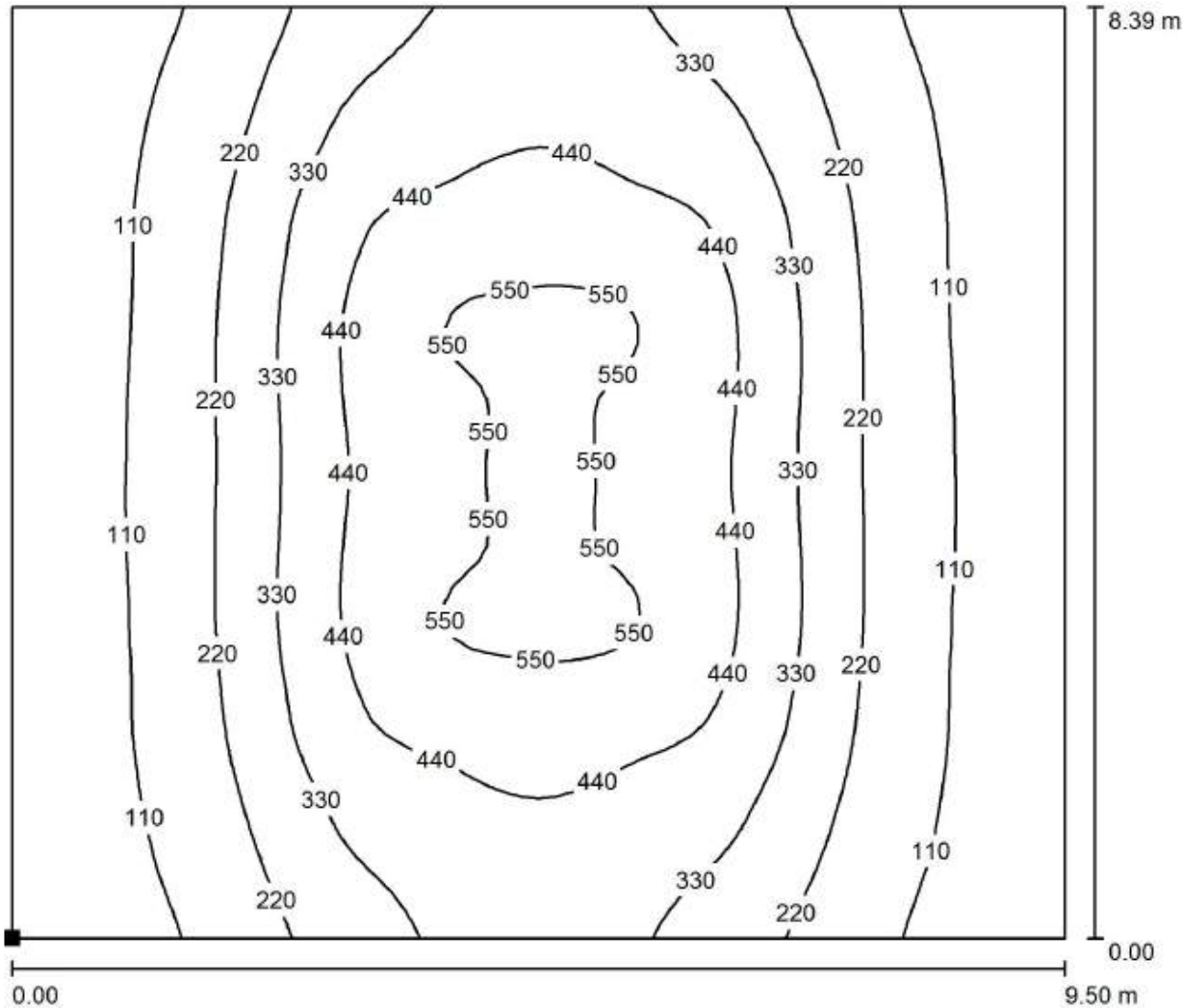
$E_{min} / E_{max}$   
0.131







SALAS DE MÁQUINAS / ALMACÉN DE RECAMBIOS / Isolíneas (E, perpendicular)



Valores en Lux, Escala 1 : 68

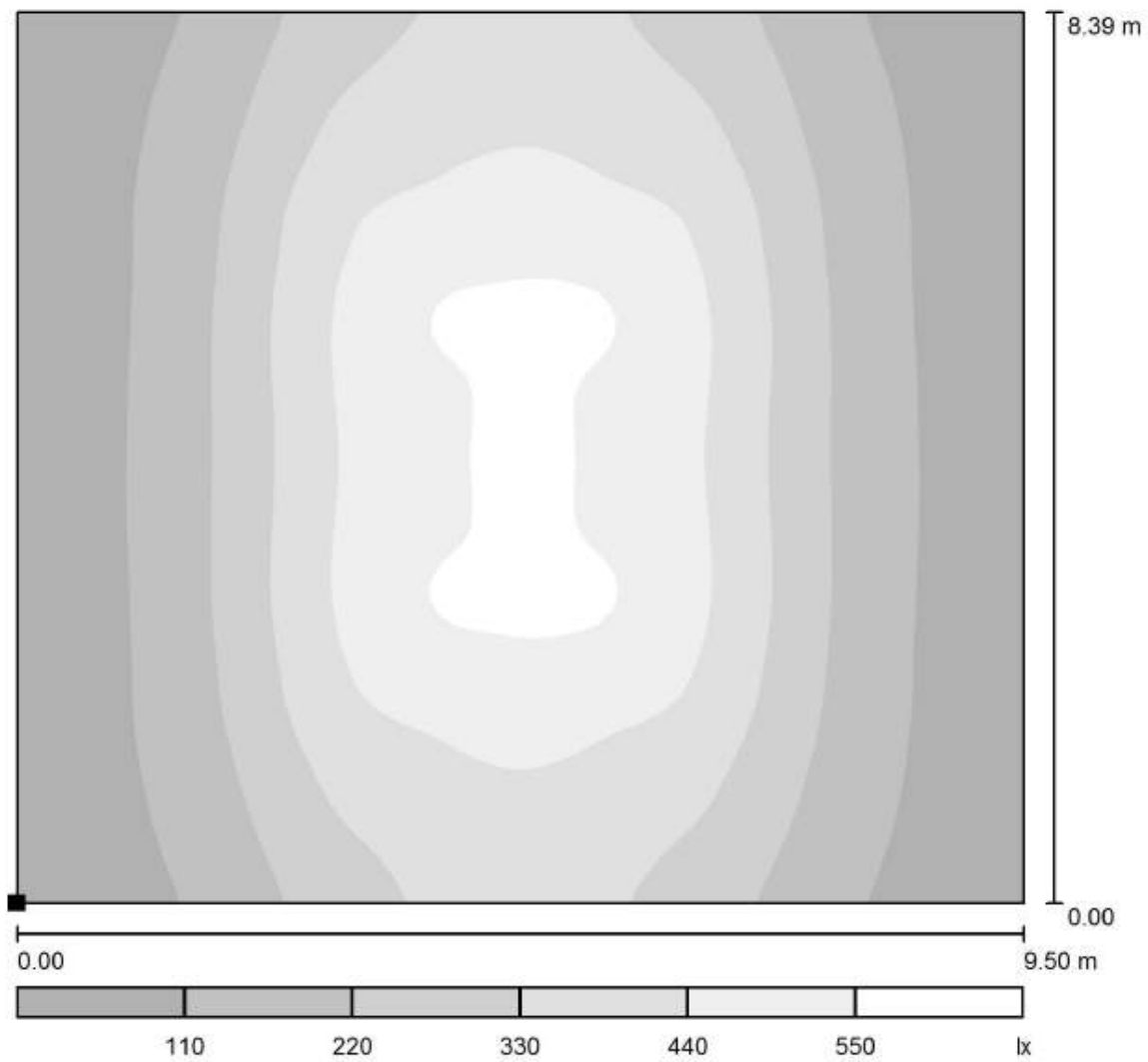
Situación de la superficie en el local:  
Punto marcado:  
(72.400 m, 0.000 m, 0.850 m)



Trama: 64 x 64 Puntos

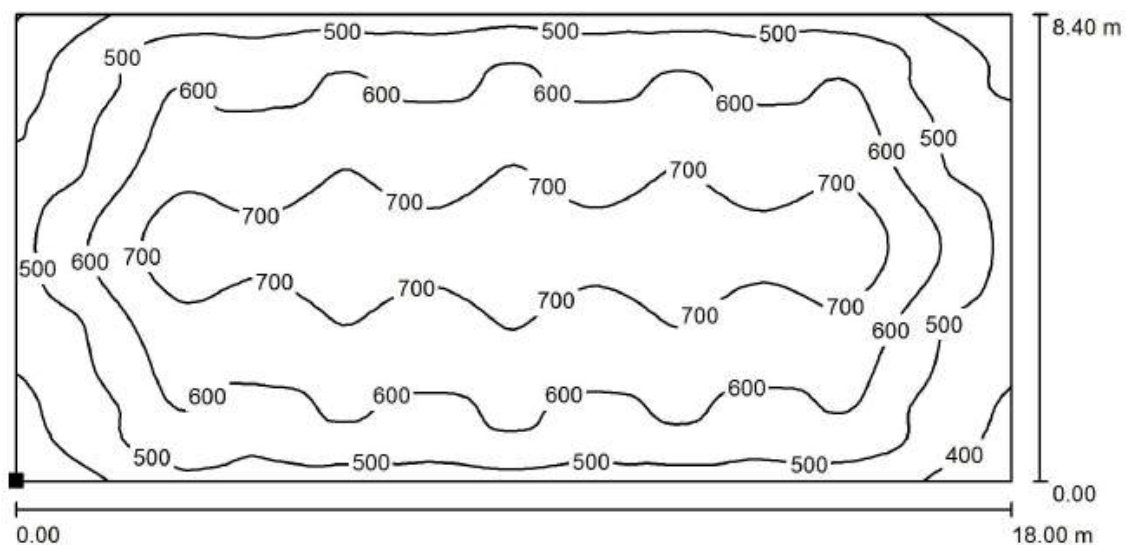
$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
283	51	578	0.182	0.089







## SALAS DE MÁQUINAS / TALLER MECÁNICO / Isolíneas (E, perpendicular)



Valores en Lux, Escala 1 : 129

Situación de la superficie en el local:

Punto marcado:  
(82.000 m, 0.000 m, 0.850 m)



Trama: 128 x 64 Puntos

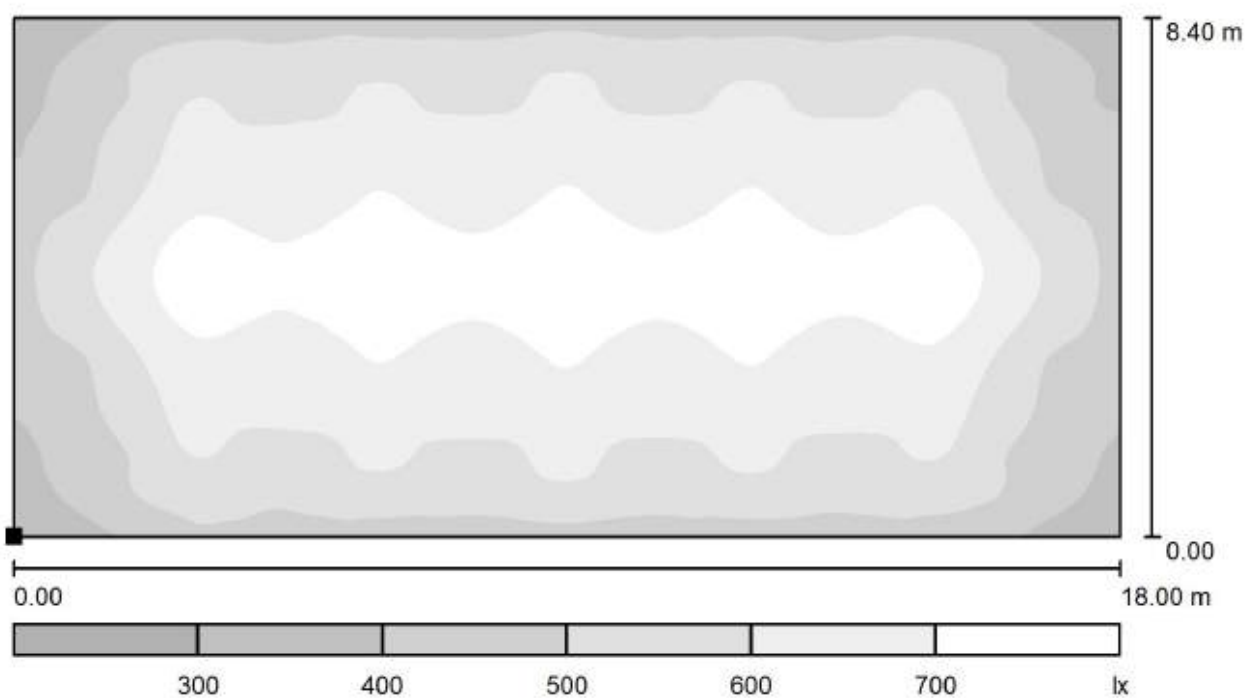
$E_m$  [lx]  
593

$E_{min}$  [lx]  
298

$E_{max}$  [lx]  
767

$E_{min} / E_m$   
0.502

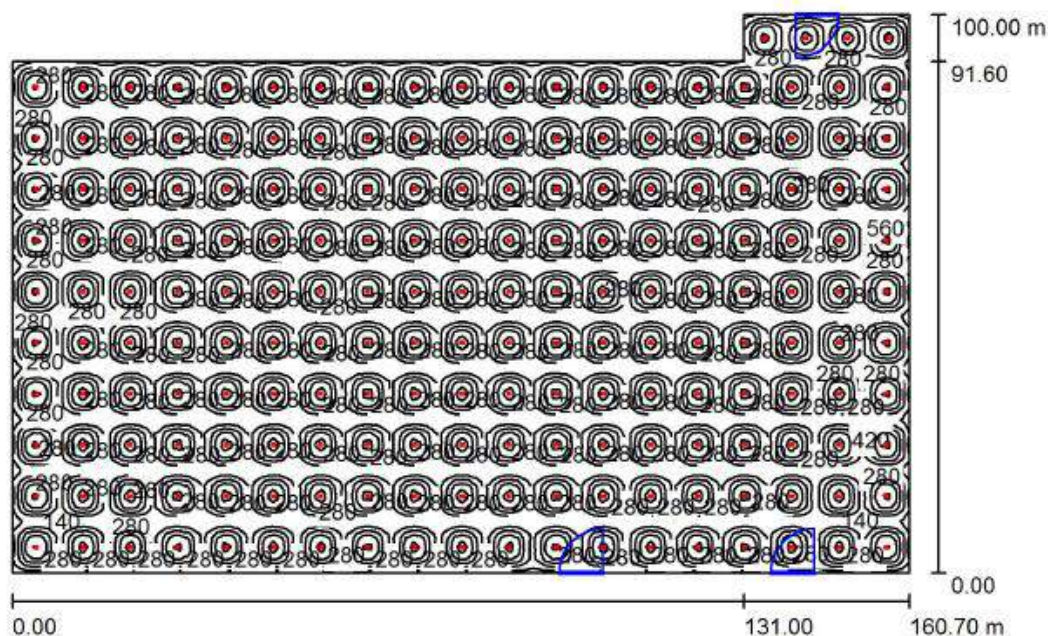
$E_{min} / E_{max}$   
0.388





## II.4.6. INFORME DIALUX - ZONA DE NAVE DE PRODUCCIÓN

### ZONA DE PRODUCCIÓN / Resumen



Altura del local: 5.000 m, Altura de montaje: 4.900 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:1284

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	381	101	788	0.266
Suelo	20	377	144	562	0.382
Techo	70	72	52	79	0.724
Paredes (6)	50	91	47	222	/

#### Plano útil:

Altura: 0.850 m  
Trama: 128 x 128 Puntos  
Zona marginal: 0.000 m

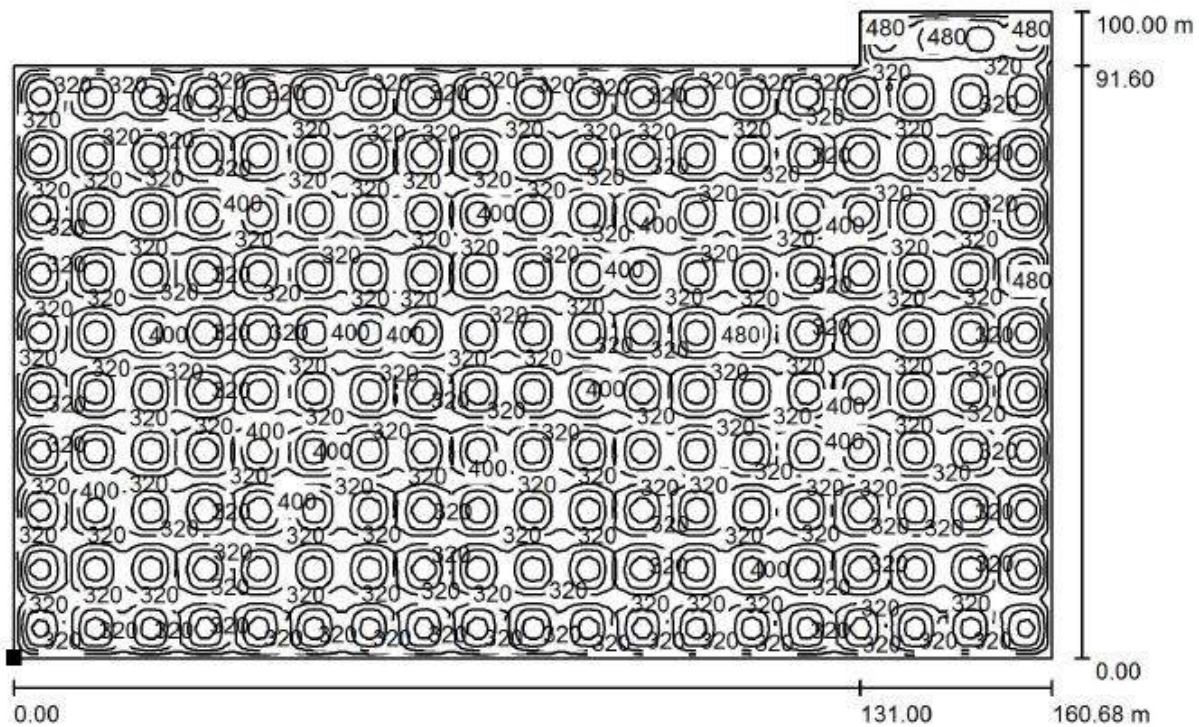
#### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	194	PHILIPS BY471P 1 xECO320S/865 WB GC (1.000)	32000	32000	218.0
Total:			6208000	6208000	42292.0

Valor de eficiencia energética:  $2.83 \text{ W/m}^2 = 0.74 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $14969.60 \text{ m}^2$ )



## ZONA DE PRODUCCIÓN / ZONA PRODUCCIÓN - NAVE / Isolíneas (E, perpendicular)



Valores en Lux, Escala 1 : 1149

Situación de la superficie en el local:

Punto marcado:

(0.000 m, 0.000 m, 0.000 m)



Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$  [lx]  
378

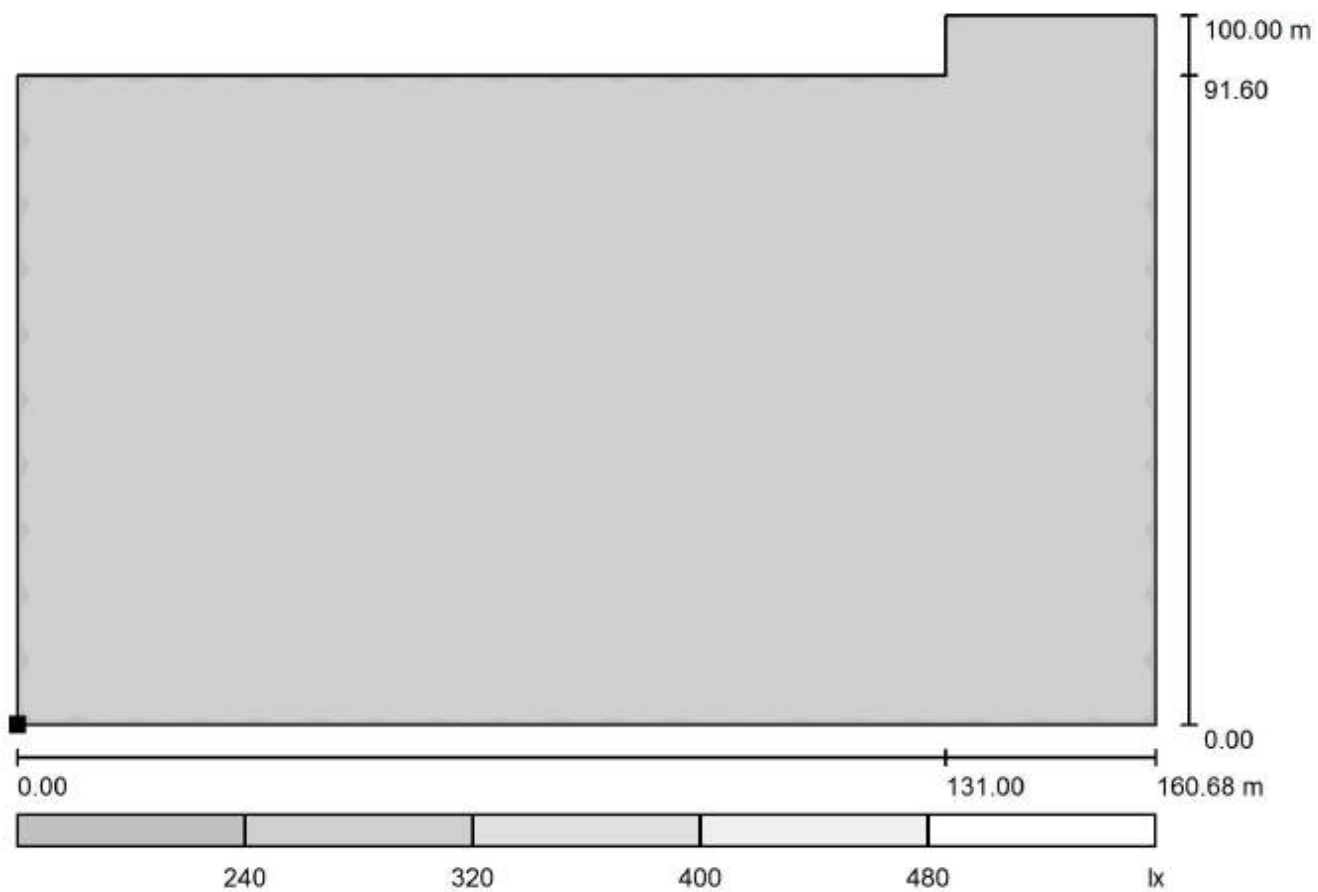
$E_{min}$  [lx]  
165

$E_{max}$  [lx]  
564

$E_{min} / E_m$   
0.436

$E_{min} / E_{max}$   
0.292

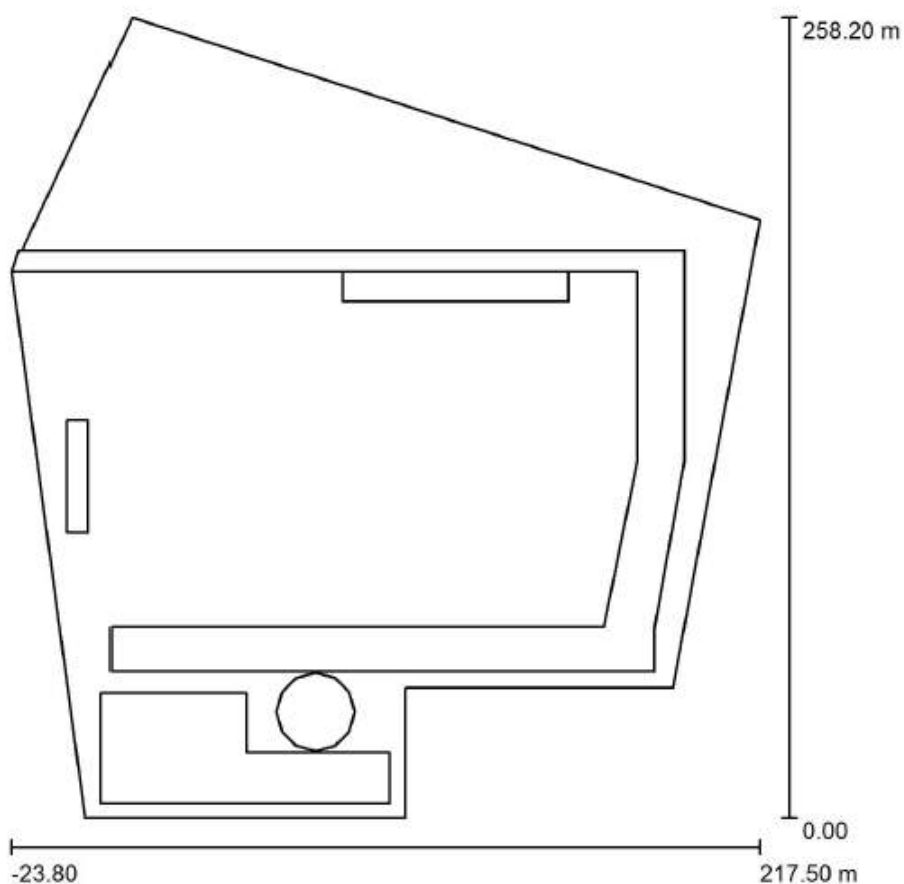






## II.4.7. INFORME DIALUX - ILUMINACIÓN EXTERIOR

### EXTERIOR NAVE INDUSTRIAL / Datos de planificación



Factor mantenimiento: 0.80, ULR (Upward Light Ratio): 0.0%

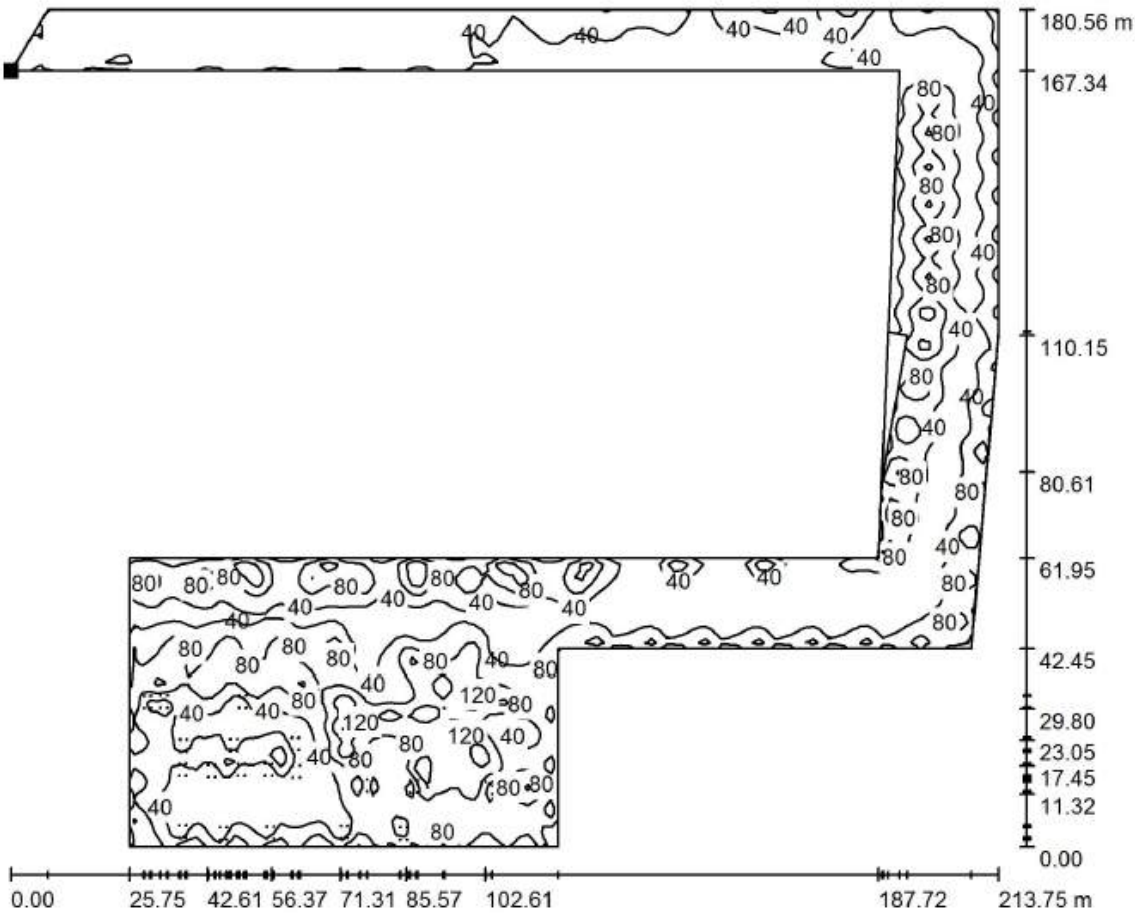
Escala 1:2394

#### Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	130	PHILIPS BGP322 T35 1xE127-3S/740 A (1.000)	10374	13300	105.0
2	60	PHILIPS BVP506 GC T15 1xGRN146-3S/757 A/60 (1.000)	11628	15300	110.0
Total:			2046300	2647000	20250.0

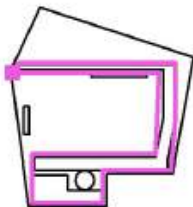


EXTERIOR NAVE INDUSTRIAL / VIALES / Isolíneas (E, perpendicular)



Valores en Lux, Escala 1 : 1529

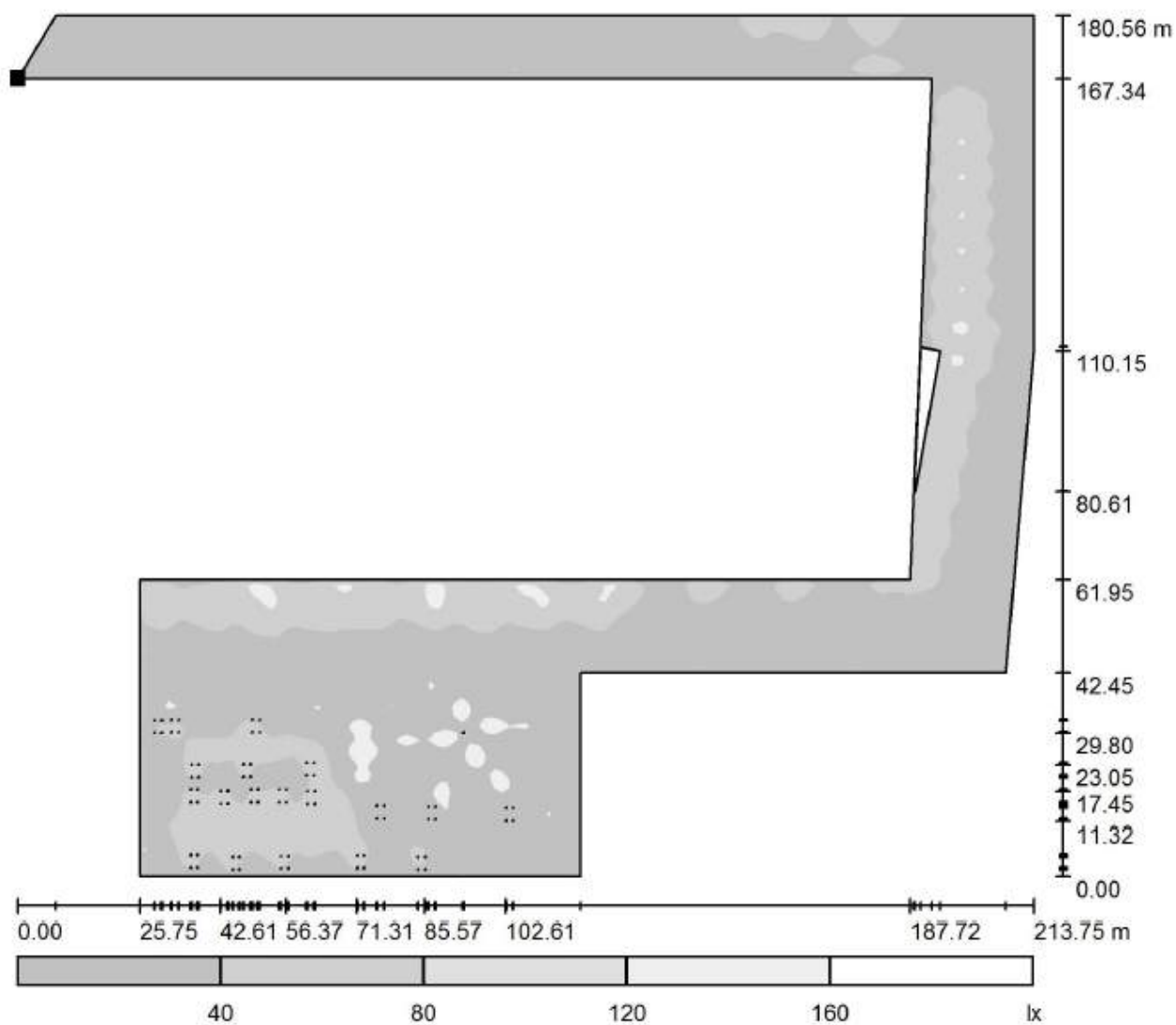
Situación de la superficie en la  
escena exterior:  
Punto marcado:  
(-20.545 m, 172.045 m, 0.000 m)



Trama: 128 x 128 Puntos

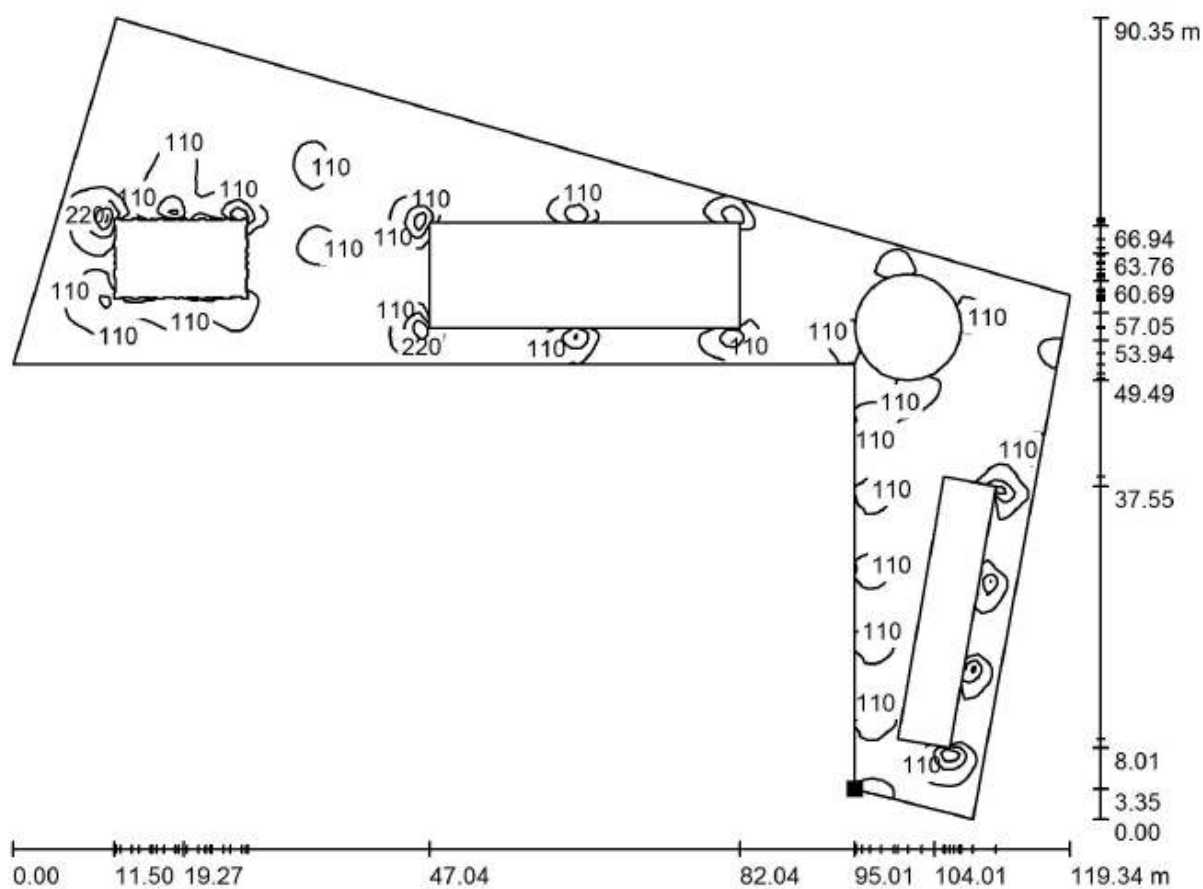
$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
56	2.23	172	0.040	0.013







# EXTERIOR NAVE INDUSTRIAL / CASETA PCI y DEPOSITO AGUA / Isolíneas (E, perpendicular)



Valores en Lux, Escala 1 : 854

Situación de la superficie en la  
escena exterior:  
Punto marcado:  
(193.200 m, 137.160 m, 0.850 m)



Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$  [lx]  
79

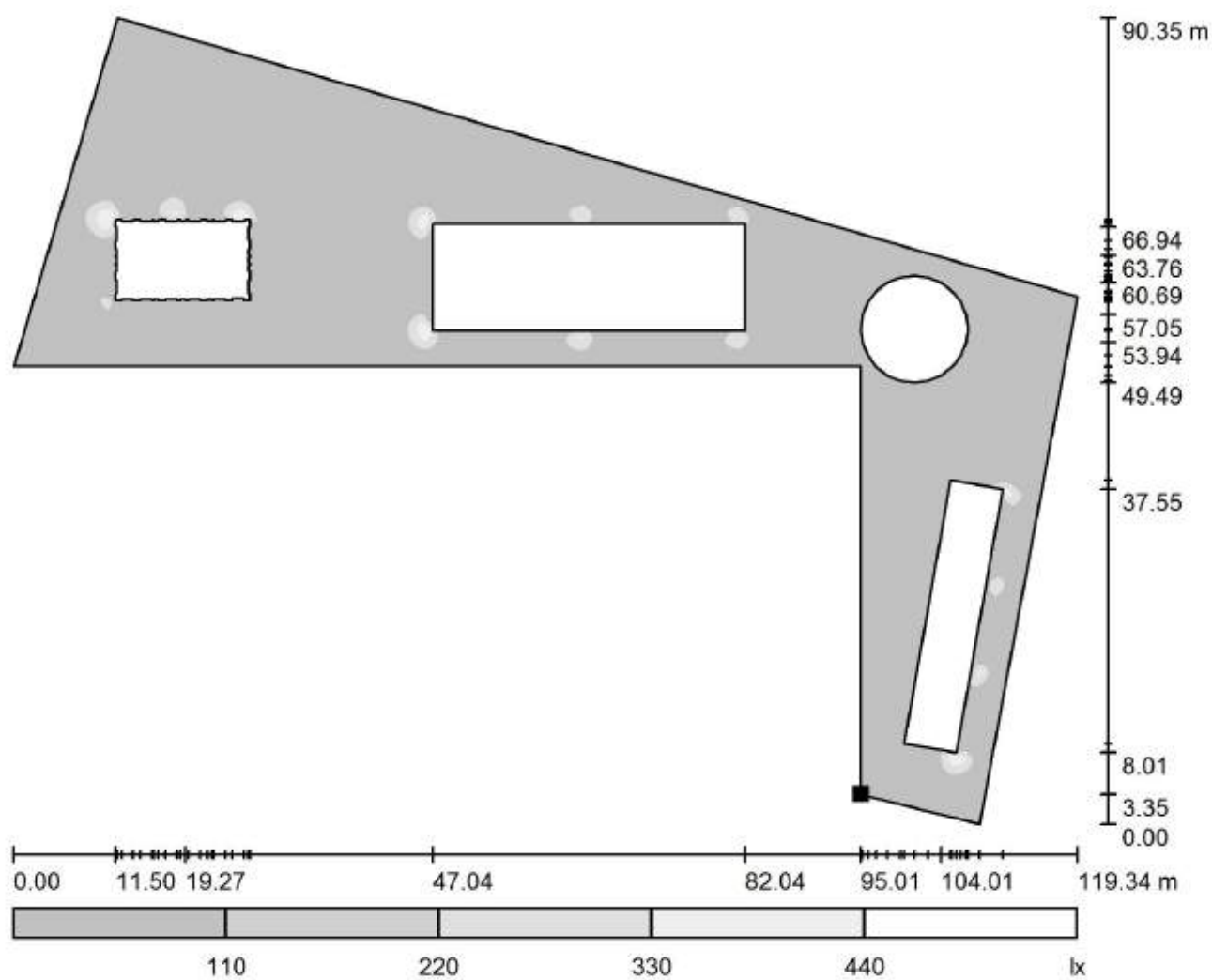
$E_{min}$  [lx]  
8.02

$E_{max}$  [lx]  
515

$E_{min} / E_m$   
0.102

$E_{min} / E_{max}$   
0.016







## II.5. CÁLCULO DE LAS INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO

El método de cálculo intensidades de cortocircuito está descrito en la UNE-EN 60909 – IEC 60909. Más concretamente se aplicará el Método óhmico (impedancias absolutas).

Para ellos se deben conocer las potencias nominales y las impedancias de los alternadores, transformadores y las de paso por líneas y ramificaciones de la trayectoria de la intensidad de cortocircuito. Así, como, las impedancias absolutas varían con el cuadrado de la tensión.

El método mencionado está basado en el teorema de Thevenin, donde hay que calcular la fuente de tensión equivalente en el punto de cortocircuito. Además de todas las alimentaciones de la red y máquinas asíncronas y síncronas se sustituyen por su impedancia. El método es de aplicación a todas las redes, radiales o malladas, hasta 550 kV.

Para evitar la excesiva complejidad que se puede dar en los cálculos, se harán las siguientes consideraciones y simplificaciones:

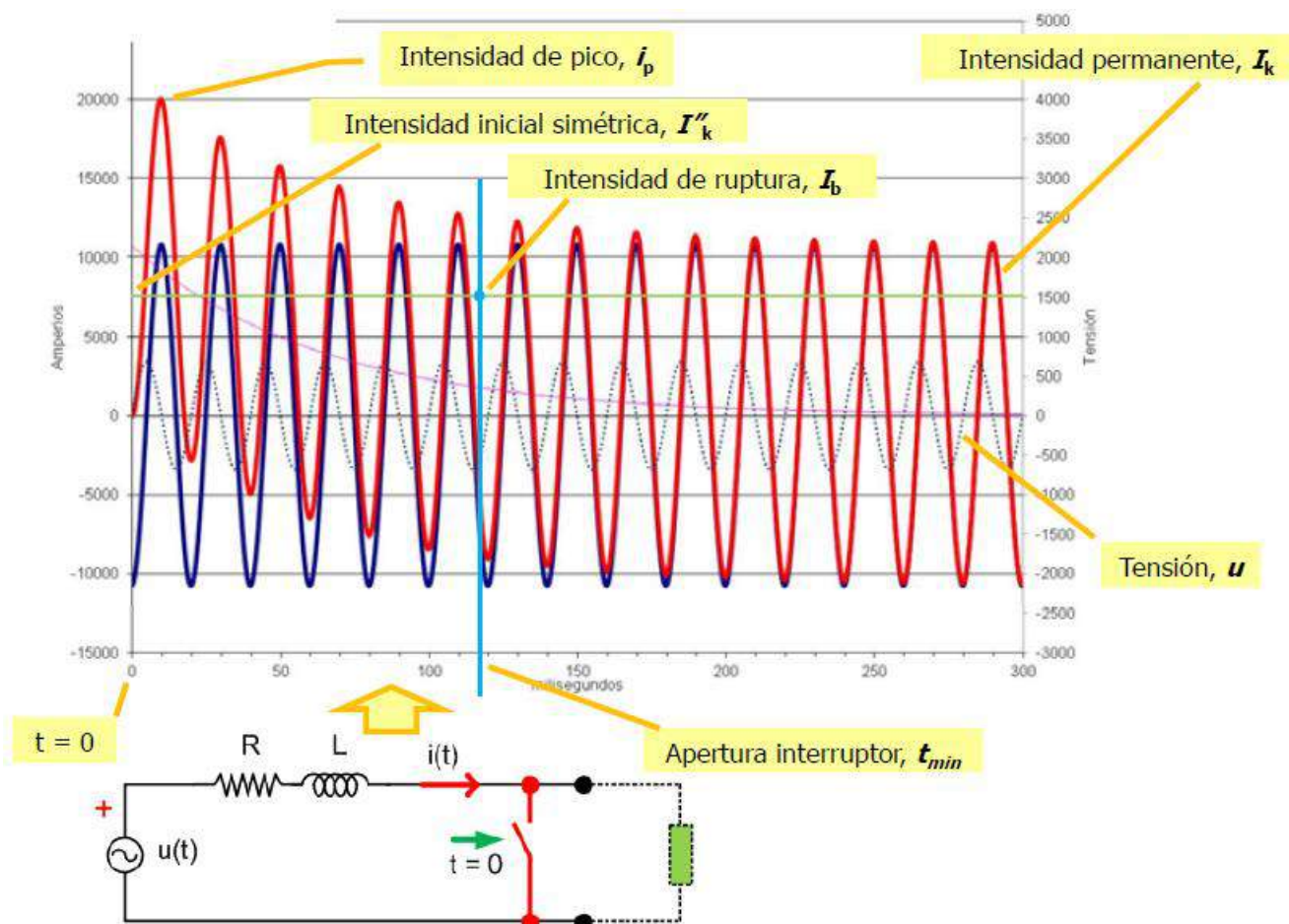
- Durante la duración del cortocircuito no hay cambio en el tipo de cortocircuito involucrado; es decir, un cortocircuito trifásico permanece trifásico y un cortocircuito monofásico a tierra permanece monofásico a tierra durante el tiempo de cortocircuito.
- Durante la duración del cortocircuito no hay cambio en la red involucrada.
- La impedancia de los transformadores es la correspondiente a la toma principal de los cambiadores de tomas. Esto es admisible porque se introduce el factor de corrección de impedancia  $K_T$  para transformadores de red.
- No se tienen en cuenta las resistencias de arco.
- Se desprecian todas las capacidades de línea, admitancias en derivación y cargas no rotativas, excepto las del sistema homopolar.

Las variables clave que se calcularán así como otros conceptos importantes se describen a continuación para facilitar la comprensión en la lectura de los datos mostrados posteriormente.

- **Corriente de cortocircuito prevista:** Corriente que circularía si el cortocircuito fuera reemplazado por una conexión ideal de impedancia despreciable sin ningún cambio en la alimentación.
- **Corriente de cortocircuito simétrica:** Valor eficaz de la componente simétrica de corriente alterna de una corriente de cortocircuito prevista siendo despreciada la componente de corriente continua si existe.
- **Corriente simétrica de cortocircuito inicial,  $I_k''$ :** Valor eficaz de la componente simétrica de corriente alterna de una corriente de cortocircuito prevista aplicable en el instante de cortocircuito si la impedancia permanece en el valor del instante cero.



- **Valor de cresta de la corriente de cortocircuito,  $i_p$ :** Valor instantáneo máximo posible de la corriente de cortocircuito prevista.
- **Corriente permanente de cortocircuito,  $I_k$ :** Valor eficaz de la corriente simétrica de cortocircuito que permanece después del decaimiento del fenómeno transitorio.
- **Corriente de cortocircuito simétrica de corte,  $I_b$ :** Valor eficaz de la corriente simétrica de cortocircuito que circula por un interruptor en el instante en que se inicia la separación de los contactos.



**Ilustración 124.** Variables de un cortocircuito.



## II.5.1. CÁLCULO DE LAS IMPEDANCIAS

Comenzamos calculando todas las impedancias de los elementos desde la subestación eléctricas hasta los receptores. Se considera que todos los motores tienen arranque electrónico por lo que no aportan al cortocircuito. Además, no hay alternadores próximos que afecten al cortocircuito.

Por otro lado, para secciones inferiores a  $95 \text{ mm}^2$  solo se tiene en cuenta la resistencia. En la tabla de abajo se muestran valores típicos de la reactancia.

Valores típicos $x_L$	Tipo de cable
0,08 mΩ/m	Cables tripolares o unipolares tendidos en triángulo
0,09 mΩ/m	Cables unipolares tendidos en plano, contacto mutuo.
0,13 mΩ/m	Cables unipolares tendidos en plano, separados

**Ilustración 125.** Valores tipo de la reactancia en cables.

Se procede a describir las expresiones utilizadas para calcular los valores con los que se calcula las intensidades de cortocircuito. Las variables más importantes a utilizar para un tramo genérico “i” se describen a continuación:

$R_i$	Resistencia equivalente de tramo [ $\Omega$ ]
$X_i$	Reactancia equivalente de tramo [ $\Omega$ ]
$Z_i$	Impedancia equivalente de tramo [ $\Omega$ ]
$U_i$	Valor de tensión [V]
$l_i$	Longitud de la línea [m]
c	Factor de tensión

Tensiones nominales $U_n$	Factor de tensión c para el cálculo de	
	la corriente de cortocircuito máxima	la corriente de cortocircuito mínima
<b>Baja Tensión</b> 100 V hasta 1000 V	$c_{max}$ 1,05 (1) 1,10 (2)	$c_{min}$ 0,95
<b>Media tensión</b> > 1 kV hasta 35 kV	1,10	1,00
<b>Alta tensión</b> > 35 kV	1,10	1,00

(1) Para sistemas de BT con una tolerancia +6%  
(2) Para sistemas de BT con una tolerancia +10%

**Ilustración 126.** Valores del factor de tensión para cálculo de cortocircuito.



- Impedancia de la acometida (Q) de potencia aparente de 80 MVA:

$$Z_Q = \frac{c \cdot U_Q^2}{S_Q''}$$

$$R_Q = 0,1 \cdot X_Q \text{ } [\Omega]$$

$$X_Q = 0,995 \cdot Z_Q \text{ } [\Omega]$$

La impedancia en baja tensión de la acometida (Q):

$$R_{Q'(bt)} = R_{QAT} \cdot \left( \frac{U_{BT}}{U_{AT}} \right)^2 \text{ } [\text{m}\Omega]$$

$$X_{Q'(bt)} = X_{QAT} \cdot \left( \frac{U_{BT}}{U_{AT}} \right)^2 \text{ } [\text{m}\Omega]$$

- Impedancia de la línea de media tensión (L1) hasta el centro de transformación:

$$l = 800 \text{ m} ; r_l = 0,125 \frac{\Omega}{\text{km}} ; x_l = 0,106 \frac{\Omega}{\text{km}}$$

$$R_{L1} = r_l \cdot l \text{ } [\Omega]$$

$$X_{L1} = x_l \cdot l \text{ } [\Omega]$$

La impedancia en baja tensión de L1:

$$R_{L1'(bt)} = R_{L1AT} \cdot \left( \frac{U_{BT}}{U_{AT}} \right)^2 \text{ } [\text{m}\Omega]$$

$$X_{L1'(bt)} = X_{L1AT} \cdot \left( \frac{U_{BT}}{U_{AT}} \right)^2 \text{ } [\text{m}\Omega]$$

- Impedancia del transformador 1 y 2 (iguales):

$$S_{T1} = 1.250 \text{ kVA} ; 25.000 / 400 \text{ V} ; \pm 2,5\% \pm 5\% ; P_h = 1.350 \text{ W} ; P_{cc} = 11.00 \text{ W} ; U_{cc} = 6 \%$$

$$Z_{T1} = \frac{U_{cc}}{100} \cdot \frac{U_{nT1}^2}{S_{nT1}^2} \text{ } [\text{m}\Omega]$$

$$R_{T1} = P_{cc} \cdot \frac{U_{nT1}^2}{S_{nT1}^2} \text{ } [\text{m}\Omega]$$



$$X_{T1} = \sqrt{Z_{T1}^2 \cdot R_{T1}^2} \text{ [m}\Omega\text{]}$$

Aplicamos un coeficiente de corrección a la impedancia del transformador,

$$x_{T1} = \frac{X_{T1}}{\frac{U_{nT1}^2}{S_{nT1}}} = 0,0606 \text{ p.u.}$$

$$K_{T1} = 0,95 \cdot \frac{C_{max}}{1 + 0,6 \cdot x_{T1}}$$

$$R_{KT1} = K_{T1} \cdot R_{T1} \text{ [m}\Omega\text{]}$$

$$X_{KT1} = K_{T1} \cdot X_{T1} \text{ [m}\Omega\text{]}$$

- Impedancia de los circuitos de las derivaciones individuales 1 y 2. Donde las características de los cables son las siguientes:

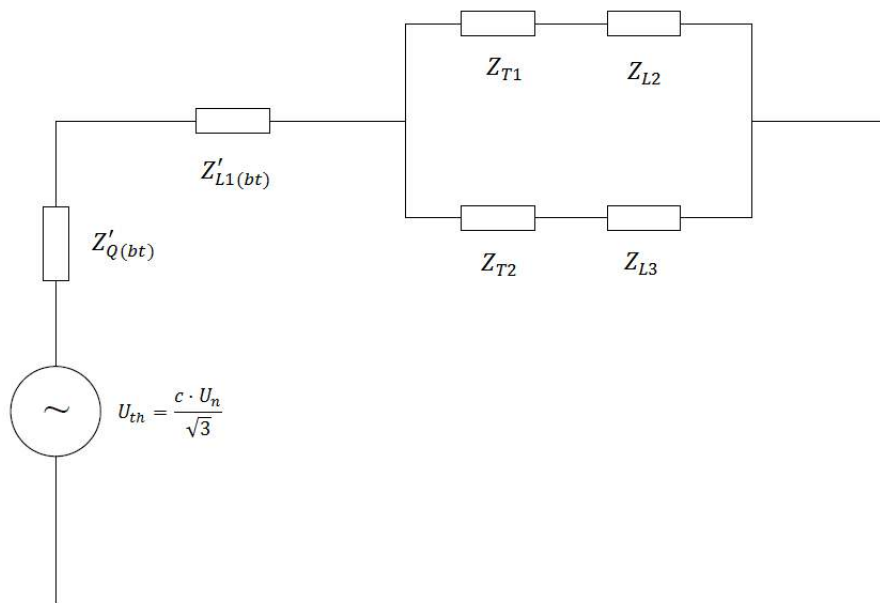
$$l = 10 \text{ m} ; 5 \text{ conductores por fase} ; S = 240 \text{ mm}^2 \text{ (Cobre)}$$

$$r_l = 0,08 \frac{\Omega}{\text{km}} ; x_l = 0,08 \frac{\Omega}{\text{km}}$$

$$R_{L2} = \frac{r_l \cdot l}{n} \text{ [m}\Omega\text{]}$$

$$X_{L2} = \frac{x_l \cdot l}{n} \text{ [m}\Omega\text{]}$$

Para poder calcular los cortocircuitos en el juego de barra principal del Cuadro General de Baja Tensión, se debe resolver el circuito de Thevenin, dado que tenemos dos transformadores en paralelo, cada uno con su derivación individual.



**Ilustración 127.** Esquema Eléctrico del circuito de Thevenin hasta JdB principal



Impedancia Paralelo de  $Z_{T1L2}$  y  $Z_{T2L3}$  :

$$Z_{T1L2T2L3} = \left( \frac{Z_{T1L2} \cdot Z_{T2L3}}{Z_{T1L2} + Z_{T2L3}} \right) [\text{m}\Omega]$$

Finalmente la Impedancia serie de  $Z_{T1L2T2L3}$  y  $Z_{QL1'(bt)}$  :

$$Z_{T1L2T2L3QL1'(bt)} = Z_{T1L2T2L3} + Z_{QL1'(bt)} [\text{m}\Omega]$$

- Impedancia de los circuitos desde el JdB principal hasta los CSD. Donde las características de los cables son las siguientes:

$$r_l = 0,08 \frac{\Omega}{\text{km}} ; x_l = 0,08 \frac{\Omega}{\text{km}}$$

$$R_{Li} = \frac{r_l \cdot l}{n} [\text{m}\Omega]$$

$$X_{Li} = \frac{x_l \cdot l}{n} [\text{m}\Omega]$$

## II.5.2. CÁLCULO DE LAS INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO

Las expresiones para calcular las corrientes de cortocircuito son:

$$I''_{KQJdB} = \frac{c \cdot U_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{equ}} [\text{kA}]$$

Intensidad de pico, valor de cresta la corriente de cortocircuito:

$$I_{pQJdB} = k \cdot \sqrt{2} \cdot I''_{KQJdB}$$

$$k = 1,02 + 0,98 \cdot e^{-3 \frac{R_{eq}}{X_{eq}}}$$

$$I''_{KQJdB} = I_{bQJdB} = I_{KQJdB}$$



### II.5.3. RESUMEN DE LAS INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO EN JdB

En la siguiente tabla se muestra el resumen de las impedancias calculadas según se ha explicado en el apartado anterior y los valores asociados de cortocircuito en los diferentes puntos de la instalación donde puede ser interesante conocer su valor para determinar la aparamenta.

**Tabla 51 – Resumen de los cálculos de cortocircuito**

DESCRIPCIÓN DEL TRAMO / ORIGEN -DESITNO	IMPEDANCIA PARCIALES			IMPEDANCIA EQUIVALENTE			INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO	
	R (bt) ( $\Omega$ )	X(bt) ( $\Omega$ )	Z (bT) ( $\Omega$ )	Req ( $\Omega$ )	Xeq ( $\Omega$ )	Zeq ( $\Omega$ )	ik'' = ib = ik (kA)	ip (A)
Acometida - Q	0,22	2,189	2,20	0,22	2,189	2,20	<b>48,38</b>	<b>119,40</b>
LÍNEA 1 - MT	0,071	0,06032	0,09	0,291	2,24932	2,27	<b>45,32</b>	<b>107,98</b>
TRANSFORMADOR 1 - 1,250 Kva	1,1264	7,7622	7,68	-	-	-	-	-
TRANSFORMADOR 2 - 1,250 Kva	1,1264	7,7622	7,68	-	-	-	-	-
DI <sub>1</sub> ----> TRAFO 1 - CGBT	0,16	0,16	0,23	1,2864	7,9222	8,03	<b>3,79</b>	<b>8,69</b>
DI <sub>2</sub> ----> TRAFO 2 - CGBT	0,16	0,16	0,23	1,2864	7,9222	8,03	<b>3,79</b>	<b>8,69</b>
juego de barras principal				<b>0,9342</b>	<b>6,21042</b>	<b>6,2803</b>	<b>6,14</b>	<b>14,27</b>
L <sub>CD1</sub> ----> CGBT - CSD <sub>1</sub>	2,2	2,2	3,111270	-	-	-	-	-
juego de barras CS1				<b>3,1342</b>	<b>8,41042</b>	<b>8,9754</b>	<b>3,28</b>	<b>6,22</b>
L <sub>CD2</sub> ----> CGBT - CSD <sub>2</sub>	1,6	1,6	2,262742	-	-	-	-	-
juego de barras CS2				<b>2,5342</b>	<b>7,81042</b>	<b>8,2113</b>	<b>3,82</b>	<b>7,50</b>
L <sub>CD3</sub> ----> CGBT - CSD <sub>3</sub>	5,4	5,4	7,636753	-	-	-	-	-
juego de barras CS3				<b>6,3342</b>	<b>11,61042</b>	<b>13,2259</b>	<b>1,72</b>	<b>2,94</b>
L <sub>CD4</sub> ----> CGBT - CSD <sub>4</sub>	2,0	2,0	2,828427	-	-	-	-	-
juego de barras CS4				<b>2,9</b>	<b>8,2</b>	<b>8,7190</b>	<b>3,45</b>	<b>6,61</b>
L <sub>CD5</sub> ----> CGBT - CSD <sub>5</sub>	17,6	17,6	24,890159	-	-	-	-	-
juego de barras CS5				<b>18,5342</b>	<b>23,81042</b>	<b>30,1737</b>	<b>0,41</b>	<b>0,65</b>
L <sub>CD6</sub> ----> CGBT - CSD <sub>6</sub>	0,8	0,8	1,131371	-	-	-	-	-
juego de barras CS6				<b>3,9342</b>	<b>7,01042</b>	<b>8,0389</b>	<b>4,57</b>	<b>7,77</b>







# ANEJO III: CÁLCULO DE LA CLIMATIZACIÓN Y VENTILACIÓN

---

EN este apartado se procede a la descripción de los procedimientos de cálculo empleados para realizar el diseño de la instalación de climatización y ventilación.

## III.1. CONDICIONES INTERIORES Y EXTERIORES DE PROYECTO

En la práctica se emplean distintos métodos para el cálculo de las cargas térmicas. Algunos de estos métodos son el método de las funciones de transferencia, el método de la diferencia de temperaturas de carga térmica/factor de carga térmica, CLTD/CLF y el método de la diferencia de temperaturas equivalente total/tiempo medio, TETD/TA.

En la actualidad se emplean métodos que se basan en el balance de calor en un local, HB o métodos simplificados basados en este, como el método de las series radiante temporales, RTS. Los detalles de estos métodos pueden consultarse en los manuales de ASHRAE.

Dado que muchos de estos métodos requieren laboriosos cálculos, su determinación se realiza en muchos casos mediante programas informáticos de cálculo. En este apartado se desarrolla un sencillo método de cálculo de la carga térmica. Este método simplificado permite entender la base del cálculo de la carga térmica, y las partidas de calor sensible y latente que deben considerarse.

Los cálculos para determinar la carga térmica de un local requieren información detallada del edificio y de los datos meteorológicos. La información que debe ser recopilada se describe a continuación.

- **Condiciones de proyecto:** Son aquellas que se van a mantener fijas y constantes durante todo el cálculo y vienen dadas por las condiciones exteriores e interiores.
- **Condiciones interiores de proyecto:** Vienen dadas por la temperatura y la humedad interior requerida. Normalmente se encuentran dentro de la zona de bienestar para usos no industriales.

Temperatura interior ..... 24 °C

Humedad interior ..... 9,8 g/kg



- **Condiciones exteriores de proyecto:** Vienen dadas por la temperatura y la humedad absoluta exterior, como se ha descrito anteriormente.

Temperatura Exterior..... 38,9 °C  
 Humedad absoluta Exterior..... 40 %

- **Salto térmico:** La diferencia entre la temperatura exterior de proyecto y la temperatura interior de proyecto se denomina salto térmico,  $\Delta T$ . Este salto de temperaturas es el que existe entre ambas caras de los cerramientos exteriores del local. También el aire exterior mantiene dicha diferencia de temperaturas con el aire interior.

Salto Térmico..... 14,9 °C

- **Características del local:** Como datos de partida se debe conocer:
  - Superficie del local, en  $m^2$ , y volumen del local, en  $m^3$ .
  - Tipo de cerramiento, superficie acristalada y orientación del local.
  - Número medio de personas que lo ocupan y tipo de actividad que realizan.
  - Potencia de iluminación instalada, en W.
  - Aparatos y máquinas existentes en el local.

Superficie Zona oficinas.....272,5  $m^2$   
 Superficie Nave industrial .....15.715  $m^2$   
 Volumen Zona oficinas .....763  $m^3$   
 Volumen Nave industrial .....78.575  $m^3$

- **Aire de ventilación:** Para garantizar una adecuada calidad del aire interior el aire del local debe ser renovado. La norma *UNE 100-011-91* establece los caudales de aire exterior; estos valores se recogen en la tabla III-6 del Anexo III. Para cada tipo de local y en función del número de personas que lo ocupan se establece el aire exterior para producir una renovación conveniente que asegure el mantenimiento de unas condiciones de pureza del aire dentro del local y la eliminación de malos olores, humos, polvo, polen, entre otros contaminantes. La tabla III-6 da el valor del volumen de aire de ventilación necesario por persona,  $V_v$ , en  $l/s$  en función del tipo de local.



Provincia	Estación	Indicativo
Córdoba	Córdoba (Aeropuerto)	5402

#### UBICACIÓN: AEROPUERTO

#### Nº DE OBSERVACIONES Y PERIODO

a.s.n.m. (m)	Lat.	Long.	T seca	Hum. relativa	T terreno	Rad
91	37°50'40"	04°51'02"W	87.600 (1998-2007)	(3) 29.200 (1998-2007)		17.520 (2005-2007)

#### CONDICIONES PROYECTO CALEFACCIÓN (TEMPERATURA SECA EXTERIOR MÍNIMA)

TSMIN (°C)	TS <sub>99,6</sub> (°C)	TS <sub>99</sub> (°C)	OMDC (°C)	HUMcoin (%)	OMA (°C)
-8,2	0,0	1,4	15,6	90	39,9

#### CONDICIONES PROYECTO REFRIGERACIÓN (TEMPERATURA SECA EXTERIOR MÁXIMA)

TSMAX (°C)	TS <sub>0,4</sub> (°C)	THC <sub>0,4</sub> (°C)	TS <sub>1</sub> (°C)	THC <sub>1</sub> (°C)	TS <sub>2</sub> (°C)	THC <sub>2</sub> (°C)	OMDR (°C)
46,2	39,9	24,3	38,2	23,7	36,8	23,4	20,2

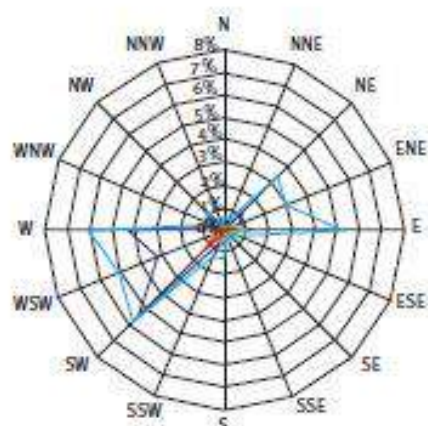
#### CONDICIONES PROYECTO REFRIGERACIÓN (TEMPERATURA HÚMEDA EXTERIOR MÁXIMA)

TH <sub>0,4</sub> (°C)	TSC <sub>0,4</sub> (°C)	TH <sub>1</sub> (°C)	TSC <sub>1</sub> (°C)	TH <sub>2</sub> (°C)	TSC <sub>2</sub> (°C)
25,0	37,5	24,3	37,1	23,6	36,7

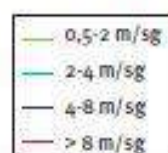
#### VALORES MEDIOS MENSUALES

Mes	TA (°C)	TA SOL (°C)	GD <sub>15</sub> (°C)	GD <sub>20</sub>	GDR <sub>20</sub>	RADH (kWh/m² día)	TTERR (°C)
Enero	8,6	11,0	201	353	0		
Febrero	10,5	13,1	141	269	1		
Marzo	14,0	16,4	81	197	12		
Abril	16,1	18,4	45	141	24		
Mayo	20,2	22,5	15	75	81		
Junio	25,7	28,4	0	14	186		
Julio	27,8	30,5	0	6	249		
Agosto	27,8	30,4	0	4	247		
Septiembre	24,1	26,8	1	17	140		
Octubre	18,9	21,4	14	78	44		
Noviembre	12,7	15,1	95	221	3		
Diciembre	9,7	11,8	168	319	0		

Rosa de los vientos: velocidad media 2,54 m/s



Valores normales. Periodo 1971-2000. Córdoba. Aeropuerto  
Rosa de los vientos. Anual



Calmas: 37%

Ilustración 128. Condiciones exteriores según norma



LOCALIDAD	Latitud	Longitud	Altura [m]	CONDICIONES DE VERANO				
				Tseca/Thúmeda coincidente [°C]			OMD [°C]	OMA [°C]
				1%	2,50%	5%		
Albacete	38° 57' N	1° 51' W	680	34,6/20,4	33,1/20,3	31,7/19,6	16	39,3
Alicante	38° 23' N	0° 30' W	92	31,5/20,8	30,2/21,5	29,2/21,6	9,8	29
Barcelona	41° 18' N	2° 30' E	8	28,7/23	27,8/22,6	27,0/22,6	8,4	27,5
Bilbao	43° 18'	2° 55' W	45	29,8/21,1	27,5/20,0	25,7/19,3	10,7	30,5
Burgos	42° 21' N	3° 37' W	887	30,8/19,3	29,2/18,6	27,2/18,0	13,9	38
Cáceres	36° 29' N	6° 21' W	459	36,3/18,9	35,2/18,7	33,8/18,0	13,6	35,8
Ciudad Real	38° 59' N	3° 55' W	628	36,5/23	35,0/22,6	33,6/21,7	17,2	41,2
Córdoba	37° 53' N	4° 55' W	65	38,9/23,0	37,1/21,9	35,7/21,6	17,3	40,1
Ibiza	38° 52' N	1° 22' E	8	30,9/23,2	29,9/23,2	29,1/23,2	8,5	27
Jerez	36° 41' N	6° 8' W	50	36,4/23,0	34,7/22,9	33,2/22,6	14	35,5
La Coruña	43° 22' N	8° 24' W	54	24,9/19,1	23,2/18,7	22,0/18,0	6,5	21,9
Las Palmas	27° 56' N	15° 32' W	10	29,4/22,0	27,7/21,7	26,5/21,1	5,9	17,3
Logroño	42° 27' N	2° 17' W	345	33,7/20,9	31,6/20,2	29,7/19,4	12,5	35,5
Madrid	40° 28' N	3° 34' W	595	35,5/20,2	34,2/19,9	32,7/19,6	15,8	39,7
Mahón	39° 52' N	4° 13' E	82	30,0/2,7	28,8/22,0	27,7/21,7	8,1	25,3
Málaga	36° 39' N	4° 28' W	12	33,2/20,4	31,3/21,1	29,7/20,7	9,8	29,8
Oviedo	43° 21' N	5° 52' W	336	26,7/20,5	34,5/19,6	23,0/18,8	8,5	27,2
P. de Mallorca	39° 33' N	2° 44' E	2	32,0/23,7	30,7/23,1	29,7/22,8	12,1	32,7
Salamanca	40° 57' N	5° 29' W	789	32,4/19,8	31,1/19,9	29,7/19,2	15,6	38,7
Santander	43° 28' N	3° 49' W	64	24,5/19,7	24,1/19,7	23,1/19,6	5,9	21,4

**Ilustración 129.** Condiciones climáticas para proyectos, según la norma UNE 100-001-85.

CONDICIONES CLIMATOLÓGICAS EXTERIORES DEL PROYECTO		
VARIABLE	VALOR	
NIVEL DE PERCENTIL VERANO	1	%
TEMPERATURA SECA VERANO	38,9	°C
TEMPERATURA HÚMEDA VERANO	23	°C
TEMPERATURA INVIERNO	1,4	°C
VARIACIÓN DIARIA DE TEMPERATURA (OMD)	17,3	°C
OSCILACIÓN MEDIA ANUAL (OMA)	40,1	°C
HUMEDAD RELATIVA	40	%
ORIENTACIÓN DEL VIENTO DOMINANTE	SW	
VELOCIDAD DEL VIENTO DOMINANTE	2,54	m/s
ALTURA SOBRE EL NIVEL DEL MAR	680	m
LATITUD	37° 53' N	
LONGITUD	4° 55' W	

**Ilustración 130.** Resumen de las condiciones climatológicas del proyecto



## III.2. CÁLCULO DE LAS CARGAS TÉRMICAS

Para el cálculo de las cargas térmicas de refrigeración, se buscarán las condiciones de tiempo más desfavorables. Para ello se obtienen las condiciones exteriores de proyecto más desfavorables del lugar en el que se encuentra situada la nave industrial. Nuestra nave se encuentra en la provincia de Córdoba.

### III.2.1. CALOR SENSIBLE A1 - CALOR DEBIDO A RADIACIÓN POR VENTANAS

Es el calor debido a la radiación a través de ventanas y otros elementos transparentes como claraboyas y lucernarios. Se calcula según la siguiente expresión.

$$\dot{Q}_{SR} = S \cdot R \cdot f_{SR}$$

$\dot{Q}_{SR}$	Calor sensible debido a la radiación [W]
$S$	Superficie del elemento transparente incluidos marcos metálicos [m <sup>2</sup> ]
$R$	Radiación solar unitaria, según orientación y hora solar [W/m <sup>2</sup> ]
$f_{SR}$	factore de corrección

Los cálculos para el caso en estudio se muestran en las siguientes tablas de Excel.

**Tabla 52.** Cálculos de la carga sensible A1 – radiación por ventanas, en zona de oficinas

ZONA DE OFICINAS						
VARIABLE		NORTE	ESTE	OESTE	SUR	UNIDAD
SUPERFICIE DEL ELEMENTTO TRANSPARENTE	<b>S</b>	12	28	0	8	m <sup>2</sup>
RADIACIÓN SOLAR UNITARIA	<b>R</b>	44	44	516	217	W/m <sup>2</sup>
FACTOR DE CORRECCIÓN	<b>f<sub>SR</sub></b>	0,15	0,15	0	0,15	-
CALOR SENSIBLE DEBIDO A LA RADIACIÓN		79,2	184,8	0	260,4	W
		524,4				W

**Tabla 53.** Cálculos de la carga sensible A1 – radiación por ventanas, en la nave de producción

SALA DE MÁQUINAS Y NAVE DE PRODUCCIÓN						
VARIABLE		NORTE	ESTE	OESTE	SUR	UNIDAD
SUPERFICIE DEL ELEMENTTO TRANSPARENTE	<b>S</b>	30	75	45	90	m <sup>2</sup>
RADIACIÓN SOLAR UNITARIA	<b>R</b>	44	44	516	217	W/m <sup>2</sup>
FACTOR DE CORRECCIÓN	<b>f<sub>SR</sub></b>	0,15	0,15	0,15	0,15	-
CALOR SENSIBLE DEBIDO A LA RADIACIÓN		198	495	3483	2929,5	W
		7105,5				W

En la siguientes tablas se muestran los factores de corrección y la Radiación solar, R, a través de vidrio ordinario, para 1 m<sup>2</sup> de ventana incluyendo el marco, en un punto situado a 40° de latitud Norte. (Nota: si la ventana tiene marco metálico, multiplicar los valores de la tabla por 1,17).



Tipo de vidrio		Factor
Vidrio ordinario simple		1
Vidrio de 6mm		0,94
Vidrio Absorbente % de absorción	40-48	0,8
	48-56	0,73
	56-70	0,62
Vidrio doble ordinario		0,9
Vidrio triple		0,83
Vidrio de color	ámbar	0,7
	rojo oscuro	0,56
	azul oscuro	0,6
	verde oscuro	0,32
	verde grisáceo	0,46
	opalescente claro	0,43
	opalescente oscuro	0,37

**Ilustración 131.** Factores de corrección según el tipo de vidrio de la ventana.

		Factor con persiana			
		Persiana veneciana interior		Persiana veneciana exterior	
		Color claro	Color medio	Color oscuro	Color Claro
Vidrio ordinario		0,56	0,65	0,75	0,15
Vidrio a 6 mm		0,56	0,65	0,74	0,14
Vidrio absorbente porcentajes	40-48%	0,56	0,62	0,72	0,12
	48-56%	0,53	0,59	0,62	0,11
	56-70%	0,51	0,54	0,56	0,1
Vidrio doble		0,54	0,61	0,67	0,14
Vidrio triple		0,48	0,39	0,64	0,12

**Ilustración 132.** Factor de atenuación según el tipo de persiana.

Fecha	Orientación	Hora Solar				
		12	13	14	15	16
21 de Junio	N	44	44	44	41	37
	NE	44	44	44	41	37
	E	44	44	44	41	37
	SE	107	44	44	41	37
	S	170	138	109	59	37
	SO	107	223	312	350	343
	O	44	138	299	448	511
	NO	44	44	94	230	352
	Horizontal	747	732	662	564	422
23 de Julio	N	44	44	44	41	37
	NE	44	44	44	41	37
	E	44	44	44	41	37
	SE	131	47	44	41	37
	S	217	198	138	81	41
	SO	131	258	347	394	375
	O	44	135	308	454	516
	NO	44	44	81	208	330
	Horizontal	734	709	640	538	397
24 de Agosto	N	44	44	44	41	34
	NE	44	44	44	41	34
	E	44	44	44	41	34
	SE	208	78	44	41	34
	S	321	306	280	161	76
	SO	208	337	438	461	435
	O	44	142	317	457	511
	NO	44	44	50	144	258
	Horizontal	675	647	583	472	315

**Ilustración 133.** Radiación solar según el día y la hora solar.



### III.2.2. CALOR SENSIBLE A2 – PAREDES Y TECHOS EXTERIORES

Este calor se debe a la transmisión de calor a través de paredes, techos y otros elementos exteriores no transparentes. Se calcula según la siguiente expresión.

$$\dot{Q}_{STR} = K \cdot S \cdot DTE$$

$\dot{Q}_{STR}$	Calor sensible debido a la transmisión [W]
$K$	Coefficiente de transmisión de la pared o techo [ $W/m^2 \cdot K$ ]
$S$	Superficie de la pared incluyendo puertas [ $m^2$ ]
$DTE$	Producto de la densidad por el espesor y la hora solar

Los cálculos para el caso en estudio se muestran en las siguientes tablas de Excel.

**Tabla 54 - Cálculos de la carga sensible A2 – transmisión por ventanas, en zona de oficinas**

ZONA DE OFICINAS - PAREDES EXTERIORES						
VARIABLE		NORTE	ESTE	OESTE	SUR	UNIDAD
COEFICIENTE DE TRANSMISIÓN DE LA PARED/TECHO	K	1,370	1,370	1,370	1,370	$W/m^2 \cdot K$
SUPERFICIE DE PARED	S	60	120	0	60	$m^2$
DIFERENCIA DE TEMPERATURA EQUIVALENTE (DTE)	DTE	0,8	10,2	5,3	5,3	-
CALOR SENSIBLE DEBIDO A LA TRANSMISIÓN POR PAREDES		65,75	1676,71	0,00	435,62	W
ZONA DE OFICINAS - TECHO						
VARIABLE		VALOR	UNIDAD			
COEFICIENTE DE TRANSMISIÓN DE LA PARED/TECHO	K	1,370	$W/m^2 \cdot K$			
SUPERFICIE DE PARED	S	276	$m^2$			
DIFERENCIA DE TEMPERATURA EQUIVALENTE (DTE)	DTE	14,11	-			
CALOR SENSIBLE DEBIDO A LA TRANSMISIÓN POR TECHOS		5342,08	W			
CALOR SENSIBLE TOTAL		7520,17	W			

**Tabla 55 - Cálculos de la carga sensible A2 – transmisión por ventanas, en la nave industrial**

ZONA DE NAVE DE PRODUCCIÓN - PAREDES EXTERIORES						
VARIABLE		NORTE	ESTE	OESTE	SUR	UNIDAD
COEFICIENTE DE TRANSMISIÓN DE LA PARED/TECHO	K	1,370	1,370	1,370	1,370	$W/m^2 \cdot K$
SUPERFICIE DE PARED	S	135	450	338	720	$m^2$
DIFERENCIA DE TEMPERATURA EQUIVALENTE (DTE)	DTE	0,8	10,2	5,3	5,3	-
CALOR SENSIBLE DEBIDO A LA TRANSMISIÓN POR PAREDES		147,95	6287,67	2450,34	5227,40	W
SALA DE MÁQUINAS Y NAVE DE PRODUCCIÓN - TECHO						
VARIABLE		NORTE	UNIDAD			
COEFICIENTE DE TRANSMISIÓN DE LA PARED/TECHO	K	1,370	$W/m^2 \cdot K$			
SUPERFICIE DE PARED	S	14720	$m^2$			
DIFERENCIA DE TEMPERATURA EQUIVALENTE (DTE)	DTE	5,00	-			
CALOR SENSIBLE DEBIDO A LA TRANSMISIÓN POR TECHOS		100821,92	W			
CALOR SENSIBLE TOTAL		114935,27	W			



Orientación del muro	DE [kg/m <sup>2</sup> ]	Hora solar				
		12	13	14	15	16
NE	100	7,4	6,9	6,4	6,9	7,4
	300	10,8	8,1	5,3	5,8	6,4
	500	8,5	8,1	7,4	6,4	5,3
	700	3	5,3	7,4	8,5	7,4
E	100	17,4	10,8	6,4	6,9	7,4
	300	16,9	10,2	7,4	6,9	6,4
	500	13,1	13,6	13,1	10,8	9,7
	700	5,3	8,1	9,7	10,2	9,7
SE	100	15,2	14,1	13,1	10,2	8,5
	300	15,2	14,1	13,6	11,3	9,7
	500	8,5	9,2	9,7	10,2	9,7
	700	3	5,8	7,4	8,1	8,5
S	100	11,9	14,7	16,4	15,2	14,1
	300	6,4	10,8	13,1	13,6	14,1
	500	1,9	4,1	6,4	8,1	8,5
	700	1,9	1,9	1,9	3,6	5,3
SO	100	3	10,2	14,1	18,6	21,9
	300	0,8	4,2	6,4	13,1	17,5
	500	3	3,6	4,2	6,4	7,4
	700	3	3	3	3,6	4,2
O	100	3	7,4	10,8	17,5	21,9
	300	1,9	3,6	5,3	10,2	14,1
	500	3	3,6	4,2	5,3	6,4
	700	4,2	4,7	5,3	5,3	5,3
NO	100	3	5,3	6,4	10,2	13
	300	0,8	3	4,2	5,3	6,4
	500	1,9	1,9	1,9	2,5	3
	700	3	3	3	3	3
N	100	1,9	4,2	5,3	6,4	7,4
	300	-0,3	1,3	3	4,2	5,3
	500	-0,3	0,2	0,8	1,3	1,9
	700	-0,3	-0,3	-0,3	0,2	0,8

**Ilustración 134.** Diferencia de temperaturas equivalente, DTE de muros.



	DE [kg/m <sup>2</sup> ]	Hora Solar				
		12	13	14	15	16
Techo soleado	50	8,1	13,1	17,5	20,8	23,6
	100	8,5	12,5	16,4	19,7	22,5
	200	8,5	12,5	15,2	18,12	0,8
	300	8,5	11,9	14,7	16,91	9,2
	400	8,5	11,9	14,11	5,2	17,5
Techo sombra	100	3	4,7	6,4	6,9	7,4
	200	0,8	2,5	4,2	5,3	6,4
	300	-0,3	0,8	1,9	3	4,2

**Ilustración 135.** Diferencia de temperaturas equivalente, DTE de techos.

$\Delta T$	Oscilación Media Diaria de temperaturas, OMD												
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
3	-1,5	-2	-2,5	-3	-3,5	-4	-4,5	-5	-5,5	-6	-6,5	-7	-7,5
4	-0,5	-1	-1,5	-2	-2,5	-3	-3,5	-4	-4,5	-5	-5,5	-6	-6,5
5	0,5	0	-0,5	-1	-1,5	-2	-2,5	-3	-3,5	-4	-4,5	-5	-5,5
6	1,5	1	0,5	0	-0,5	-1	-1,5	-2	-2,5	-3	-3,5	-4	-4,5
7	2,5	2	1,5	1	0,5	0	-0,5	-1	-1,5	-2	-2,5	-3	-3,5
8	3,5	3	2,5	2	1,5	1	0,5	0	-0,5	-1	-1,5	-2	-2,5
9	4,5	4	3,5	3	2,5	2	1,5	1	0,5	0	-0,5	-1	-1,5
10	5,5	5	4,5	4	3,5	3	2,5	2	1,5	1	0,5	0	-0,5
11	6,5	6	5,5	5	4,5	4	3,5	3	2,5	2	1,5	1	0,5
12	7,5	7	6,5	6	5,5	5	4,5	4	3,5	3	2,5	2	1,5
13	8,5	8	7,5	7	6,5	6	5,5	5	4,5	4	3,5	3	2,5
14	9,5	9	8,5	8	7,5	7	6,5	6	5,5	5	4,5	4	3,5
15	10,5	10	9,5	9	8,5	8	7,5	7	6,5	6	5,5	5	4,5
16	11,5	11	10,5	10	9,5	9	8,5	8	7,5	7	6,5	6	5,5

**Ilustración 136.** Corrección de la diferencia de temperaturas equivalente, DTE.



### III.2.3. CALOR SENSIBLE A3 – PAREDES Y TECHOS NO EXTERIORES

Este calor es debido a la transmisión de calor a través de paredes, techos y otros elementos no exteriores. Se calcula mediante la siguiente expresión.

$$\dot{Q}_{ST} = K \cdot S \cdot (T_e - T_i)$$

$\dot{Q}_{ST}$	<i>Calor sensible por conducción por paredes interiores [W]</i>
$K$	<i>Coeficiente global [<math>W/m^2 \cdot K</math>]</i>
$S$	<i>Superficie total incluyendo puertas interiores [<math>m^2</math>]</i>
$T_e - T_i$	<i>Salto térmico entre ambos locales</i>

Los cálculos para el caso en estudio se muestran en las siguientes tablas de Excel. La zona de la nave industrial no tiene paredes interiores.

**Tabla 56 - Cálculos de la carga sensible A3 – paredes interiores, en zona de oficinas**

ZONA DE OFICINAS - PAREDES				
VARIABLE		PLANTA BAJA	PLANTA ALTA	UNIDAD
COEFICIENTE GLOBAL	K	1,35	1,35	$W/m^2 K$
SUPERFICIE DEL ELEMENTO TRANSPARENTE	S	59,5	140,1	$m^2$
TEMPERATURA ZONA NO CLIMATIZADA	$T_e$	30	30	$^{\circ}C$
TEMPERATURA ZONA CLIMATIZADA	$T_i$	24	24	$^{\circ}C$
CALOR SENSIBLE POR CONDUCCIÓN POR PAREDES INTERIORES		482,1768	1135,134	W
		1617,3		W

### III.2.4. CALOR SENSIBLE A4 – INFILTRACIONES DE AIRE EXTERIOR

Este calor es debido a las infiltraciones de aire exterior. Se calcula según la siguiente expresión.

$$\dot{Q}_{SI} = 1,2 \cdot \frac{\dot{V}_i}{3,6} \cdot (T_e - T_i)$$

$\dot{Q}_{ST}$	<i>Calor sensible debido al aire exterior infiltrado por puertas [W]</i>
1,2	<i>Densidad del aire</i>
$\dot{V}_i$	<i>Volumen de aire infiltrado al local [<math>m^3/h</math>]</i>
$T_e - T_i$	<i>Producto de la densidad por el espesor y la hora solar</i>



Tipo de local	Caudal de infiltraciones en m <sup>3</sup> /h persona y puerta	
	Sin vestíbulo	Con vestíbulo
Bancos	13,5	10,2
Peluquerías	8,5	6,5
Bares	12	9
Estancos	51	38
Pequeños comercios	13,6	10,2
Tiendas de confecciones	4,3	3,2
Farmacias	11,9	9
Habitación de hospital	6	4,4
Sala de té	8,5	6,5
Restaurantes	4,3	3,2
Comercio en general	6	4,4

**Ilustración 137.** Caudal de aire de infiltraciones por persona y puerta.

Los cálculos para el caso en estudio se muestran en las siguientes tablas de Excel

**Tabla 57 - Cálculos del volumen de aire de infiltraciones**

	PLANTA BAJA	PLANTA ALTA	NAVE INDUSTRIAL	
caudal de infiltraciones unitariopor persona y puerta	10,2	10,2	10,2	m <sup>3</sup> /h
nº personas	20	40	25	
nº puertas entre zonas climatizadas-no climatizadas	3	5	10	
<b>VOLUMEN DE AIRE DE INFILTRACIÓN AL LOCAL TOTAL</b>	<b>612</b>	<b>2040</b>	<b>2550</b>	<b>m<sup>3</sup>/h</b>

**Tabla 58 - Cálculos de la carga sensible A4 – infiltraciones, en zona de oficinas**

ZONA DE OFICINAS				
VARIABLE		PLANTA BAJA	PLANTA ALTA	UNIDAD
DENSIDAD DEL AIRE	1,2	1,2	1,2	
VOLUMEN DE AIRE DE INFILTRACIÓN AL LOCAL	V <sub>i</sub>	612	2040	m <sup>3</sup> /h
TEMPERATURA ZONA NO CLIMATIZADA	T <sub>e</sub>	30	30	°C
TEMPERATURA ZONA CLIMATIZADA	T <sub>i</sub>	24	24	°C
<b>CALOR SENSIBLE DEBIDO A INFILTRACIONES DE AIRE EXTERIOR</b>		1224	4080	W
		<b>5304</b>		W

**Tabla 59 - Cálculos de la carga sensible A4 – infiltraciones, en la nave industrial**

NAVE INDUSTRIAL Y SALA DE MÁQUINAS			
VARIABLE		VALOR	UNIDAD
DENSIDAD DEL AIRE	1,2	1,2	
VOLUMEN DE AIRE DE INFILTRACIÓN AL LOCAL	V <sub>i</sub>	2550	m <sup>3</sup> /h
TEMPERATURA ZONA NO CLIMATIZADA	T <sub>e</sub>	30	°C
TEMPERATURA ZONA CLIMATIZADA	T <sub>i</sub>	24	°C
<b>CALOR SENSIBLE DEBIDO A INFILTRACIONES DE AIRE EXTERIOR</b>		<b>5100</b>	W



### III.2.5. CALOR SENSIBLE A5 – GENERADO POR LAS PERSONAS DEL LOCAL

Este calor es debido a las personas del local. Se calcula según la siguiente expresión.

$$\dot{Q}_{SP} = VALOR_{TABLA} \cdot N_{Personas}$$

$\dot{Q}_{SP}$  Calor sensible generado por las personas del local [W]

VALOR Valor unitario de calor generado por persona [W]

Los cálculos para el caso en estudio se muestran en las siguientes tablas de Excel

**Tabla 60** - Cálculos de la carga sensible A5 – por ocupación, en zona de oficinas

ZONA DE OFICINAS				
VARIABLE		PLANTA BAJA	PLANTA ALTA	UNIDAD
VALOR TABLA CALOR EMITIDO POR PERSONAS	VALOR	70	70	
Nº PERSONAS	V <sub>i</sub>	20	40	
CALOR SENSIBLE DEBIDO A LA RADIACIÓN		1400	2800	W
		4200		W

**Tabla 61** - Cálculos de la carga sensible A5 – por ocupación, nave industrial

NAVE INDUSTRIAL Y SALA DE MÁQUINAS			
VARIABLE		PLANTA BAJA	UNIDAD
VALOR TABLA CALOR EMITIDO POR PERSONAS	VALOR	87	
Nº PERSONAS	V <sub>i</sub>	25	
CALOR SENSIBLE DEBIDO A LA RADIACIÓN		2175	W

Cuadro de actividad	28 °C		27°C		26°C		24°C	
	Sensi-ble	Laten-te	Sensi-ble	Laten-te	Sensi-ble	Laten-te	Sensi-ble	Laten-te
Sentado en reposo	52	52	58	47	64	41	70	30
Sentado trabajo ligero	52	64	58	58	64	52	70	47
Oficinista de actividad moderada	52	81	58	76	64	70	70	58
Persona de pie	52	81	58	87	64	81	76	70
Persona que pasea	52	93	58	87	64	81	76	70
Trabajo sedentario	58	105	64	99	70	93	81	81
Trabajo ligero taller	58	163	64	157	70	151	87	134
Persona que camina	64	186	70	180	81	169	99	151
Persona que baila	81	215	87	204	99	198	110	180
Persona en trabajo penoso	134	291	140	291	145	285	151	268

**Ilustración 138.** Calor emitido por las personas, en W.



### III.2.6. CALOR SENSIBLE A6 – GENERADO POR LA ILUMINACIÓN DEL LOCAL

Este calor es debido a la iluminación del local. Se calcula según la siguiente expresión.

$$\dot{Q}_{SIL} = P_{ilu}$$

$\dot{Q}_{SIL}$  Calor sensible generado por la iluminación del local [W]

$P_{ilu}$  Potencia de iluminación [W]

Los cálculos para el caso en estudio se muestran en las siguientes tablas de Excel

**Tabla 62** - Cálculos de la carga sensible A6 – por iluminación, en zona de oficinas

ZONA DE OFICINAS				
VARIABLE		PLANTA BAJA PLANTA ALTA		UNIDAD
POTENCIA DE ILUMINACIÓN	$P_{ilu}$	792	1296	W
FACTOR DE CORRECCIÓN POR TIPO LUMINARIA	$f$	0,2	0,2	
CALOR SENSIBLE LA ILUMINACIÓN DEL LOCAL		158,4	259,2	W
		417,6		W

**Tabla 63** - Cálculos de la carga sensible A6 – por iluminación, en la nave industrial

ZONA DE NAVE INDUSTRIAL			
VARIABLE		PLANTA BAJA	UNIDAD
POTENCIA DE ILUMINACIÓN	$P_{ilu}$	35000	W
FACTOR DE CORRECCIÓN POR TIPO LUMINARIA	$f$	0,2	
CALOR SENSIBLE LA ILUMINACIÓN DEL LOCAL		7000	W

Tipo de luminaria	
Incandescente	1,00
Fluorescente	1,25
LED	0,12/0,20

**Ilustración 139.** Factor de corrección según el tipo de luminaria



### III.2.7. CALOR SENSIBLE A7 – GENERADO POR EQUIPOS O MÁQUINAS

Este calor es generado por equipos o máquinas. Los cálculos para el caso en estudio se muestran en las siguientes tablas de Excel

**Tabla 64** - Cálculos de la carga sensible A7 – por equipos y máquinas, en zona de oficinas

ZONA DE OFICINAS				
VARIABLE		PLANTA BAJA	PLANTA ALTA	UNIDAD
ORDENADORES	P	750	6000	W
MONITOR	P	100	4000	
IMPRESORA/COPIADORA	P	0	1000	
CALOR SENSIBLE LA ILUMINACIÓN DEL LOCAL		850	11000	W
		11850		W

**Tabla 65** - Cálculos de la carga sensible A7 – por equipos y máquinas, en nave industrial

NAVE INDUSTRIAL Y SALA DE MÁQUINAS			
VARIABLE		VALOR	UNIDAD
MAQUINA INDUSTRIAL GENERAL	P	44000	W
		44000	W

Fuente	Ganancia de calor [W]	
	Sensible	Latente
Ordenador	150	0
Monitor	100	0
Impresora escritorio	200	0
Copiadora oficina	1000	0
Cafetera	1100	560
Lavaplatos	50	110
Fabricador hielo	2730	0
Vitrina expositora	640	0
Máquina bebidas frías	1200	0

**Ilustración 140.** Ganancia de calor sensible y latente de los equipos y máquinas.



### III.2.8. CALOR SENSIBLE A8 – AIRE DE VENTILACIÓN

Este calor es debido al aire de ventilación. Se calcula según la siguiente expresión.

$$\dot{Q}_{SI} = 1,2 \cdot \frac{\dot{V}_v}{3,6} \cdot (T_e - T_i)$$

$\dot{Q}_{SI}$	Calor sensible debido al aire de ventilación[W]
1,2	Densidad del aire
$\dot{V}_v$	Volumen de aire de ventilación [ $m^3/h$ ]
$T_e - T_i$	Producto de la densidad por el espesor y la hora solar

Los cálculos para el caso en estudio se muestran en las siguientes tablas de Excel

**Tabla 66** - Cálculo del volumen de aire de infiltraciones al local.

	PLANTA BAJA	PLANTA ALTA	NAVE INDUSTRIAL	
caudal de infiltraciones unitario por persona y	10	10	30	l/s
nº personas	20	40	25	
<b>VOLUMEN DE AIRE DE INFILTRACIÓN AL LOCAL TOTAL</b>	720	1440	2700	m3/h

**Tabla 67** - Cálculos de la carga sensible A8 – aire de ventilación, en zona de oficinas

ZONA DE OFICINAS				
VARIABLE		PLANTA BAJA	PLANTA ALTA	UNIDAD
DENSIDAD DEL AIRE	1,2	1,2	1,2	
VOLUMEN DE AIRE DE INFILTRACIÓN AL LOCAL	$V_i$	720	1440	m3/h
FACTOR DE BYPASS O RENDIMIENTO BATERIA	$f$	0,15	0,15	
TEMPERATURA ZONA NO CLIMATIZADA	$T_e$	30	30	°C
TEMPERATURA ZONA CLIMATIZADA	$T_i$	24	24	°C
<b>CALOR SENSIBLE DEBIDO AL AIRE DE VENTILACIÓN</b>		216	432	W
		<b>648</b>		W

**Tabla 68** - Cálculos de la carga sensible A8 – aire de ventilación, en la nave industrial

NAVE INDUSTRIAL Y SALA DE MÁQUINAS			
VARIABLE		PLANTA BAJA	UNIDAD
DENSIDAD DEL AIRE	1,2	1,2	
VOLUMEN DE AIRE DE INFILTRACIÓN AL LOCAL	$V_i$	2700	m3/h
FACTOR DE BYPASS O RENDIMIENTO BATERIA	$f$	0,2	
TEMPERATURA ZONA NO CLIMATIZADA	$T_e$	30	°C
TEMPERATURA ZONA CLIMATIZADA	$T_i$	24	°C
<b>CALOR SENSIBLE DEBIDO AL AIRE DE VENTILACIÓN</b>		<b>1080</b>	W



TIPO DE LOCAL	POR PERSONA	POR m <sup>2</sup>	POR LOCAL	OTROS
Almacenes <sup>11</sup>	-	0,75 a 3	-	-
Anarcamientos <sup>4</sup>	-	5	-	-
Archivos	-	0,25	-	-
Aseos públicos <sup>1</sup>	-	-	-	25 <sup>12</sup>
Aseos individuales <sup>1 y 2</sup>	-	-	15	-
Auditorios <sup>14 y 16</sup>	8	-	-	-
Aulas <sup>14</sup>	8	-	-	-
Autopsia <sup>8 y 9</sup>	-	2,5	-	-
Bares	12	12	-	-
Cafeterías	15	15	-	-
Canchas para deporte	-	2,5	-	-
Comedores	10	6	-	-
Cocinas <sup>2 y 3</sup>	8	2	-	-
Descanso (Salas de)	20	15	-	-
Dormitorios colectivos	8	1,5	-	-
Escenarios	8	6	-	-
Espera y recepción (salas)	8	4	-	-
Estudios fotográficos	-	2,5	-	-
Exposiciones (Salas de)	8	4	-	-
Fiestas (salas de)	15	15	-	-
Fisioterapia (salas de)	10	1,5	-	-
Gimnasios	12	4	-	-
Gradas de recintos deportivos	8	12	-	-
Grandes almacenes <sup>14</sup>	8	2	-	-
Habitaciones de hotel	-	-	15	-
Habitaciones de hospital	15	-	-	-
Imprentas, reproducción y planos	-	2,5	-	-
Juegos (salas de)	12	10	-	-
Laboratorios <sup>6</sup>	10	3	-	-
Lavanderías industriales <sup>1 y 3</sup>	15	5	-	-
Vestíbulos	10	15	-	-
Oficinas	10	1	-	-
Paseos de centros comerciales	-	1	-	-
Pasillos <sup>15</sup>	-	-	-	-
Piscinas <sup>7</sup>	-	2,5	-	-
Quirófanos y anexos <sup>8</sup>	15	3	-	-
Reuniones (salas de)	10	5	-	-
Salas de curas	12	2	-	-
Salas de recuperación	10	1,5	-	-
Supermercados <sup>14</sup>	8	1,5	-	-
Talleres				
- en general	30	3	-	-
- en centros docentes	10	3	-	-
- de reparación automática <sup>5</sup>	-	7,5	-	-
Templos para el culto	8	-	-	-
Tiendas:				
- en general	10	0,75	-	-
- de animales <sup>8</sup>	-	5	-	-
- especiales <sup>10</sup>	-	2	-	-

**Ilustración 141.** Caudal de aire de ventilación exterior, en l/s



### III.2.9. CALOR LATENTE B1 – AIRE DE INFILTRACIONES

Este calor es debido al aire de infiltraciones. Se calcula según la siguiente expresión.

$$\dot{Q}_{LI} = 0,83 \cdot \dot{V}_i \cdot (\omega_e - \omega_i)$$

$\dot{Q}_{SV}$	Calor sensible debido al aire exterior infiltrado por puertas [W]
0,83	Producto de la densidad del aire por la entalpía de vaporización
$\dot{V}_i$	Volumen de aire infiltrado al local [ $m^3/h$ ]
$\omega_e - \omega_i$	Diferencia entre la humedad específica exterior e interior

Los cálculos para el caso en estudio se muestran en las siguientes tablas de Excel

**Tabla 69 - Cálculo del volumen de aire de infiltraciones al local**

	PLANTA BAJA	PLANTA ALTA	NAVE INDUSTRIAL	
caudal de infiltraciones unitario por persona y puerta	10,2	10,2	10,2	m3/h
nº personas	20	40	25	
nº puertas entre zonas climatizadas-no climatizadas	3	5	17	
<b>VOLUMEN DE AIRE DE INFILTRACIÓN AL LOCAL TOTAL</b>	612	2040	4335	m3/h

**Tabla 70 - Cálculos de la carga latente B1 – aire de ventilación, en zona de oficinas**

ZONA DE OFICINAS				
VARIABLE		PLANTA BAJA	PLANTA ALTA	UNIDAD
PRODUCTO DENSIDAD AIRE Y ENTALPIA VAPORIZACIÓN MEDIA	0,83	0,83	0,83	
VOLUMEN DE AIRE DE INFILTRACIÓN AL LOCAL	$V_i$	612	2040	m3/h
HUMEDAD ESPECÍFICA ZONA NO CLIMATIZADA	$w_e$	10,5	10,5	
HUMEDAD ESPECÍFICA ZONA CLIMATIZADA	$w_i$	9,8	9,8	
CALOR LATENTE DEBIDO AL AIRE DE INFILTRACIONES		355,6	1185,2	W
		1540,8		W

**Tabla 71 - Cálculos de la carga latente B1 – aire de ventilación, en nave de producción**

NAVE INDUSTRIAL Y SALA DE MÁQUINAS			
VARIABLE		VALOR	UNIDAD
PRODUCTO DENSIDAD AIRE Y ENTALPIA VAPORIZACIÓN MEDIA	0,83	0,83	
VOLUMEN DE AIRE DE INFILTRACIÓN AL LOCAL	$V_i$	4335	m3/h
HUMEDAD ESPECÍFICA ZONA NO CLIMATIZADA	$w_e$	10,5	g/kg
HUMEDAD ESPECÍFICA ZONA CLIMATIZADA	$w_i$	9,8	g/kg
CALOR LATENTE DEBIDO AL AIRE DE INFILTRACIONES		2.518,6	W



### III.2.10. CALOR LATENTE B2 – GENERADO POR LAS PERSONAS DEL LOCAL

Este calor es debido a las personas del local. Se calcula según la siguiente expresión.

$$\dot{Q}_{SP} = VALOR_{TABLA} \cdot N_{Personas}$$

$\dot{Q}_{SP}$  Calor sensible generado por las personas del local [W]

VALOR Valor unitario de calor generado por persona [W]

Los cálculos para el caso en estudio se muestran en las siguientes tablas de Excel

**Tabla 72** - Cálculos de la carga latente B2 – por ocupación, en zona de oficinas

ZONA DE OFICINAS				
VARIABLE		PLANTA BAJA	PLANTA ALTA	UNIDAD
VALOR TABLA CALOR EMITIDO POR PERSONAS	VALOR	47	47	
Nº PERSONAS	V <sub>i</sub>	20	40	
CALOR LATENTE GENERADO POR LAS PERSONAS		940	1880	W
		2820		W

**Tabla 73** - Cálculos de la carga latente B2 – por ocupación, en la nave industrial

NAVE INDUSTRIAL Y SALA DE MÁQUINAS			
VARIABLE		PLANTA BAJA	UNIDAD
VALOR TABLA CALOR EMITIDO POR PERSONAS	VALOR	134	
Nº PERSONAS	V <sub>i</sub>	25	
CALOR LATENTE GENERADO POR LAS PERSONAS		3350	W

### III.2.11. CALOR LATENTE B3 – GENERADO POR EQUIPOS Y OTRAS MÁQUINAS

Este calor es debido a equipos y otras máquinas. En el presente proyecto no aplica.



### III.2.12. CALOR LATENTE B4 – GENERADO AIRE DE VENTILACIÓN

Este calor es debido al aire de ventilación, se calcula de la siguiente manera.

**Tabla 74.** Cálculo del volumen de aire de infiltraciones al local.

	PLANTA BAJA	PLANTA ALTA	NAVE INDUSTRIAL	
caudal de infiltraciones unitario por persona y	10	10	30	l/s
nº personas	20	40	25	
<b>VOLUMEN DE AIRE DE INFILTRACIÓN AL LOCAL TOTAL</b>	<b>720</b>	<b>1.440</b>	<b>2.700</b>	m3/h

**Tabla 75 -** Cálculos de la carga latente B4 – por aire de ventilación, en zona de oficinas

ZONA DE OFICINAS				
VARIABLE		PLANTA BAJA	PLANTA ALTA	UNIDAD
DENSIDAD DEL AIRE	<b>1,2</b>	1,2	1,2	
VOLUMEN DE AIRE DE INFILTRACIÓN AL LOCAL	<b>V<sub>i</sub></b>	720	1440	m3/h
FACTOR DE BYPASS O RENDIMIENTO BATERIA	<b>f</b>	0,15	0,15	
HUMEDAD ESPECÍFICA ZONA NO CLIMATIZADA	<b>w<sub>e</sub></b>	10,5	10,5	g/kg
HUMEDAD EPECÍFICA ZONA CLIMATIZADA	<b>w<sub>i</sub></b>	9,8	9,8	g/kg
<b>CALOR LATENTE DEBIDO AL AIRE DE VENTILACIÓN</b>		90,72	181,44	W
		<b>272,16</b>		W

**Tabla 76 -** Cálculos de la carga latente B4 – por aire de ventilación, en zona de oficinas

NAVE INDUSTRIAL Y SALA DE MÁQUINAS			
VARIABLE		PLANTA BAJA	UNIDAD
DENSIDAD DEL AIRE	<b>0,83</b>	0,83	
VOLUMEN DE AIRE DE VENTILACIÓN AL LOCAL	<b>V<sub>v</sub></b>	2700	m3/h
FACTOR DE BYPASS O RENDIMIENTO BATERIA	<b>f</b>	0,15	
HUMEDAD ESPECÍFICA ZONA NO CLIMATIZADA	<b>w<sub>e</sub></b>	10,5	g/kg
HUMEDAD EPECÍFICA ZONA CLIMATIZADA	<b>w<sub>i</sub></b>	9,8	g/kg
<b>CALOR LATENTE DEBIDO AL AIRE DE VENTILACIÓN</b>		<b>235,31</b>	W



### III.2.12. RESUMEN DE LAS CARGAS TÉRMICAS

**Tabla 77** - Resumen de las cargas térmicas en la zona de oficinas

<b>OFICINAS</b>		
<b>CARGA TERMICA SENSIBLE</b>		<b>W</b>
A1	VENTANAS	524,4
A2	PAREDES Y TECHOS EXTERIORES	7.520,2
A3	PAREDES INTERIORES	1.617,3
A4	AIRE INFILTRADO	5.304,0
A5	POR OCUPACIÓN DE PERSONAS	4.200,0
A6	ILUMINACIÓN	417,6
A7	EQUIPOS Y OTRAS MÁQUINAS	11.850,0
A8	AIRE PROCEDENTE DEL EXTERIOR	648,0
<b>TOTAL CARGA SENSIBLE</b>		<b>32.081,5</b>
<b>CARGA TERMICA LATENTE</b>		<b>W</b>
B1	AIRE DE INFILTRACIONES	1.540,8
B2	POR OCUPACIÓN DE PERSONAS	2.820,0
B3	EQUIPOS Y OTRAS MÁQUINAS	0,0
B4	AIRE DE VENTILACIÓN	272,2
<b>TOTAL CARGA LATENTE</b>		<b>4.633,0</b>
<b>CARGA TÉRMICA TOTAL</b>		<b>36.714,4</b>

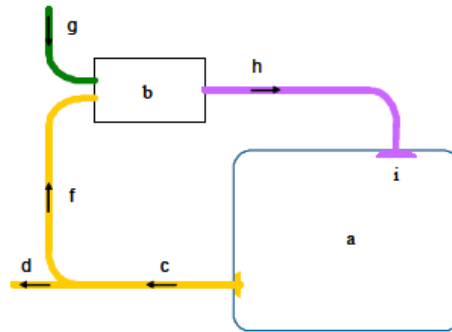
**Tabla 78** - Resumen de las cargas térmicas en la nave de producción

<b>SALA MÁQUINAS Y NAVE DE PRODUCCIÓN</b>		
<b>CARGA TERMICA SENSIBLE</b>		<b>W</b>
A1	VENTANAS	7.105,5
A2	PAREDES Y TECHOS EXTERIORES	114.935,3
A3	PAREDES INTERIORES	0,0
A4	AIRE INFILTRADO	5.100,0
A5	POR OCUPACIÓN DE PERSONAS	2.175,0
A6	ILUMINACIÓN	7.000,0
A7	EQUIPOS Y OTRAS MÁQUINAS	44.000,0
A8	AIRE PROCEDENTE DEL EXTERIOR	1.080,0
<b>TOTAL CARGA SENSIBLE</b>		<b>181.395,8</b>
<b>CARGA TERMICA LATENTE</b>		<b>W</b>
B1	AIRE DE INFILTRACIONES	2.518,6
B2	POR OCUPACIÓN DE PERSONAS	3.350,0
B3	EQUIPOS Y OTRAS MÁQUINAS	0,0
B4	AIRE DE VENTILACIÓN	235,3
<b>TOTAL CARGA LATENTE</b>		<b>6.103,9</b>
<b>CARGA TÉRMICA TOTAL</b>		<b>187.499,7</b>



### III.3. CICLO DE ACONDICIONAMIENTO DEL AIRE

El ciclo básico de acondicionamiento de aire se compone de distintos procesos psicrométricos que se realizan con el aire. Estos procesos tienen como objetivo contrarrestar las cargas térmicas del local y mantener en el local unas condiciones de confort determinadas. Los procesos psicrométricos del aire se caracterizan mediante rectas de maniobra. El análisis del ciclo y sus procesos se realiza mediante el diagrama psicrométrico como herramienta básica para el análisis del ciclo.



**Ilustración 142.** *Ciclo real de acondicionamiento de aire*

<i>a</i>	<i>Local</i>
<i>b</i>	<i>Unidad de tratamiento de aire</i>
<i>c</i>	<i>Aire de retorno</i>
<i>d</i>	<i>Aire de expulsión</i>
<i>f</i>	<i>Aire de recirculación</i>
<i>g</i>	<i>Aire de impulsión</i>
<i>h</i>	<i>Aire de impulsión</i>
<i>i</i>	<i>Elemento terminal</i>

El local, (a) que se va climatizar, recibe aire de impulsión (h) de una unidad de tratamiento de aire, UTA, (b). El aire tratado se impulsa al local por el conducto de impulsión (h). El aire entra al local mediante el elemento terminal de difusión (i) y contrarresta la carga térmica sensible y latente del local.

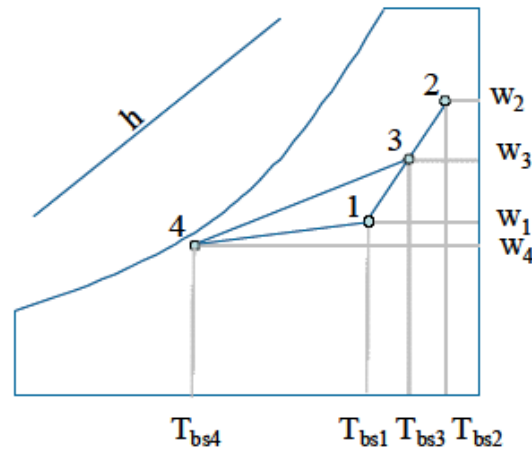
Por ejemplo, en verano, el aire entra a menor temperatura seca que la del local y contrarresta la carga sensible del local. En verano, el aire entra con una humedad absoluta inferior a la del local y contrarresta la carga latente del local.

Este equilibrio entre la carga sensible y latente del local y el aire que entra al mismo, permite mantener de manera constante una temperatura seca y una humedad en el local en las condiciones deseadas.

El aire del local es extraído mediante una rejilla de retorno por el conducto de retorno (c). Una parte del aire extraído se envía al exterior (d). El resto se recircula (f) y se lleva hasta la UTA.



La UTA también recibe aire del exterior (g) para cumplir los requerimientos de la normativa y mantener una aceptable calidad del aire en el interior del local. La UTA mezcla el aire de recirculación (f) con el aire exterior (g) y realiza el tratamiento del aire.



**Ilustración 143.** Representación del ciclo básico de acondicionamiento de aire

El aire del local se encuentra en el estado 1. Este aire se lleva a la UTA mediante el conducto de retorno 1, donde es aspirado por el ventilador de retorno. Parte del aire se envía al exterior desde la caja de mezcla.

El resto del aire circula por la caja de mezcla y se mezcla con el aire que viene del exterior, 2. El aire de mezcla, 3, sale de la caja de mezcla y es filtrado y tratado. En condición de verano el aire es enfriado y deshumidificado.

El aire tratado, 4, es impulsado al local mediante el ventilador de impulsión. El aire es conducido al local por el conducto de impulsión, 4, y entra al local mediante el elemento de terminal de difusión. El aire impulsado que entra al local, 4, contrarresta la carga sensible y latente y evoluciona hasta el estado 1.

A continuación se describen las ecuaciones empleadas para realizar el cálculo del ciclo de acondicionamiento de aire.

- **Recta de factor de calor sensible efectivo:** relaciona las cargas sensibles efectivas con la suma de las cargas sensibles y latentes efectivas.

$$f_{SE} = \frac{\dot{Q}_{SE}}{\dot{Q}_{SE} + \dot{Q}_{LE}}$$



### III.4. DIMENSIONADO DEL EQUIPO DE ACONDICIONAMIENTO DE AIRE

El dimensionado del equipo de acondicionamiento de aire puede realizarse por varios métodos. A continuación se presenta un método fácil, para determinar los parámetros de funcionamiento del ciclo de acondicionamiento de aire y definir la potencia y caudal de aire de la unidad acondicionadora de aire.

- **Factor de bypass:** porcentaje de aire que pasa por la batería del equipo acondicionador sin sufrir cambio alguno. Depende de las características físicas de cada batería y de las condiciones de funcionamiento de la misma: superficie de intercambio número de tubos y separación entre aletas, así como de la velocidad de la corriente de aire o tiempo de contacto

$$f = \frac{(T_{bs4} - T_{bsr})}{(T_{bs4} - T_{bsr})}$$

- **Volumen de aire tratado:** Es el volumen de aire necesario para compensar las cargas sensibles y latentes efectivas así como las debidas al ventilador y a los conductos de distribución del aire.

$$V_3 = \frac{\dot{Q}_{SE}}{0,33 \cdot (1 - f) \cdot (T_1 - T_r)}$$

- **Temperatura de entrada y salida del aire de la unidad acondicionadora:** La temperatura de entrada de aire en el aparato acondicionador queda definida por el estado 3 en el diagrama psicrométrico

$$T_3 = \frac{T_1 \cdot \dot{V}_1 + T_2 \cdot \dot{V}_2}{\dot{V}_3}$$

$$T_4 = T_r + f \cdot (T_3 - T_r)$$

- **Potencia frigorífica de la unidad acondicionadora:** La potencia frigorífica de la unidad acondicionadora viene dada por el volumen de aire a tratar  $V_3$ , así como por la diferencia de entalpías del aire a la entrada y el aire a la salida de la unidad acondicionadora.

$$\dot{W} = 0,33 \cdot \dot{V}_3 \cdot (h_3 - h_4)$$



**Tabla 79** – Resumen de los cálculos de la potencia frigorífica necesaria para la zona de oficinas

<b>OFICINAS</b>		
VARIABLE		unidad
CARGA SENSIBLE TOTAL	32.081	w
CARGA LATENTE TOTAL	4.633	w
FACTOR DE CALOR SENSIBLE	0,8738	
TEMPERATURA DE ROCIO	9,5	°C
w <sub>r</sub> - HUMEDAD RELATIVA DE ROCÍO	7,5	g/kg
FACTOR DE BYPASS	0,15	
T1 - TEMPERATURA INTERIOR LOCAL	24	°C
V1 - VOLUMEN DE AIRE DE RETORNO	2160	m <sup>3</sup> /h
w1 - HUMEDAD RELATIVA INTERIOR	0,855	g/kg
T2 - TEMPERATURA EXTERIOR LOCAL	38,9	°C
V2 - VOLUMEN DE AIRE EXTERIOR	2652	m <sup>3</sup> /h
w2 - HUMEDAD RELATIVA EXTERIOR	0,9099	g/kg
T3 - TEMPERATURA IMPULSIÓN UTA	19,7	°C
T4 - TEMPERATURA RETORNO AIRE UTA	11,02	°C
V3 - VOLUMEN DE AIRE TRATATO POR UTA	7.887,8	m <sup>3</sup> /h
w3 - HUMEDAD RELATIVA	13,3130	g/kg
w4 - HUMEDAD RELATIVA	8,37195	g/kg
h3 - ENTALPIA T3	45,0	kJ/Kg
h4 - ENTALPIA T4	30,0	kJ/Kg
<b>POTENCIA FRIGORÍFICA</b>	<b>39.044,4</b>	<b>W</b>



**Tabla 80 - Resumen de los cálculos de la potencia frigorífica necesaria para la nave industrial**

<b>NAVE INDUSTRIAL</b>		
VARIABLE		unidad
CARGA SENSIBLE TOTAL	181.396	w
CARGA LATENTE TOTAL	6.104	w
FACTOR DE CALOR SENSIBLE	0,9674	
TEMPERATURA DE ROCIO	11	°C
w <sub>r</sub> - HUMEDAD RELATIVA DE ROCÍO	8,5	g/kg
FACTOR DE BYPASS	0,15	
T1 - TEMPERATURA INTERIOR LOCAL	24	°C
V1 - VOLUMEN DE AIRE DE RETORNO	2700	m <sup>3</sup> /h
w1 - HUMEDAD RELATIVA INTERIOR	9	g/kg
T2 - TEMPERATURA EXTERIOR LOCAL	38,9	°C
V2 - VOLUMEN DE AIRE EXTERIOR	4335	m <sup>3</sup> /h
w2 - HUMEDAD RELATIVA EXTERIOR	12	g/kg
T3 - TEMPERATURA IMPULSIÓN UTA	4,7	°C
T4 - TEMPERATURA RETORNO AIRE UTA	10,05	°C
V3 - VOLUMEN DE AIRE TRATATO POR UTA	49.745,2	m <sup>3</sup> /h
w3 - HUMEDAD RELATIVA	3,8784	g/kg
w4 - HUMEDAD RELATIVA	7,80676	g/kg
ENTALPIA T3	41,0	kJ/Kg
ENTALPIA T4	26,0	kJ/Kg
<b>POTENCIA FRIGORÍFICA</b>	<b>246.238,6</b>	<b>W</b>



Código	Modelo	Potencia motor (kW)	Caudal (m³/h)	Presión disponible (Pa)	Potencia (kW)		Precio
					Frío	Calor	
CL50326	BRC/CL-30 A07	1,5	3.000	150	16,6	-	6.025 €
CL50327	BRC/CL-50 A07	2,2	5.000	150	27,7	-	6.867 €
CL50328	BRC/CL-70 A07	3	7.000	150	38,8	-	7.911 €
CL50329	BRC/CL-90 A07	4	9.000	150	49,8	-	8.822 €
CL50330	BRC/CL-110 A07	5,5	11.000	150	60,9	-	9.899 €
CL50331	BRC/CL-130 A07	5,5	13.000	150	72	-	11.207 €
CL50332	BRC/CL-150 A07	5,5	15.000	150	83,1	-	11.880 €
CL50333	BRC/CL-30 B07	1,5	3.000	200	-	15,7	5.400 €
CL50334	BRC/CL-50 B07	2,2	5.000	200	-	26,1	6.131 €
CL50335	BRC/CL-70 B07	3	7.000	200	-	36,5	6.980 €
CL50336	BRC/CL-90 B07	4	9.000	200	-	47	7.778 €
CL50337	BRC/CL-110 B07	5,5	11.000	200	-	57,4	8.666 €
CL50338	BRC/CL-130 B07	5,5	13.000	200	-	67,9	9.871 €
CL50339	BRC/CL-150 B07	5,5	15.000	200	-	78,3	9.893 €
CL50340	BRC/CL-30 C07	1,5	3.000	150	16,6	15,7	6.640 €
CL50341	BRC/CL-50 C07	2,2	5.000	150	27,7	26,1	7.565 €
CL50342	BRC/CL-70 C07	3	7.000	150	38,8	36,5	8.739 €
CL50343	BRC/CL-90 C07	4	9.000	150	49,8	47	9.732 €
CL50344	BRC/CL-110 C07	5,5	11.000	150	60,9	57,4	10.939 €
CL50345	BRC/CL-130 C07	5,5	13.000	150	72	67,9	12.325 €
CL50346	BRC/CL-150 C07	5,5	15.000	150	83,1	78,3	13.073 €
CL50347	BRC/CL-30 A08	0,75x2	3.000	150	16,6	-	5.818 €
CL50348	BRC/CL-50 A08	1,5x2	5.000	150	27,7	-	6.838 €
CL50349	BRC/CL-70 A08	2,2x2	7.000	150	38,8	-	7.730 €
CL50350	BRC/CL-90 A08	2,2x2	9.000	150	49,8	-	8.470 €
CL50351	BRC/CL-110 A08	3x2	11.000	150	60,9	-	9.303 €
CL50352	BRC/CL-130 A08	3x2	13.000	150	72	-	11.130 €
CL50353	BRC/CL-150 A08	5,5x2	15.000	150	83,1	-	11.962 €
CL50354	BRC/CL-30 B08	0,75x2	3.000	200	-	15,7	5.446 €
CL50355	BRC/CL-50 B08	1,5x2	5.000	200	-	26,1	6.347 €
CL50356	BRC/CL-70 B08	2,2x2	7.000	200	-	36,5	7.052 €
CL50357	BRC/CL-90 B08	2,2x2	9.000	200	-	47	7.681 €
CL50358	BRC/CL-110 B08	3x2	11.000	200	-	57,4	8.324 €
CL50359	BRC/CL-130 B08	3x2	13.000	200	-	67,9	10.047 €
CL50360	BRC/CL-150 B08	5,5x2	15.000	200	-	78,3	10.070 €
CL50361	BRC/CL-30 C08	0,75x2	3.000	150	16,6	15,7	6.181 €
CL50362	BRC/CL-50 C08	1,5x2	5.000	150	27,7	26,1	7.287 €
CL50363	BRC/CL-70 C08	2,2x2	7.000	150	38,8	36,5	8.306 €
CL50364	BRC/CL-90 C08	2,2x2	9.000	150	49,8	47	9.128 €

**Ilustración 144.** Datos técnicos climatizador zona oficinas

C 08	Altura (H)	Fondo (F)	Ancho (A)
BRC/CL-30	750	3550	900
BRC/CL-50	890	3850	1150
BRC/CL-70	1020	4050	1200
BRC/CL-90	1120	4550	1350
BRC/CL-110	1360	4950	1300
BRC/CL-130	1380	5350	1500
BRC/CL-150	1380	5550	1700

**Ilustración 145.** Dimensiones climatizador zona oficinas



Modelo KCR			0020	0030	0039	1044	1050	2060	3080	4100	5140	5170
Versión Solo frío (R)												
Refrigeración	Potencia frigorífica (1)	kW	20.0	27.7	38.9	47.8	57.0	81.8	92.4	111.8	156.7	188.6
		TR	6	8	11.5	14	16.5	23.5	26.5	32	45	54
		kBTU/h	68	94	133	163	195	279	315	381	535	644
	Potencia absorbida (2)	kW	5.7	8.0	10.9	12.7	15.1	17.4	21.4	29.9	42.5	57.9
	EER (3)	W/W	3.4	3.4	3.5	3.7	3.7	4.6	4.2	3.6	3.6	3.2
		BTU/(W*h)	12.0	11.9	12.1	12.9	12.9	16.0	14.8	12.8	12.6	11.1
	SEER (4)		4.1	4.4	4.7	4.8	4.9	6.0	5.7	5.4	5.2	4.7
	η <sub>s,c</sub> (5)		162%	171%	184%	190%	194%	235%	226%	211%	203%	184%
Versión Bomba de calor (I)												
Modo Refrigeración	Potencia frigorífica (1)	kW	19.9	27.5	38.4	47.6	55.9	72.8	88.3	105.5	151.2	179.7
	Potencia absorbida (2)	kW	5.7	8.0	10.9	13.2	15.4	17.5	21.3	30.0	47.4	57.7
	EER (3)	W/W	3.4	3.4	3.5	3.5	3.5	4.1	4.1	3.4	3.1	3.0
	SEER (4)		4.1	4.3	4.7	4.6	4.7	5.3	5.5	5.1	4.4	4.5
	η <sub>s,c</sub> (5)		161%	169%	183%	182%	186%	210%	217%	199%	174%	176%
Modo Calefacción	Potencia calorífica (7)	kW	19.8	28.0	41.2	46.7	55.6	71.4	84.8	104.6	149.5	183.9
	Potencia absorbida (2)	kW	5.2	7.4	10.8	11.6	14.6	17.1	21.0	29.9	42.9	54.0
	COP (3)	W/W	4.1	4.1	4.1	4.4	4.2	4.5	4.4	3.9	3.8	3.7
	SCOP clima medio (4)		3.5	3.5	3.8	3.7	3.6	4.0	4.0	3.5	3.4	3.3
	η <sub>s,h</sub> clima medio (5)		135%	137%	147%	146%	141%	157%	158%	136%	131%	128%
Características técnicas												
Alimentación eléctrica			400V / III / 50HZ con neutro									
Círculo Frigorífico	Fluido Frigorífico / GWP	kg CO <sub>2</sub>	R410A / 2088									
	Tipo de compresor		Compresor Inverter									
	Nº circuitos / Nº compresores		1/1	1/1	1/1	1/1	1/1	2/2	2/2	2/2	2/2	2/2
	Control etapas de potencia		Control Modulante 25 - 100%					Control Modulante 12.5 - 100%				
Ventilador interior	Caudal de aire de impulsión	m³/h	3700	5100	6800	8400	8800	10300	13300	17700	23500	28600
	Presión disponible nominal	Pa	80	100	100	100	100	120	120	150	150	150
	Tipo de ventilador		Plug-fan EC									
	Número de ventiladores		1	1	1	1	1	2	2	2	3	4
Ventilador exterior	Potencia absorbida	kW	0.37	0.47	0.64	1.03	1.23	1.35	1.77	2.99	3.30	4.32
	Caudal de aire exterior	m³/h	20000	20000	20000	20000	20000	40000	40000	40000	80000	80000
	Nº x Tipo de ventilador		1 x Axial 800 EC					2 x Axial 800 EC			4 x Axial 800 EC	
	Presión sonora equipo Lp10 (8)	dB(A)	51	57	62	58	59	58	59	59	63	62
Peso			520	565	616	716	769	1129	1271	1638	2334	2399

**Ilustración 146. Características técnicas del climatizador zona nave industrial**

Modelos KWE			2030	2035	2039	2045	2030	2035	2039	2045
Versión Solo frío (R)										
Refrigeración	Potencia frigorífica (1)	kW	28.7	32.7	37.7	42.9	28.7	32.7	37.7	42.9
		TR	8.5	9.5	11	12.5	8.5	9.5	11	12.5
		kBTU/h	97.9	111.6	128.6	146.4	97.9	111.6	128.6	146.4
	Potencia absorbida (2)	kW	9.1	10.8	12.1	13.3	9.1	10.8	12.1	13.3
	EER (3)	W/W	3.1	3.0	3.1	3.2	3.1	3.0	3.1	3.2
		BTU/(W*h)	10.7	10.3	10.6	11.0	10.7	10.3	10.6	11.0
	ESEER (3)		4.2	4.1	4.1	4.2	4.2	4.1	4.1	4.2
	SEER (4)		4.0	4.0	4.0	4.1	4.6	4.7	4.3	4.5
	η <sub>s,c</sub> (5)		154%	153%	152%	158%	175%	179%	163%	172%
	SEPR (7°C) (6)		5.0	5.0	5.0	5.2	5.5	5.6	5.3	5.5
	SEPR (-8°C) (6)		3.1	3.1	3.1	3.2	3.6	3.7	3.3	3.6
	IPLV (7)	kW/TR	0.72	0.72	0.74	0.72	0.66	0.65	0.73	0.68
Versión Bomba de calor (I)										
Modo Refrigeración	Potencia frigorífica (1)	kW	27.8	31.7	36.5	41.6	27.8	31.7	36.5	41.6
	Potencia absorbida (2)	kW	9.3	11.0	12.3	13.5	9.3	11.0	12.3	13.5
	EER (3)	W/W	3.0	2.9	3.0	3.1	3.0	2.9	3.0	3.1
	ESEER (3)		4.2	4.1	4.1	4.1	4.2	4.1	4.1	4.1
	SEER (4)		3.9	3.8	3.9	4.0	4.4	4.5	4.1	4.3
	η <sub>s,c</sub> (5)		147%	146%	146%	151%	168%	172%	157%	166%
	SEPR (7°C) (6)		4.9	4.8	4.9	5.0	5.4	5.4	5.1	5.3
	SEPR (-8°C) (6)		2.9	2.9	2.9	3.1	3.4	3.5	3.2	3.4
	IPLV (7)	kW/TR	0.75	0.76	0.78	0.76	0.69	0.67	0.75	0.71
		BTU/(W*h)	15.8	15.7	15.4	15.8	17.0	17.2	15.8	16.6
Modo Calefacción	Potencia calorífica (8)	kW	33.2	38.3	42.1	47.8	33.2	38.3	42.1	47.8
	Potencia absorbida (2)	kW	9.0	10.7	12.0	13.1	9.0	10.7	12.0	13.1
	COP (3)	W/W	3.7	3.6	3.5	3.6	3.7	3.6	3.5	3.6
	SCOP clima cálido (4)		3.9	3.8	3.7	3.8	4.4	4.3	4.1	3.9
	η <sub>s,h</sub> clima cálido (5)		148%	145%	140%	145%	166%	165%	157%	149%
	η <sub>s,h</sub> clima medio con vent. EC (5)		123%	120%	124%	128%	136%	133%	136%	131%

**Ilustración 147. Datos técnicos enfriadora de agua zona oficinas**



**Características técnicas**

Alimentación eléctrica			400V / III / 50HZ con neutro							
			R410A / 2088							
Circuito Frigorífico	Fluido Frigorífico / GWP	Kg CO <sub>2</sub>	Hermético Scroll en single (opcional)				Hermético Scroll en tándem (estándar)			
	Tipo de compresor		1/1	1/1	1/1	1/1	1/2	1/2	1/2	1/2
	Nº circuitos / compresores		1	1	1	1	2	2	2	2
	Nº etapas de potencia		1	1	1	1	2	2	2	2
Circuito hidráulico	Caudal de agua	m³/h	4.9	5.6	6.5	7.4	4.9	5.6	6.5	7.4
	Tipo de intercambiador		Placas soldadas de acero inoxidable							
	Conexiones hidráulicas		1 1/2"	1 1/2"	1 1/2"	1 1/2"	1 1/2"	1 1/2"	1 1/2"	1 1/2"
	Capacidad Depósito inercia-vers. H	litros	150							
Ventilador exterior	Caudal de aire exterior	m³/h	14000	14000	19500	19500	14000	14000	19500	19500
	Nº x Tipo de ventilador		1 x Axial 800 AC							
	Velocidad del ventilador	rpm	660/480	660/480	900/700	900/700	660/480	660/480	900/700	900/700
Nivel Sonoro	Presión sonora equipo (Lp10) (9)	dB(A)	44.4	45.7	46.9	48.4	44.4	45.7	46.9	48.4
Pesos	Peso en vacío	kg	343	345	360	415	343	345	360	415
	Peso en servicio	kg	356	358.5	374	431	356	358.5	374	431

**Ilustración 148. Características técnicas de la enfriadora de agua zona oficinas**

RSW			92	107	152	190	240	300	350	399	525
Gasto calorífico sobre P.C.I	Min	kW	64,3	75	107,3	147,4	170,9	209,5	277,5	364,5	417
	Máx	kW	99,5	116	165	206	261	326	378	432	567
Potencia útil	Min	kW	60	70	100	137	160	196	228	260	341
	Máx	kW	92	107	152	190	240	300	350	399	525
Rendimiento útil	100% Pot. máx.		92,48	92,00	92,30	91,95	92,25	92,05	92,51	92,30	92,50
	30% Pot. máx.		93,95	93,65	94,50	93,46	94,24	94,12	95,50	94,19	94,15
Capacidad total de la caldera		litros	121	121	186	186	232	304	362	337	405
Pérdidas de carga	10°C ΔT	mbar	8	11	20	12	17	40	48	43	40
lado de agua	15°C ΔT	mbar	4	6	12	7	10	17	23	31	22
	20°C ΔT	mbar	2	2,5	5	3	4	9	13	16	12
Pérdidas de carga lado de humos		mbar	0,5	0,7	1,2	1,2	2,3	3,3	3,5	4,4	4,3
Presión máxima de ejercicio		bar	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Peso en seco		kg	260	260	350	350	440	480	550	590	860
Conexiones	T1-T2 UNI 2278 PN16 DN	2"	2"	2"1/2	2"1/2	2"1/2	2"1/2	2"1/2	2"1/2	2"1/2	80
	T3	DN	1"1/2	1"1/2	1"1/2	1"1/2	1"1/2	1"1/2	1"1/2	1"1/2	2"
	T4	DN	3/4"	3/4"	3/4"	3/4"	3/4"	3/4"	3/4"	3/4"	3/4"
	T5	Øext.mm	200	200	220	220	220	220	220	220	250
Medidas	A	mm	800	800	800	800	800	940	940	940	1050
	B	mm	772	772	1022	1022	1272	1272	1522	1522	1534
	C	mm	860	860	915	915	915	1035	1035	1035	1185
	D	mm	162	162	162	162	162	162	162	162	162
	E	mm	238	238	238	238	238	258	258	258	253
	F	mm	148	148	148	148	148	148	148	148	143
	G	mm	510	510	545	545	545	630	630	630	725
	H	mm	385	385	425	425	425	465	465	455	518
	I	mm	1158	1158	1408	1408	1658	1678	1928	1928	1930
	L	mm	160	160	165	165	165	185	185	170	205
	L1	mm	156	156	156	156	156	156	156	156	155
	M*	mm	925	925	980	980	980	1100	1100	1100	1250
	N	mm	152	152	172	172	222	222	222	222	228
	O	mm	150	150	230	230	330	330	380	380	380
	P	mm	250	250	350	350	450	450	600	600	600
	Q*	mm	750	750	750	750	750	890	890	890	1000
	R*	mm	740	740	990	990	1240	1240	1490	1490	1492
CÓDIGO			1A1000921	1A1001071	1A1001521	1A1001901	1A1002401	1A1003001	1A1003501	1A1003991	1A1005251

**Ilustración 149. Características técnicas de la caldera**



# ANEJO IV: CÁLCULO DE LA PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

EN este apartado se procede a la descripción de los procedimientos de cálculo empleados para realizar el diseño de la instalación de protección contra incendios de la nave industrial.

## IV.1. CÁLCULO DE LA CARGA DE FUEGO

Lo primero para poder realizar el cálculo del nivel de riesgo intrínseco es evaluar las actividades de las diferentes zonas para ello se hace uso de la TABLA 1.2, “VALORES DE DENSIDAD DE CARGA DE FUEGO MEDIA DE DIVERSOS PROCESOS INDUSTRIALES, DE ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS Y RIESGO DE ACTIVACIÓN ASOCIADO,  $R_a$ .” En esta tabla se determinan las actividades que se realizan en las diferentes zonas de la nave industrial. Cabe, destacar que existen zonas que no aportan carga de fuego y que no son consideradas en el análisis.

**Tabla 81** – Actividades realizadas en cada zona

ZONA DE INDUSTRIAL	ACTIVIDAD
<i>Zona de maquinaria y producción</i>	Máquinas
<i>Zona de transporte de material</i>	Máquinas
<i>Zona de operación para carga de bobinas</i>	NO PROCEDE
<i>Almacén de bobinas</i>	Cartón embreado
<i>Almacén de recortes</i>	Cartón
<i>Almacén de clichés y troqueles</i>	Pegamentos incombustibles
<i>Almacén de producto terminado</i>	Cartón ondulado
<i>Pasillos y otros espacios Nave</i>	NO PROCEDE
<i>Taller mecánico y de máquina montadora</i>	taller de reparación
<i>Almacén de recambios</i>	Aparatos eléctricos
<i>Sala de calderas</i>	Máquinas
<i>Sala de compresores</i>	Máquinas
<i>Cocina de colas</i>	Pegamentos combustibles
<i>Sala de recortes</i>	Máquinas
<i>Aseo Masculino</i>	NO PROCEDE
<i>Aseo Femenino</i>	NO PROCEDE
<i>Comedor del personal de fábrica</i>	NO PROCEDE
<i>Otros espacios</i>	NO PROCEDE



Para evaluar la carga de fuego se aplica: para actividades de producción, transformación, reparación o cualquier otra actividad similar, se emplea la siguiente fórmula:

$$Q_s = \frac{\sum_1^i q_{si} \cdot S_i \cdot C_i}{A} \cdot R_a \text{ [MJ/m}^2\text{]}$$

Donde:

- $Q_s$**  Es la densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, del sector o área de incendio, en MJ/m<sup>2</sup> o Mcal/m<sup>2</sup>.
- $q_{si}$**  Es densidad de carga de fuego de cada zona con proceso diferente según los distintos procesos que se realizan en el sector de incendio, en MJ/m<sup>2</sup> o Mcal/m<sup>2</sup>.
- $S_i$**  Superficie de cada zona con proceso diferente y densidad de carga de fuego, en m<sup>2</sup>.
- $C_i$**  Es el coeficiente adimensional que pondera el grado de peligrosidad (por la combustibilidad) de cada uno de los combustibles que existen en el sector de incendio.
- $R_a$**  Es el coeficiente adimensional que corrige el grado de peligrosidad (por la activación) inherente a la actividad industrial que se desarrolla en el sector de incendio, producción, montaje, transformación, reparación, almacenamiento, etc. Cuando existen varias actividades en el mismo sector, se tomará como factor de riesgo de activación el inherente a la actividad de mayor riesgo de activación, siempre que dicha actividad ocupe al menos el 10 por ciento de la superficie del sector o área de incendio.
- $A$**  Superficie construida de cada uno de los sectores o áreas de incendio, que componen el edificio industrial, en m<sup>2</sup>.

Para el caso de las actividades de almacenamiento:

$$Q_s = \frac{\sum_1^i q_{vi} \cdot C_i \cdot h_i \cdot S_i \cdot x}{A} \cdot R_a \text{ [MJ/m}^2\text{]}$$

Donde:

**$Q_s$ ,  $C_i$ ,  $R_a$ ,  $S_i$ ,  $A$**  Tienen el mismo significado que en el caso anterior.

- $q_{vi}$**  Es la carga de fuego, aportada por cada m<sup>3</sup> de cada zona con diferente tipo de almacenamiento existente en el sector de incendio, en MJ/m<sup>3</sup> o Mcal/m<sup>3</sup>.
- $h_i$**  Es la altura del almacenamiento de cada uno de los combustibles, en m.
- $x$**  Fracción del almacén que se considera ocupada.

Para los sectores considerados, nos encontramos con actividades tanto de producción como de almacenamiento por lo que la carga de fuego es la suma de las fórmulas anteriormente comentadas.



Los valores del coeficiente adimensional se obtienen de la tabla del Reglamento

VALORES DEL COEFICIENTE DE PELIGROSIDAD POR COMBUSTIBILIDAD, $C_i$		
ALTA	MEDIA	BAJA
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Líquidos clasificados como clase A en la ITC MIE-APQ1</li> <li>- Líquidos clasificados como subclase B<sub>1</sub>, en la ITC MIE-APQ1.</li> <li>- Sólidos capaces de iniciar su combustión a una temperatura inferior a 100 °C.</li> <li>- Productos que pueden formar mezclas explosivas con el aire a temperatura ambiente.</li> <li>- Productos que pueden iniciar combustión espontánea en el aire a temperatura ambiente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Líquidos clasificados como subclase B<sub>2</sub> en la ITC MIE-APQ1.</li> <li>- Líquidos clasificados como clase C en la ITC MIE-APQ1.</li> <li>- Sólidos que comienzan su ignición a una temperatura comprendida entre 100 °C y 200 °C.</li> <li>- Sólidos que emiten gases inflamables.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Líquidos clasificados como clase D en la ITC MIE-APQ1.</li> <li>- Sólidos que comienzan su ignición a una temperatura superior a 200 °C.</li> </ul>
$C_i = 1,60$	$C_i = 1,30$	$C_i = 1,00$

**Ilustración 150.** Tabla del grado de peligrosidad de los combustibles.

Finalmente tras la aplicación de las fórmulas y tablas mencionadas, las cargas de fuego de los dos sectores considerados son:

SECTOR	ZONA DE INDUSTRIAL	SUPERFICIE (m <sup>2</sup> )	ACTIVIDAD	FABRICACIÓN Y VENTA		ALMACÉN		ALTURA TECHO	% OCUPACIÓN ALMACÉN	R <sub>A</sub>
				q <sub>s</sub> MJ/m <sup>2</sup>	C <sub>i</sub>	q <sub>v</sub> MJ/m <sup>2</sup>	C <sub>i</sub>			
1	Zona de maquinaria y producción	4.165,17	Máquinas	200	1,3	NO PROCEDE	NO PROCEDE	NO PROCEDE	NO PROCEDE	1
	Zona de transporte de material	2.679,00	Máquinas	200	1,3	NO PROCEDE	NO PROCEDE	NO PROCEDE	NO PROCEDE	1
	Zona de operación para carga de bobinas	600,55	NO PROCEDE	NO PROCEDE	NO PROCEDE	NO PROCEDE	NO PROCEDE	NO PROCEDE	NO PROCEDE	NO PROCEDE
	Almacén de bobinas	1.659,54	Cartón embreado	NO PROCEDE	NO PROCEDE	2500	1,6	5	0,7	2
	Almacén de recortes	1.335,13	Cartón	NO PROCEDE	NO PROCEDE	4200	1,6	5	0,7	1,5
	Almacén de clichés y troqueles	446,81	Pegamentos incombustibles	NO PROCEDE	NO PROCEDE	3400	1,6	5	0,7	2
	Almacén de producto terminado	1.773,66	Cartón ondulado	NO PROCEDE	NO PROCEDE	1300	1,6	5	0,7	2
	Pasillos y otros espacios Nave	2.145,12	NO PROCEDE	NO PROCEDE	NO PROCEDE	NO PROCEDE	NO PROCEDE	NO PROCEDE	NO PROCEDE	NO PROCEDE
	DENSIDAD DE CARGA DE FUEGO, PONDERADA Y CORREGIDA DEL SECTOR 1 ( Q <sub>s</sub> )						12.908,67			MJ/m <sup>2</sup>

**Ilustración 151.** Carga de fuego sector 1



2	Taller mecánico y de máquina montadora	163,5	taller de reparación	400	1,3	NO PROCEDE	NO PROCEDE	NO PROCEDE		1
	Almacén de repuestos	74,5	Aparatos eléctricos	NO PROCEDE	NO PROCEDE	400	1,6	5	0,7	1
	Sala de calderas	108,5	máquinas	200	1,3	NO PROCEDE	NO PROCEDE	NO PROCEDE	NO PROCEDE	1
	Sala de compresores	111	máquinas	200	1,3	NO PROCEDE	NO PROCEDE	NO PROCEDE	NO PROCEDE	1
	Cocina de colas	104	Pegamentos combustibles	1000	1,3	NO PROCEDE	NO PROCEDE	NO PROCEDE	NO PROCEDE	1,5
	Sala de recortes	186	máquinas	200	1,3	NO PROCEDE	NO PROCEDE	NO PROCEDE	NO PROCEDE	1
	Aseo Masculino	23,5	NO PROCEDE	NO PROCEDE	NO PROCEDE	NO PROCEDE	NO PROCEDE	NO PROCEDE	NO PROCEDE	NO PROCEDE
	Aseo Femenino	11,5	NO PROCEDE	NO PROCEDE	NO PROCEDE	NO PROCEDE	NO PROCEDE	NO PROCEDE	NO PROCEDE	NO PROCEDE
	Comedor del personal de fábrica	32,5	NO PROCEDE	NO PROCEDE	NO PROCEDE	NO PROCEDE	NO PROCEDE	NO PROCEDE	NO PROCEDE	NO PROCEDE
	otros espacios	94,64	NO PROCEDE	NO PROCEDE	NO PROCEDE	NO PROCEDE	NO PROCEDE	NO PROCEDE	NO PROCEDE	NO PROCEDE
	DENSIDAD DE CARGA DE FUEGO, PONDERADA Y CORREGIDA DEL SECTOR 2 ( $Q_s$ )					657,97				MJ/m <sup>2</sup>

**Ilustración 152.** Carga de fuego sector 2

Cuando existen varias actividades en el mismo sector, se tomará como factor de riesgo de activación el inherente a la actividad de mayor riesgo de activación, siempre que dicha actividad ocupe al menos el 10 por ciento de la superficie del sector o área de incendio.

**Tabla 82** – Porcentaje de superficie de la Ra, empleada en fórmula

SECTOR	Ra	% sobre S	
1	2	32,17%	>10 % cumple
2	1,5	13,91%	> 10 % cumple

## IV.2. CÁLCULO DEL NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO

Para la determinación del nivel de riesgo intrínseco se aplica la siguiente tabla:

En la Tabla 83 – Nivel de riesgo intrínseco de cada sector de incendios, se muestra el nivel obtenido en cada uno de los sectores de estudio.

**Tabla 83** – Nivel de riesgo intrínseco de cada sector de incendios

SECTOR	CARGA DE FUEGO (MJ/m <sup>2</sup> )	NIVEL DE RIESGO
1	12.908,67	<b>ALTO 7</b>
2	657,97	<b>BAJO 2</b>

Para la determinación del nivel de riesgo mostrado, se hace uso de la siguiente tabla.



Nivel de riesgo intrínseco		Densidad de carga de fuego ponderada y corregida	
		Mcal/m <sup>2</sup>	MJ/m <sup>2</sup>
BAJO	1	$Q_s \leq 100$	$Q_s \leq 425$
	2	$100 < Q_s \leq 200$	$425 < Q_s \leq 850$
MEDIO	3	$200 < Q_s \leq 300$	$850 < Q_s \leq 1275$
	4	$300 < Q_s \leq 400$	$1275 < Q_s \leq 1700$
	5	$400 < Q_s \leq 800$	$1700 < Q_s \leq 3400$
ALTO	6	$800 < Q_s \leq 1600$	$3400 < Q_s \leq 6800$
	7	$1600 < Q_s \leq 3200$	$6800 < Q_s \leq 13600$
	8	$3200 < Q_s$	$13600 < Q_s$

**Ilustración 153.** Tabla de nivel de riesgo intrínseco según densidad de carga de fuego.

Para dar por válidos los sectores seleccionados hay que cumplir la tabla de superficie máxima admisible de cada sector de incendios según riesgo intrínseco del sector de incendio. A pesar de que el sector 1 no cumple la superficie puede aplicar la nota 4, del Reglamento de Protección contra incendios. En configuraciones de tipo C, si la actividad lo requiere, el sector de incendios puede tener cualquier superficie, siempre que todo el sector cuente con una instalación fija automática de extinción y la distancia a límites de parcelas con posibilidad de edificar en ellas sea superior a 10 m.

Riesgo intrínseco del sector de incendio	Configuración del establecimiento		
	TIPO A (m <sup>2</sup> )	TIPO B (m <sup>2</sup> )	TIPO C (m <sup>2</sup> )
BAJO	(1)-(2)-(3)	(2) (3) (5)	(3) (4)
	1 2000	6000	SIN LÍMITE
	2 1000	4000	6000
MEDIO	(2)-(3)	(2) (3)	(3) (4)
	3 500	3500	5000
	4 400	3000	4000
ALTO	5 300	2500	3500
	6 NO ADMITIDO	(3) 2000	(3)(4) 3000
	7 1500	1500	2500
8		NO ADMITIDO	2000

**Ilustración 154.** Tabla de Superficie máxima admisible de cada sector de incendio



Finalmente, se dan por válidos los dos sectores de incendio establecidos.

**Tabla 84** – Superficie máxima de los sectores establecidos

SECTOR	CARGA DE FUEGO (MJ/m <sup>2</sup> )	NIVEL DE RIESGO	SUPERFICIE MAXIMA ADMITIDA	SUPERFICIE SECTOR	¿SE ACEPTA?
1	12.908,67	<b>ALTO 7</b>	2.500	12.059	CUMPLE (4)
2	657,97	<b>BAJO 2</b>	6.000	748	CUMPLE

### IV.3. CÁLCULO LOS REQUISITOS CONSTRUCTIVOS

Para determinar la estabilidad al fuego y la resistencia al fuego de los materiales se debe cumplir la siguiente tabla.

**Tabla 85** – Tabla de la estabilidad al fuego de elementos estructurales portantes

NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO	TIPO A		TIPO B		TIPO C	
	Planta sótano	Planta sobre rasante	Planta sótano	Planta sobre rasante	Planta sótano	Planta sobre rasante
BAJO	R 120 (EF – 120)	R 90 (EF – 90)	R 90 (EF – 90)	R 60 (EF – 60)	R 60 (EF – 60)	R 30 (EF – 30)
MEDIO	NO ADMITIDO	R 120 (EF – 120)	R 120 (EF -120)	R 90 (EF – 90)	R 90 (EF – 90)	R 60 (EF – 60)
ALTO	NO ADMITIDO	NO ADMITIDO	R 180 (EF -180)	R 120 (EF -120)	R 120 (EF -120)	R 90 (EF – 90)

**Tabla 86** – Tabla de la resistencia al fuego de toda medianería o muro colindante con otro establecimiento.

	Sin función portante	Con función portante
Riesgo bajo:	EI 120	REI 120 (RF-120)
Riesgo medio:	EI 180	REI 180 (RF-180)
Riesgo alto:	EI 240	REI 240 (RF-240)



Para la aplicación de las exigencias relativas a la evacuación de los establecimientos industriales, se aplican las siguientes expresiones.

$$P = 1,10 p, \text{ cuando } p < 100.$$

$$P = 110 + 1,05 (p - 100), \text{ cuando } 100 < p < 200.$$

$$P = 215 + 1,03 (p - 200), \text{ cuando } 200 < p < 500.$$

$$P = 524 + 1,01 (p - 500), \text{ cuando } 500 < p.$$

**Ilustración 155.** *Expresiones para determinar la evacuación de los establecimientos industriales.*

#### IV.4. CÁLCULO DE LOS REQUISITOS DE LAS INSTALACIONES PCI

A continuación se describen las tablas, expresiones, fórmulas u otra información extraída del Reglamento de Protección contra incendios, relativa a los requisitos de las instalaciones de PCI.

Se instalarán hidrantes exteriores cuando se de alguno de los casos recogidos en la siguiente tabla.

Configuración de la zona de incendio	Superficie del sector o área de incendio (m <sup>2</sup> )	Riesgo Intrínseco		
		Bajo	Medio	
A	≥300 ≥1000	NO Sí*	Sí Sí	
B	≥1000 ≥2500 ≥3500	NO NO SÍ	NO SÍ SÍ	SÍ SÍ SÍ
C	≥2000 ≥3500	NO NO	NO SÍ	SÍ SÍ
D o E	≥5000 ≥15000	SÍ	SÍ SÍ	SÍ SÍ

**Ilustración 156.** *Tabla de necesidad de hidrantes exteriores según configuración*

Las necesidades de agua para proteger cada una de las zonas que requieren sistema de hidrantes exteriores se hará de acuerdo con los valores de la siguiente tabla.

CONFIGURACIÓN DEL ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL	NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO					
	BAJO		MEDIO		ALTO	
TIPO	CAUDAL (L/MIN)	AUTON. (MIN)	CAUDAL (L/MIN)	AUTON. (MIN)	CAUDAL (L/MIN)	AUTON. (MIN)
A	500	30	1000	60	---	---
B	500	30	1000	60	1000	90
C	500	30	1500	60	2000	90
D y E	1000	30	2000	60	3000	90

**Ilustración 157.** *Tabla de necesidades de agua para hidrantes exteriores*



La siguiente tabla permite determinar la necesidad de dotación y las características de los extintores portátiles de incendio en sectores de incendio con carga de fuego aportada por combustibles clase A.

GRADO DE RIESGO INTRÍNSECO DEL SECTOR DE INCENDIO	EFICACIA MÍNIMA DEL EXTINTOR	ÁREA MÁXIMA PROTEGIDA DEL SECTOR DE INCENDIO
BAJO	21 A	Hasta 600 m <sup>2</sup> (un extintor más por cada 200 m <sup>2</sup> , o fracción, en exceso)
MEDIO	21 A	Hasta 400 m <sup>2</sup> (un extintor más por cada 200 m <sup>2</sup> , o fracción, en exceso)
ALTO	34 A	Hasta 300 m <sup>2</sup> (un extintor más por cada 200 m <sup>2</sup> , o fracción, en exceso)

**Ilustración 158.** *Determinación de la dotación de extintores portátiles en sectores de incendios*

Los requisitos establecidos en el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios, para su disposición y características deben cumplir las condiciones hidráulicas siguientes:

NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO DEL ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL	TIPO DE BIE	SIMULTANEIDAD	TIEMPO DE AUTONOMÍA
BAJO	DN 25 mm	2	60 min
MEDIO	DN 45 mm*	2	60 min
ALTO	DN 45 mm*	3	90 min

**Ilustración 159.** *Características de las bombas de incendio equipadas.*



## IV.5. RESUMEN DE LAS INSTALACIONES A INSTALAR

INSTALACIÓN	<b>SECTOR 1</b>	<b>SECTOR 2</b>	JUSTIFICACIÓN DE LA OBLIGATORIEDAD
	TIPO C ALTO 7 PROD = 6.844 m <sup>2</sup> ALM = 5.215 m <sup>2</sup> S = 12.059 m <sup>2</sup>	TIPO C BAJO 1 PROD = 673,5 m <sup>2</sup> ALM = 74,5 m <sup>2</sup> S = 748 m <sup>2</sup>	
SISTEMA AUTOMÁTICO DE DETECCIÓN DE INCENDIOS	OBLIGATORIO	NO	PRODUCCIÓN: TIPO C, RIESGO ALTO y S > 2.000 m <sup>2</sup> ALMACENAMIENTO: TIPO C, RIESGO ALTO y S > 800 m <sup>2</sup>
SISTEMA MANUAL DE ALARMA DE INCENDIOS	OBLIGATORIO	NO	PRODUCCIÓN: S > 1.000 m <sup>2</sup> ALMACENAMIENTO: S > 800 m <sup>2</sup>
SISTEMA DE COMUNICACIÓN DE ALARMA	OBLIGATORIO	NO	SUPERFICIE TOTAL SECTOR: S > 10.000 m <sup>2</sup>
ABASTECIMIENTO DE AGUA CONTRA INCENDIOS	OBLIGATORIO	NO	SI EXISTE RED DE BIE, HIDRANTES EXTERIORES, ROCIADORES AUTOMÁTICOS O AGUA PULVERIZADA
HIDRANTES EXTERIORES	OBLIGATORIO	NO	OBLIGATORIO SI: TIPO C, RIESGO ALTO y S > 3.500 m <sup>2</sup> CAUDAL = 2.000 l/min Y AUTONOMIA DE 90 m
EXTINTORES DE INCENDIO	OBLIGATORIO	OBLIGATORIO	OBLIGATORIOS EN TODOS LOS SECTORES DE INCENDIO
BOCA DE INCENDIOS EQUIPADAS BIE	OBLIGATORIO	NO	OBLIGATORIOS SI: TIPO C, RIESGO ALTO y S > 500 m <sup>2</sup> TIPO DE BIE = DN 45 mm / SIMULTANEIDAD 3 / 90 m AUTONOMIA
ROCIADORES AUTOMÁTICOS DE AGUA	OBLIGATORIO	NO	PRODUCCIÓN: TIPO C, RIESGO ALTO y S > 2.000 m <sup>2</sup> ALMACENAMIENTO: TIPO C, RIESGO ALTO y S > 1.000 m <sup>2</sup>
ALUMBRADO DE EMERGENCIA	OBLIGATORIO	OBLIGATORIO	VÍAS DE EVACUACIÓN DE LOS SECTORES, CON RIESGO ALTO Y MÁS DE 10 PERSONAS
SEÑALIZACIÓN	OBLIGATORIO	OBLIGATORIO	TODAS LAS SALIDAS DE USO HABITUAL O SALIDAS DE EMERGENCIA, ASÍ COMO LOS MEDIOS DE PCI

**Ilustración 160.** Resumen de las instalaciones y sus características a instalar.







## **DOCUMENTO N° 2: MEDICIONES Y PRESUPUESTOS**

---



# MEDICIONES Y PRESUPUESTOS

## PROYECTO DE DISEÑO DE LAS INSTALACIONES PRINCIPALES DE UNA FÁBRICA DE CARTÓN ONDULADO

PARTIDA	DESIGNACIÓN DE LAS OBRAS	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	IMPORTE
<b>1</b>	<b>INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE MEDIA TENSIÓN</b>				
<b>1.1</b>	<b>LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN SUBTERRÁNEA</b>				
1	Conductor unipolar AL 12/20 kV sección 240 mm <sup>2</sup> del tipo RHZ1-OL Cable eléctrico unipolar, Tap Al Voltalene H "PRYSMIAN", normalizado por Endesa, proceso de fabricación del aislamiento mediante triple extrusión en línea catenaria, con gesticulación del aislamiento mejorada y capa semiconductora externa extraíble en frío, tipo AL RHZ1-OL 12/20 kV, tensión nominal 12/20 kV, reacción al fuego clase Fca, con conductor formado por cuerda redonda compacta de hilos de aluminio, con barrera contra la propagación longitudinal de la humedad, rígido (clase 2), de 1x240/16 mm <sup>2</sup> de sección, capa interna extrusionada de material semiconductor, aislamiento de polietileno reticulado (XLPE), capa externa extrusionada de material semiconductor, separable en frío, barrera contra la propagación longitudinal de la humedad, pantalla de hilos de cobre en hélice con cinta de cobre a contraespira, de 16 mm <sup>2</sup> de sección, separador de cinta de poliéster, cubierta de poliolefina termoplástica de altas prestaciones, de tipo Vemex, de color rojo, y con las siguientes características: reducida emisión de gases tóxicos, libre de halógenos y nula emisión de gases corrosivos. Según UNE-HD 620-7E.	m	2.500,0	10,12 €	25.300,00 €
2	Mano de obra	h	2,0	18,00 €	36,00 €
<b>1.2</b>	<b>CENTRO DE TRANSFORMACIÓN</b>				
1	Celda Entrada / Salida: CGMCOSMOS-L. Módulo metálico de corte y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, fabricado por ORMAZABAL. Se incluye montaje y conexión	Uds	2	2.641,00 €	5.282,00 €
2	Protección General: CGMCOSMOS-P Módulo metálico de corte y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, fabricado por ORMAZABAL. Se incluye conexión y montaje	Uds	2,0	4.669,76 €	9.339,52 €
3	Medida: CGMCOSMOS-M. Módulo metálico, conteniendo en su interior debidamente montados y conexiónados los aparatos y materiales adecuados, fabricado por ORMAZABAL. Se incluyen en la celda tres transformadores de tensión y tres transformadores de intensidad, para la medición de la energía eléctrica consumida, con las características detalladas en la Memoria. Se incluyen el montaje y conexión.	Uds	2,0	2.300,12 €	4.600,24 €
4	Seccionamiento Compañía: CGMCOSMOS-S metálico de corte y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, fabricado por ORMAZABAL. Se incluye montaje y conexión	Uds	1,0	5.836,71 €	5.836,71 €
5	Transformador trifásico reductor de tensión, según las normas citadas en la Memoria con neutro accesible en el secundario, de potencia 1.250 kVA y refrigeración natural aceite, de tensión primaria 15 kV y tensión secundaria 420 V en vacío (B2), grupo de conexión Dyn11, de tensión de cortocircuito de 4% y regulación primaria de + 2,5%, + 5%, + 7,5%, + 10 %. Se incluye también una protección con termómetro.	Uds	2,0	13.509,73 €	27.019,46 €
6	Puesta a tierra del centro de transformación	Uds	1	3.750,00 €	3.750,00 €
7	Mano de obra	h	22,0	18,00 €	396,00 €
<b>1.3</b>	<b>OBRA CIVIL INSTALACIÓN DE M.T.</b>				



1	Edificio prefabricado constituido por una envolvente, de estructura monobloque, de hormigón armado, tipo PFU-7/20, de dimensiones generales aproximadas 8.080 mm de largo por 2.380 mm de fondo por 3.045 mm de alto. Incluye el edificio y todos sus elementos exteriores según CEI 622171-202, transporte, montaje y accesorios	Uds	1,0	15.125,00 €	15.125,00 €
2	Canalización subterránea tubo Pe corrugado 200 mm	m	2.500	6,05 €	15.125,00 €
3	Relleno y compactación de zanja, con material seleccionado, en tongadas de 25 cm, como máximo y compactación del 95% PM.	m3	1.755,0	3,85 €	6.756,75 €
4	Arena en lecho de zanja	m3	355,0	10,00 €	3.550,00 €
5	cinta señalizadora	m	2.500,0	0,17 €	425,00 €
6	arqueta prefabricada	Uds	20,0	114,93 €	2.298,60 €
7	Hormigón HM-15 en protección de tubería, cemento CEM II/A-L32.5 SR y consistencia plástica, elaborado, transportado y puesto en obra según instrucción EHE, medido el volumen teórico ejecutado.	m3	250,0	51,79 €	12.947,50 €
8	Mano de obra	h	50,0	18,00 €	900,00 €
<b>Subtotal Partida 1 - Instalación eléctrica de Media Tensión</b>					<b>138.687,8 €</b>

2	<b>INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN</b>				
2.1	<b>ILUMINACIÓN NAVE Y OFICINAS</b>				
1	<b>PHILIPS RC132V W60L60 1 xLED36S/840 OC</b> Flujo luminoso (Luminaria): 3600 lm. Flujo luminoso (Lámparas): 3600 lm. Potencia de las luminarias: 36.0 W. Clasificación luminarias según CIE: 100. Código CIE Flux: 58 87 98 100 100. Lámpara: 1 x LED36S/840/- (Factor de corrección 1.000).	Uds	87,0	116,00 €	10.092,00 €
2	<b>PHILIPS BY120P G3 1xLED105S/840 WB</b> Flujo luminoso (Luminaria): 10500 lm. Flujo luminoso (Lámparas): 10500 lm. Potencia de las luminarias: 85.0 W. Clasificación luminarias según CIE: 100 Código CIE Flux: 69 94 99 100 100. Lámpara: 1 x LED105S/840/- (Factor de corrección 1.000).	Uds	47,0	330,00 €	15.510,00 €
3	<b>PHILIPS BY471P 1 xECO320S/865 WB GC</b> Flujo luminoso (Luminaria): 32000 lm. Flujo luminoso (Lámparas): 32000 lm. Potencia de las luminarias: 218.0 W. Clasificación luminarias según CIE: 100 Código CIE Flux: 70 96 99 100 100. Lámpara: 1 x ECO320S/865/- (Factor de corrección 1.000).	Uds	194,0	669,16 €	129.817,04 €
4	<b>LEGRAND 662561 INOXLED 200LM-3H MAINTAINED-NON MAINTAINED IP67</b> ADR LVS2. N° de artículo: 662561. Flujo luminoso (Luminaria): 200 lm Flujo luminoso (Lámparas): 200 lm. Potencia de las luminarias: 8.0 W Clasificación luminarias según CIE: 95. Código CIE Flux: 23 62 96 95 100 Lámpara: 1 x Definido por el usuario (Factor de corrección 1.000).	Uds	48,0	25,65 €	1.231,20 €
5	<b>Cable unipolar RZ1-K (AS)</b> , no propagador de la llama, con conductor de cobre de <b>2,5 mm²</b> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos , siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV.	m	400,0	0,50 €	200,00 €
6	<b>Cable unipolar RZ1-K (AS)</b> , no propagador de la llama, con conductor de cobre de <b>4 mm²</b> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos , siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV.	m	300,0	0,70 €	210,00 €
7	<b>Cable unipolar RZ1-K (AS)</b> , no propagador de la llama, con conductor de cobre de <b>10 mm²</b> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos , siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV.	m	250,0	4,54 €	1.135,00 €
8	Mano de obra	h	30,0	18,00 €	540,00 €



<b>2.2</b>	<b>ILUMINACIÓN EXTERIOR</b>				
1	<b>PHILIPS BVP506 GC T15 1xGRN146-3S/757 A/60</b> Flujo luminoso (Luminaria): 11628 lm. Flujo luminoso (Lámparas): 15300 lm. Potencia de las luminarias: 110.0 W. Clasificación luminarias según CIE: 100. Código CIE Flux: 27 61 95 100 76. Lámpara: 1 x GRN146-3S/757 (Factor de corrección 1.000).	Uds	60,0	1.141,00 €	68.460,00 €
2	<b>PHILIPS BGP322 T35 1xEco127-3S/740 A</b> Flujo luminoso (Luminaria): 10374 lm. Flujo luminoso (Lámparas): 13300 lm. Potencia de las luminarias: 105.0 W. Clasificación luminarias según CIE: 100. Código CIE Flux: 27 61 95 100 78. Lámpara: 1 x ECO127-3S/740 (Factor de corrección 1.000).	Uds	130,0	1.970,53 €	256.168,90 €
3	Columna para alumbrado público de chapa de acero galvanizado en caliente, altura 12 metros y manguito diámetro 60 mm. Totalmente colocada.	Uds	130,0	370,11 €	48.114,30 €
4	Brazo mural de tubo de acero galvanizado en caliente, de longitud 1500 mm. Y manguito de diámetro 60 mm. Totalmente colocado.	Uds	130,0	44,21 €	5.747,30 €
5	<b>Cable unipolar RZ1-K (AS)</b> , no propagador de la llama, con conductor de cobre de <b>10 mm<sup>2</sup></b> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos, siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV.	m	1.800,0	4,54 €	8.172,00 €
5	<b>Cable unipolar RZ1-K (AS)</b> , no propagador de la llama, con conductor de cobre de <b>25 mm<sup>2</sup></b> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos, siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV.	m	640,0	5,44 €	3.481,60 €
6	Canalización eléctrica para alumbrado exterior, enterrada bajo tubo doble capa de Ø160 mm. En P.E. Ejecutada según normativa, totalmente terminada.	m	1.500,0	25,21 €	37.815,00 €
7	Mano de obra	h	40,0	18,00 €	720,00 €
<b>2.3</b>	<b>FUERZA NAVE INDUSTRIAL Y OFICINAS</b>				
1	<b>Cable unipolar RZ1-K (AS)</b> , no propagador de la llama, con conductor de cobre de <b>1,5 mm<sup>2</sup></b> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos, siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV.	m	1.400,0	0,50 €	700,00 €
2	<b>Cable unipolar RZ1-K (AS)</b> , no propagador de la llama, con conductor de cobre de <b>2,5 mm<sup>2</sup></b> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos, siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV.	m	150,0	0,70 €	105,00 €
3	<b>Cable unipolar RZ1-K (AS)</b> , no propagador de la llama, con conductor de cobre de <b>4 mm<sup>2</sup></b> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos, siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV.	m	675,0	0,90 €	607,50 €
4	<b>Cable unipolar RZ1-K (AS)</b> , no propagador de la llama, con conductor de cobre de <b>6 mm<sup>2</sup></b> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos, siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV.	m	250,0	0,92 €	230,00 €
5	<b>Cable unipolar RZ1-K (AS)</b> , no propagador de la llama, con conductor de cobre de <b>10 mm<sup>2</sup></b> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos, siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV.	m	1.400,0	0,95 €	1.330,00 €
6	<b>Cable unipolar RZ1-K (AS)</b> , no propagador de la llama, con conductor de cobre de <b>35 mm<sup>2</sup></b> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos, siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV.	m	1.560,0	3,30 €	5.148,00 €



7	<b>Cable unipolar RZ1-K (AS)</b> , no propagador de la llama, con conductor de cobre de <b>50 mm<sup>2</sup></b> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos, siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV.	m	450,0	3,70 €	1.665,00 €
8	<b>Cable unipolar RZ1-K (AS)</b> , no propagador de la llama, con conductor de cobre de <b>95 mm<sup>2</sup></b> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos, siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV.	m	1.000,0	12,30 €	12.300,00 €
9	<b>Cable unipolar RZ1-K (AS)</b> , no propagador de la llama, con conductor de cobre de <b>150 mm<sup>2</sup></b> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos, siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV.	m	750,0	15,80 €	11.850,00 €
10	<b>Cable unipolar RZ1-K (AS)</b> , no propagador de la llama, con conductor de cobre de <b>185 mm<sup>2</sup></b> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos, siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV.	m	4.000,0	17,60 €	70.400,00 €
11	<b>Cable unipolar RZ1-K (AS)</b> , no propagador de la llama, con conductor de cobre de <b>240 mm<sup>2</sup></b> de sección, con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos, siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV.	m	1.600,0	18,50 €	29.600,00 €
12	Toma de corriente empotrada de 25 A. 2 P+TT,	Uds	50,0	25,78 €	1.289,00 €
13	Bandeja perforada de PVC rígido, de 60x300 mm, para soporte y conducción de cables eléctricos, incluso p/p de accesorios. Según UNE-EN 61537.	m	400,0	17,54 €	7.016,00 €
14	Cuadro de distribución metálico con puerta incorporada, embarrado y placa aislante para una capacidad aproximada de 100 elementos, instalado y con sus elementos cableados	Uds	1,0	1.098,57 €	1.098,57 €
15	CSD. Caja general de protección, equipada con bornes de conexión, bases unipolares previstas para colocar fusibles de intensidad máxima 400 A, para protección de la derivación individual, formada por una envolvente aislante, precintable y autoventilada, según UNE-EN 60439-1, grado de inflamabilidad según se indica en UNE-EN 60439-3, con grados de protección IP 43 según UNE 20324 e IK 08 según UNE-EN 50102.	Uds	7,0	760,95 €	5.326,65 €
16	Tubo curvable de PVC, corrugado, de color negro, de 16 mm de diámetro nominal, para canalización empotrada en obra de fábrica (paredes y techos). Aislante, no propagador de la llama.	m	5.000,0	18,45 €	92.250,00 €
17	Mano de obra	h	150,0	18,00 €	2.700,00 €

## 2.4

### APARAMENTA

1	<b>Interruptor automático magnetotérmico</b> , (4P), intensidad nominal <b>2 A</b> , poder de corte 10 kA, curva C, modelo <b>iC60N "SCHNEIDER ELECTRIC"</b> , de 54x85x78,5 mm, grado de protección IP 20, montaje sobre carril DIN (35 mm), según UNE-EN 60898-1.	Uds	2,0	225,22 €	450,44 €
2	<b>Interruptor automático magnetotérmico</b> , (4P), intensidad nominal <b>10 A</b> , poder de corte 10 kA, curva C, modelo <b>iC60N "SCHNEIDER ELECTRIC"</b> , de 54x85x78,5 mm, grado de protección IP 20, montaje sobre carril DIN (35 mm), según UNE-EN 60898-1.	Uds	4,0	152,09 €	608,36 €
3	<b>Interruptor automático magnetotérmico</b> , (4P), intensidad nominal <b>16 A</b> , poder de corte 10 kA, curva C, modelo <b>iC60N "SCHNEIDER ELECTRIC"</b> , de 54x85x78,5 mm, grado de protección IP 20, montaje sobre carril DIN (35 mm), según UNE-EN 60898-1.	Uds	1,0	153,85 €	153,85 €
4	<b>Interruptor automático magnetotérmico</b> , (4P), intensidad nominal <b>20 A</b> , poder de corte 10 kA, curva C, modelo <b>iC60N "SCHNEIDER ELECTRIC"</b> , de 54x85x78,5 mm, grado de protección IP 20, montaje sobre carril DIN (35 mm), según UNE-EN 60898-1.	Uds	1,0	158,20 €	158,20 €



5	Interruptor automático magnetotérmico, (4P), intensidad nominal <b>32 A</b> , poder de corte 10 kA, curva C, modelo <b>iC60N "SCHNEIDER ELECTRIC"</b> , de 54x85x78,5 mm, grado de protección IP 20, montaje sobre carril DIN (35 mm), según UNE-EN 60898-1.	Uds	4,0	171,09 €	684,36 €
6	Interruptor automático magnetotérmico, (4P), intensidad nominal <b>50 A</b> , poder de corte 10 kA, curva C, modelo <b>iC60N "SCHNEIDER ELECTRIC"</b> , de 54x85x78,5 mm, grado de protección IP 20, montaje sobre carril DIN (35 mm), según UNE-EN 60898-1.	Uds	2,0	433,95 €	867,90 €
7	Interruptor automático regulable, tetrapolar (4P), intensidad nominal <b>100 A</b> , Poder de corte <b>36 kA</b> , modelo <b>COMPACT NSX100 "SCHNEIDER ELECTRIC"</b> , grado de protección IP 20, montaje sobre carril DIN (35 mm), según UNE-EN 60947-2	Uds	4,0	795,04 €	3.180,16 €
8	Interruptor automático regulable, tetrapolar (4P), intensidad nominal <b>160 A</b> , Poder de corte <b>36 kA</b> , modelo <b>COMPACT NSX160 "SCHNEIDER ELECTRIC"</b> , grado de protección IP 20, montaje sobre carril DIN (35 mm), según UNE-EN 60947-2	Uds	2,0	1.474,62 €	2.949,24 €
9	Interruptor automático regulable, tetrapolar (4P), intensidad nominal <b>250 A</b> , Poder de corte <b>36 kA</b> , modelo <b>COMPACT NSX250 "SCHNEIDER ELECTRIC"</b> , grado de protección IP 20, montaje sobre carril DIN (35 mm), según UNE-EN 60947-2	Uds	3,0	3.466,21 €	10.398,63 €
10	Interruptor automático regulable, tetrapolar (4P), intensidad nominal <b>400 A</b> , Poder de corte <b>36 kA</b> , modelo <b>COMPACT NSX400 "SCHNEIDER ELECTRIC"</b> , grado de protección IP 20, montaje sobre carril DIN (35 mm), según UNE-EN 60947-2	Uds	3,0	4.532,12 €	13.596,36 €
11	Interruptor automático magnetotérmico, tetrapolar (4P), intensidad nominal 2.500 A, poder de corte <b>70 kA</b> , <b>"SCHNEIDER ELECTRIC"</b> , Aparato base Compact <b>NS2500N</b> , 4 polos, fijo. Tipo de producto o componente: bastidor básico - posición de neutro: izquierda - tipo de red: CA - código de poder de corte: N.	Uds	3,0	16.208,08 €	48.624,24 €
12	Interruptor automático magnetotérmico, tetrapolar (4P), intensidad nominal 1.600 A, poder de corte <b>50 kA</b> , <b>"SCHNEIDER ELECTRIC"</b> , Aparato base Compact <b>NS1600N</b> , 4 polos, fijo. Tipo de producto o componente: bastidor básico - posición de neutro: izquierda - tipo de red: CA - código de poder de corte: N.	Uds	1,0	13.158,15 €	13.158,15 €
13	Interruptor automático magnetotérmico, tetrapolar (4P), intensidad nominal 1.000 A, poder de corte <b>50 kA</b> , <b>"SCHNEIDER ELECTRIC"</b> , Aparato base Compact <b>NS1000N</b> , 4 polos, fijo. Tipo de producto o componente: bastidor básico - posición de neutro: izquierda - tipo de red: CA - código de poder de corte: N.	Uds	1,0	8.616,25 €	8.616,25 €
14	Interruptor automático magnetotérmico, tetrapolar (4P), intensidad nominal 2.000 A, poder de corte <b>50 kA</b> , <b>"SCHNEIDER ELECTRIC"</b> , Aparato base Compact <b>NS2000N</b> , 4 polos, fijo. Tipo de producto o componente: bastidor básico - posición de neutro: izquierda - tipo de red: CA - código de poder de corte: N.	Uds	1,0	15.732,67 €	15.732,67 €
15	Interruptor diferencial instantáneo, tetrapolar de sensibilidad 30 mA, clase AC.	Uds	6,0	311,09 €	1.866,54 €
	Interruptor diferencial instantáneo, tetrapolar de sensibilidad 300mA, clase AC.	Uds	2,0	475,01 €	950,02 €
16	Mano de obra	h	40,0	18,00 €	720,00 €
<b>Subtotal Partida 2 - Instalación Eléctrica de Baja Tensión</b>					<b>953.745,4 €</b>



<b>3 INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN Y VENTILACIÓN</b>					
1	Caldera de gas marca FERROLI RSW 107, con potencia máxima de 107 kW.	Uds	1,0	9.390,00 €	9.390,00 €
2	Enfriadora de agua de la Marca KEYTER, modelo PACIFICA KWE 2045 con una potencia frigorífica de 42,9 kW	Uds	1,0	27.000,00 €	27.000,00 €
3	Climatizador de la marca MUNDOCLIMA. Código CL50363-C08 Modelo BRC/CL-70.	Uds	1,0	14.306,00 €	14.306,00 €
4	Climatizadores, concretamente de la marca KEYTER. Tipo Roof-top condensadas por aire, modelo comercial PERSEA, KCR 5140	Uds	2,0	34.500,00 €	69.000,00 €
5	Conducto circular superflexible de aluminio con aislante térmico de 25 mm de fibra de vidrio y aislamiento térmico 0,032 W/m-K con complejo de aluminio reforzado de diámetro 102	m	2.000,0	7,10 €	14.200,00 €
6	Difusor de conos regulables marca "KOOLAIR" modelo 44-SF-TR diámetro 200.	Uds	75,0	80,62 €	6.046,50 €
7	Red de tuberías del sistema de distribución, incluyendo instalación	Uds	1,0	12.000,00 €	16.000,00 €
8	Mano de obra	h	80,0	18,00 €	1.440,00 €
<b>Subtotal Partida 3 - Instalación De Climatización y Ventilación</b>					<b>157.382,5 €</b>

<b>4 INSTALACIÓN DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS</b>					
1	Placas de señalización de equipos contra incendios, recorridos de evacuación y salidas de emergencia, de poliestireno fotoluminiscente, de 210x210 mm. Con su correspondiente fijación	Uds	150,0	16,00 €	2.400,00 €
2	Grupo de presión contra incendios, compuesto por una bomba eléctrica + Jockey de 150 kW de acuerdo con la normativa CEPREVEN, incluyendo su montaje	Uds	1,0	45.000,00 €	45.000,00 €
3	Tanque de protección contra incendios CITERNEO	Uds	1,0	85.000,00 €	85.000,00 €
4	Hidrante de columna seca de 4" DN 100 mm, modelo Tifón Plus "ANBER GLOBE", con toma recta a la red, carrete de 300 mm, una boca de 4" DN 100 mm, dos bocas de 2 1/2" DN 70 mm, racores y tapones antirrobo de plástico.	Uds	10,0	2.000,00 €	20.000,00 €
5	Boca de incendio equipada (BIE) de 45 mm (1 1/2") de superficie	Uds	15,0	1.250,00 €	18.750,00 €
6	Red húmeda de tuberías, conectada al GPCI al hidrante exterior y BIE'S, incluyendo su instalación	Uds	1,0	7.500,00 €	7.500,00 €
7	Red de tuberías del sistema de distribución, incluyendo instalación	Uds	1,0	12.000,00 €	12.000,00 €
8	Red de tuberías del sistema de los rociadores automáticos incluyendo instalación	Uds	1,0	6.000,00 €	6.000,00 €
9	Rociador automático colgante, respuesta rápida con ampolla fusible de vidrio frágil de 3 mm de diámetro	Uds	200,0	25,00 €	5.000,00 €
10	Central de detección automática de incendios, con módulo de alimentación, rectificador de corriente y cargador de batería.	Uds	5,0	1.500,00 €	7.500,00 €
11	Pulsadores manuales de detección de incendios situados en la salidas de emergencia	Uds	30,0	38,00 €	1.140,00 €
12	Detectores de humo de techo para la detección automática de un incendio	Uds	60,0	50,00 €	3.000,00 €
13	Extintor portátil de polvo químico ABC polivalente antibrasa, de eficacia 34A-144B-C, con 6 kg de carga,	Uds	60,0	300,00 €	18.000,00 €



	junto con su armario o anclajes para ser instalado				
14	Obra civil	Uds	1,0	17.000,00 €	17.000,00 €
15	Mano de obra	h	200,0	18,00 €	3.600,00 €
<b>Subtotal Partida 4 - Instalación De Protección Contra-Incendios</b>					<b>251.890,0 €</b>

En la siguiente tabla se muestra el resumen de todas las partidas tenidas en cuenta en el presente proyecto:

<b>RESUMEN</b>	
<b>PROYECTO DE DISEÑO DE LAS INSTALACIONES PRINCIPALES DE UNA FÁBRICA DE CARTÓN ONDULADO</b>	
DESIGNACIÓN	TOTAL
1 INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE MEDIA TENSIÓN	138.687,78 €
2 INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN	955.185,43 €
3 INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN Y VENTILACIÓN	157.382,50 €
4 INSTALACIÓN DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS	251.890,00 €
<b>TOTAL PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL</b>	<b>1.503.145,71 €</b>
13% GASTOS GENERALES	195.408,94 €
6% BENEFICIO INDUSTRIAL	90.188,74 €
<b>PRESUPUESTO BRUTO</b>	<b>1.788.743,39 €</b>
21 % IVA	375.636,11 €
<b>TOTAL PRESUPUESTO</b>	<b>2.164.379,51 €</b>

Finalmente se tiene que el presupuesto del proyecto “PROYECTO DE DISEÑO DE LAS INSTALACIONES PRINCIPALES DE UNA FÁBRICA DE CARTÓN ONDULADO”, tiene una cuantía de **DOS MILLONES CIENTO SESENTA Y CUATRO MIL TRECIENTOS SETENTA Y NUEVE EUROS CON CINQUENTA Y UN CÉNTIMOS**.



## **DOCUMENTO N° 3: PLANOS**

---







# ÍNDICE DE PLANOS

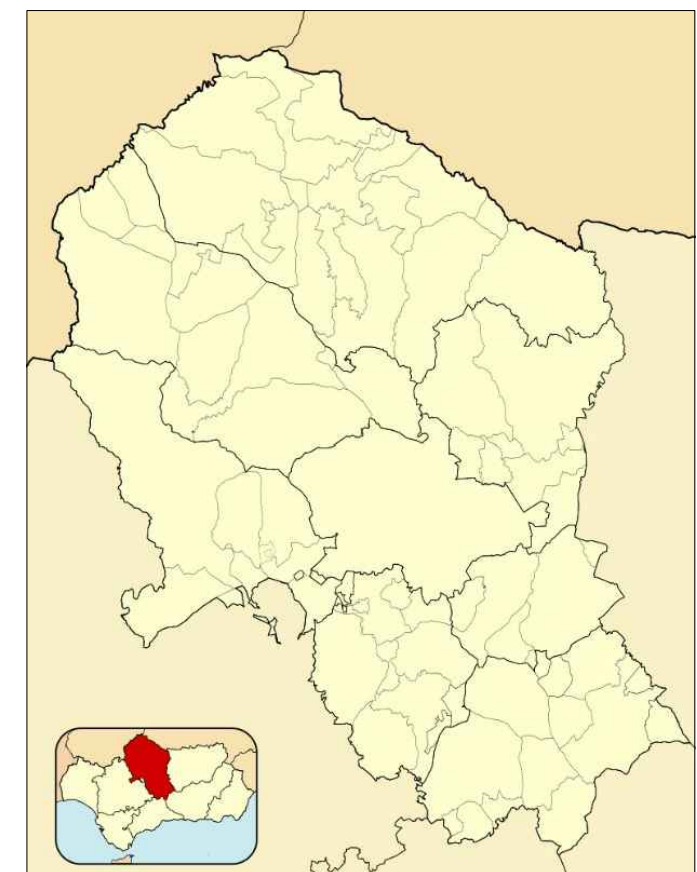
---

<b>DOCUMENTO Nº 3: PLANOS</b>	<b>319</b>
<b>ÍNDICE DE PLANOS</b>	<b>321</b>
1. SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO	322
2. LAY-OUT GENERAL	323
3. LAY-OUT NAVE INDUSTRIAL	324
4. LAY-OUT ZONA DE OFICINAS	325
5. CANALIZACIÓN DE MEDIA TENSIÓN	326
6. CELDAS Y CENTRO DE TRANSFORMACIÓN DE M.T.	327
7. ESQUEMA UNIFILAR GENERAL	328
8. CIRCUITOS DE FUERZA DE LA NAVE INDUSTRIAL	329
9. DISTRIBUCIÓN DE LUMINARIAS NAVE INDUSTRIAL	330
9.1. DISTRIBUCIÓN DE LAS LUMINARIAS DE LA ZONA DE PRODUCCIÓN	330
9.2. DISTRIBUCIÓN DE LAS LUMINARIAS DE LA SALA DE MÁQUINAS	331
10. DISTRIBUCIÓN DE LUMINARIAS OFICINAS	332
11. DISTRIBUCIÓN DE LUMINARIAS EXTERIOR	333



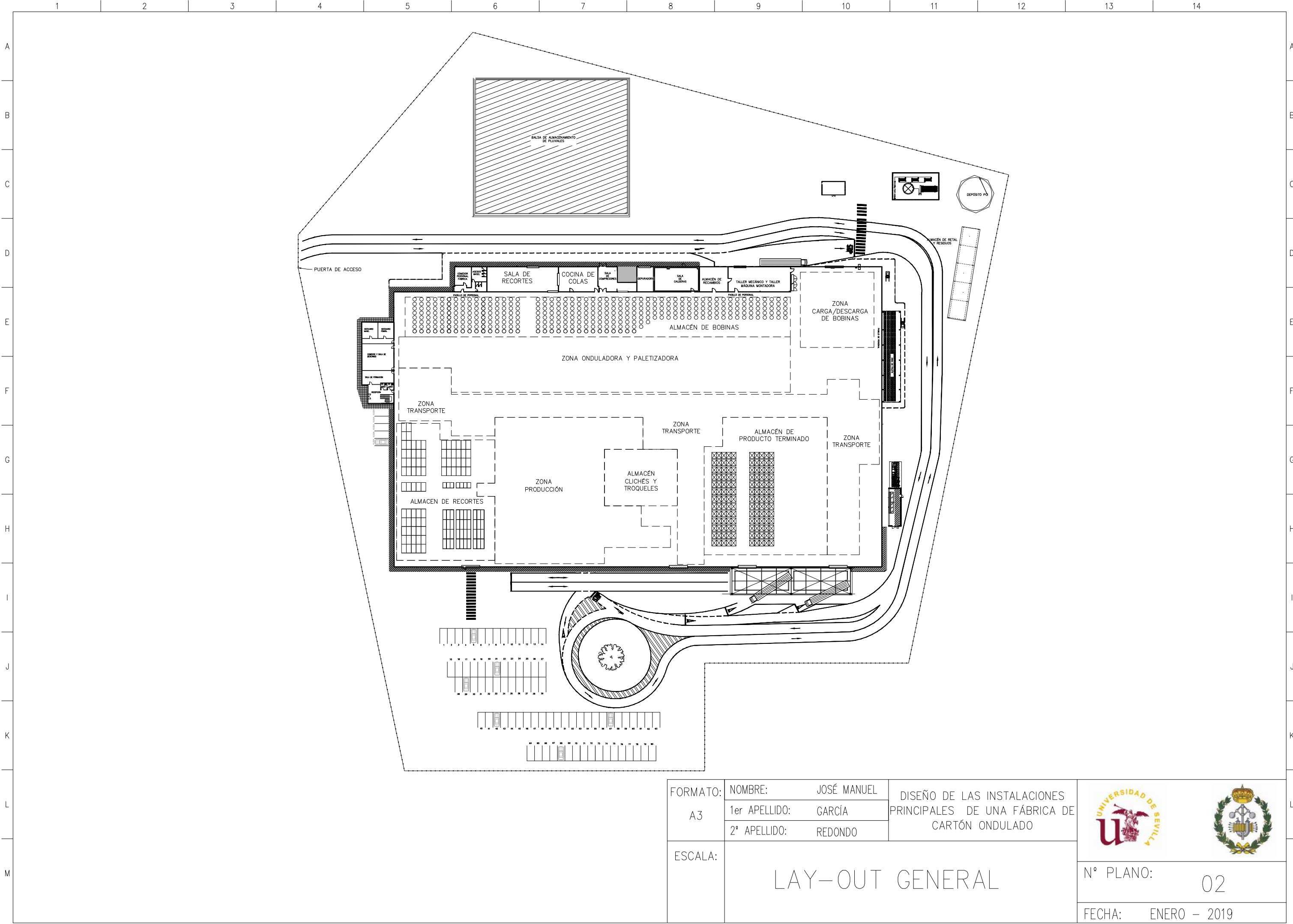






FORMATO:  A3	NOMBRE:	JOSÉ MANUEL	DISEÑO DE LAS INSTALACIONES PRINCIPALES DE UNA FÁBRICA DE CARTÓN ONDULADO		
	1er APELLIDO:	GARCÍA			
	2º APELLIDO:	REDONDO			
ESCALA:	SITUACIÓN			Nº PLANO:	01
				FECHA:	ENERO – 2019





FORMATO:  A3	NOMBRE:	JOSÉ MANUEL	DISEÑO DE LAS INSTALACIONES PRINCIPALES DE UNA FÁBRICA DE CARTÓN ONDULADO
	1er APELLIDO:	GARCÍA	
	2º APELLIDO:	REDONDO	
ESCALA:	LAY-OUT GENERAL		



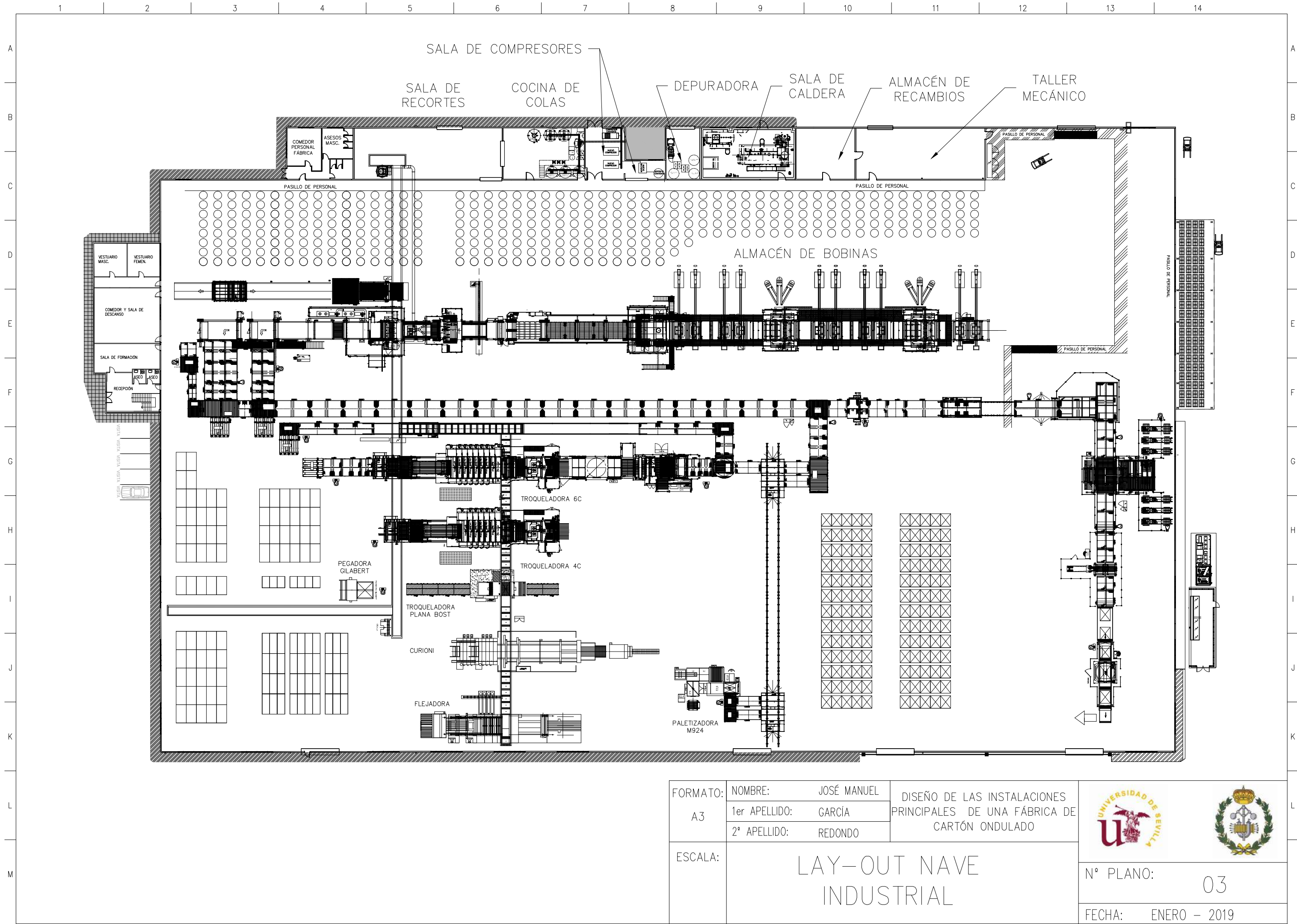
Nº PLANO:

02

FECHA:

ENERO – 2019







1234567891011121314

A

B

C

D

E

F

G

H

I

J

K

L

M

PLANTA BAJA

VESTUARIO MASC.

VESTUARIO FEMEN.

COMEDOR Y SALA DE DESCANSO

SALA DE FORMACIÓN

RECEPCIÓN

ASEO

ASEO

PLANTA ALTA

DPT. RRHH Y COMERCIAL

DTP. DISEÑO

DTP. INFORMÁTICA



SALA DE REUNIONES

ARCHIVO

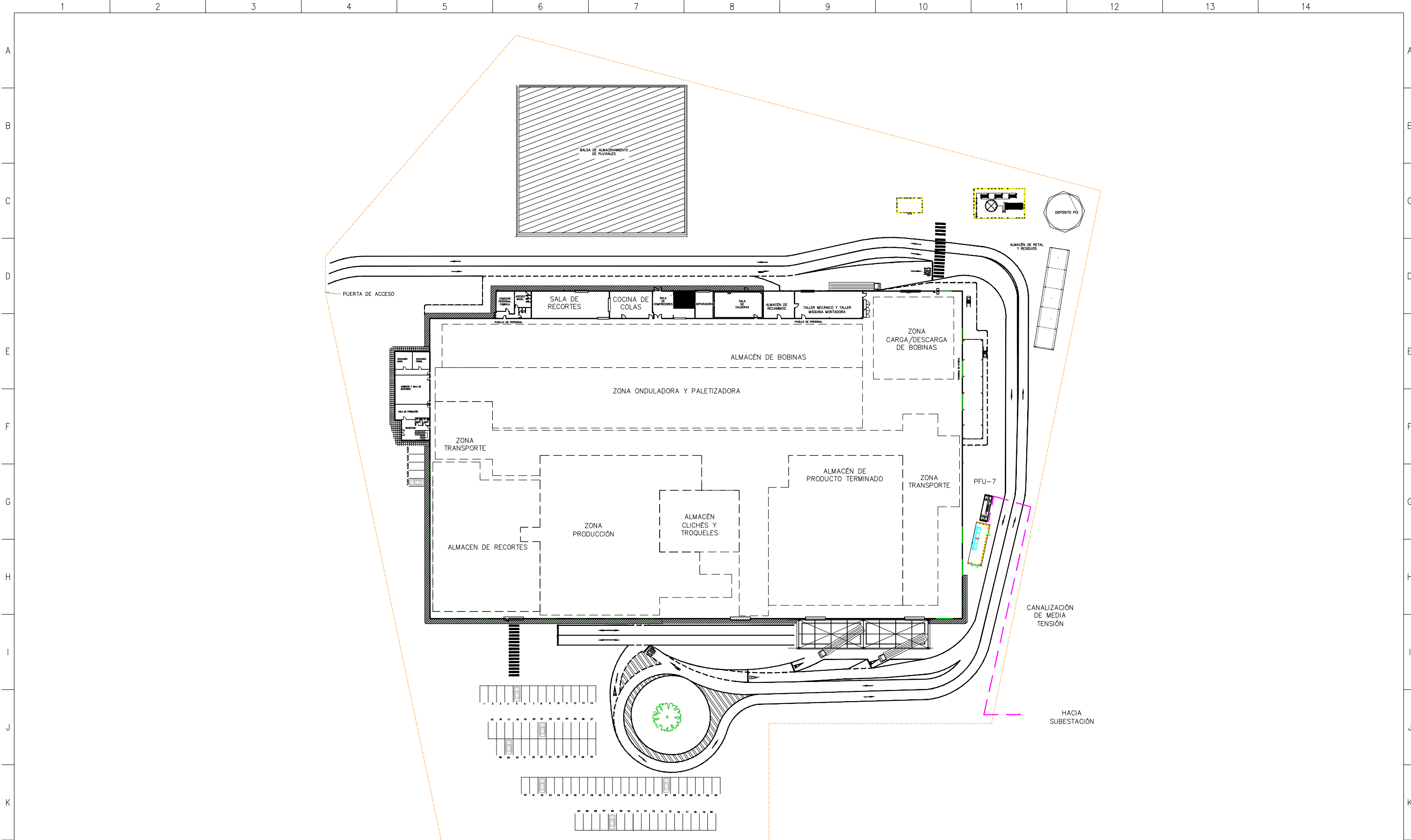
PASILLO

ASEO

ASEO

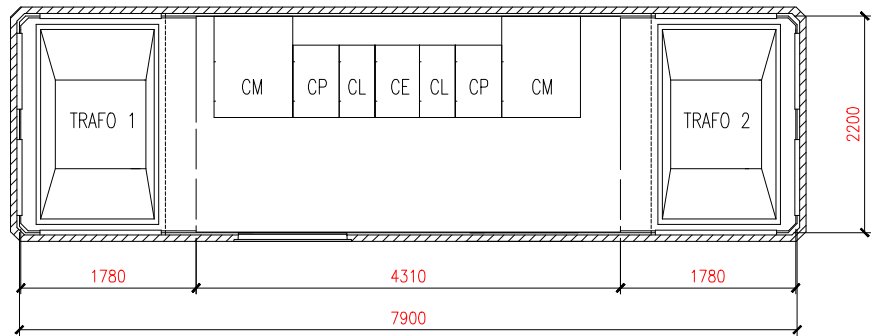
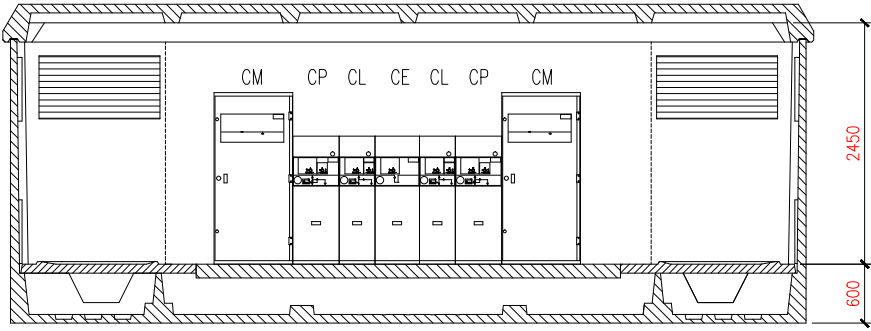
FORMATO: A3	NOMBRE:	JOSÉ MANUEL	DISEÑO DE LAS INSTALACIONES PRINCIPALES DE UNA FÁBRICA DE CARTÓN ONDULADO	<div><div><div>UNIVERSIDAD DE SEVILLA</div><div></div></div><div></div></div>	
	1er APELLIDO:	GARCÍA			
	2º APELLIDO:	REDONDO			
ESCALA:	LAY-OUT OFICINAS			Nº PLANO:	04
				FECHA:	ENERO – 2019



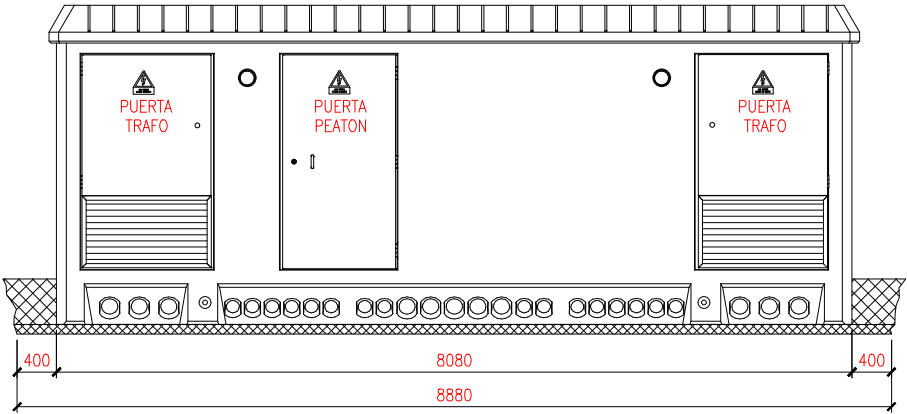
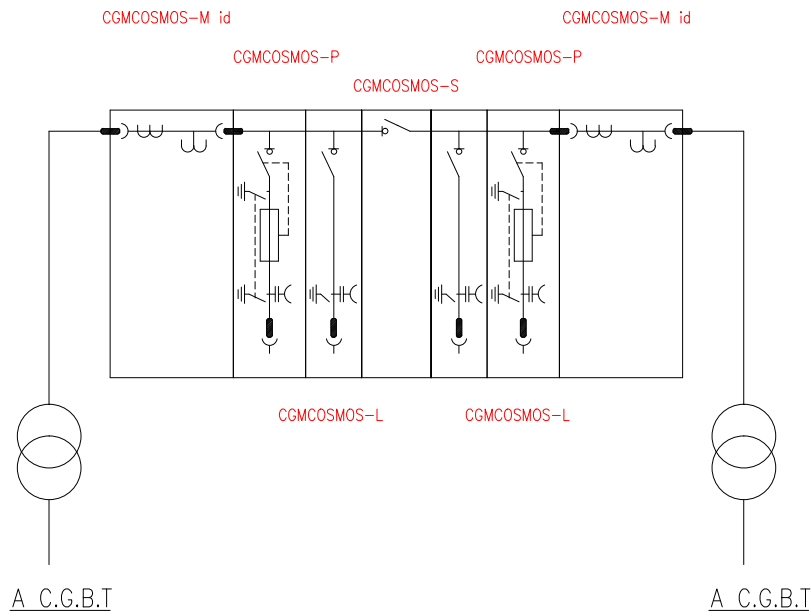


FORMATO:  A3	NOMBRE:	JOSÉ MANUEL	DISEÑO DE LAS INSTALACIONES PRINCIPALES DE UNA FÁBRICA DE CARTÓN ONDULADO		
	1er APELLIDO:	GARCÍA			
	2º APELLIDO:	REDONDO			
ESCALA:	CANALIZACIÓN DE M.T.			Nº PLANO:	05
				FECHA:	ENERO – 2019

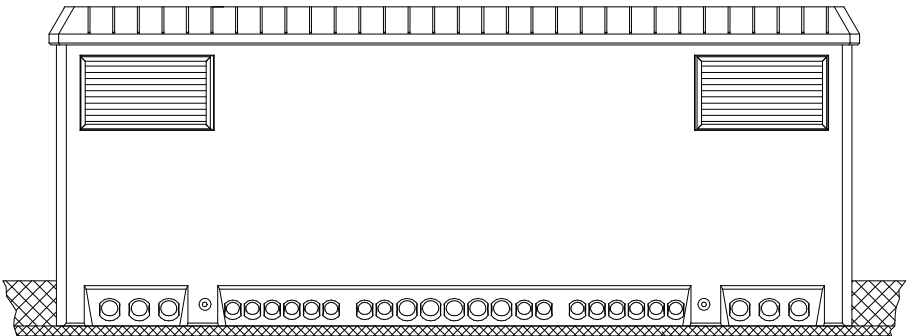




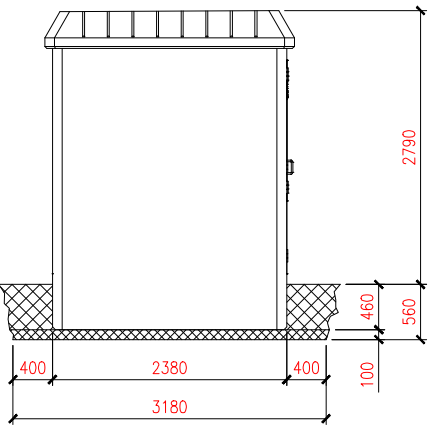
ESQUEMA ELÉCTRICO DE LAS CELDAS DE MEDIA TENSIÓN



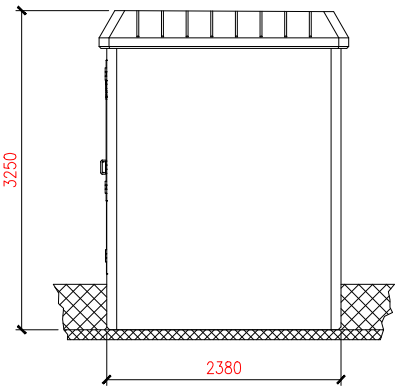
VISTA FRONTAL



VISTA POSTERIOR



VISTA LATERAL  
IZQUIERDA



VISTA LATERAL  
DERECHA

DIMENSIONES DE LA EXCAVACION  
8,88 m. LARGO x 3,18 m. ANCHO x 0,56 m. PROFUND.

FORMATO:  A3	NOMBRE:	JOSÉ MANUEL	DISEÑO DE LAS INSTALACIONES PRINCIPALES DE UNA FÁBRICA DE CARTÓN ONDULADO
	1er APELLIDO:	GARCÍA	
	2º APELLIDO:	REDONDO	
ESCALA:	CELDA Y CENTRO DE TRANSFORMACIÓN DE M.T.		

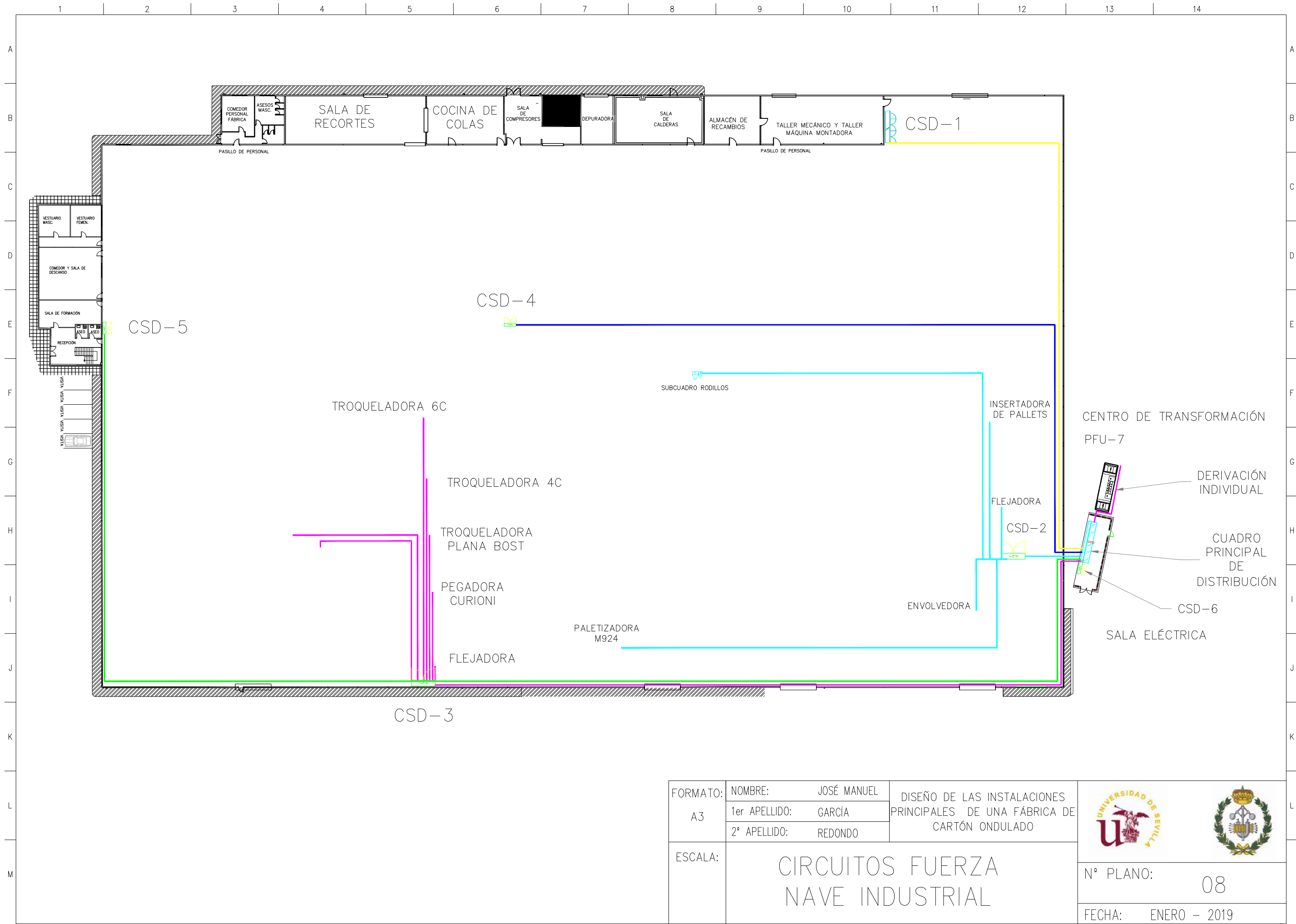


Nº PLANO: 06  
FECHA: ENERO - 2019



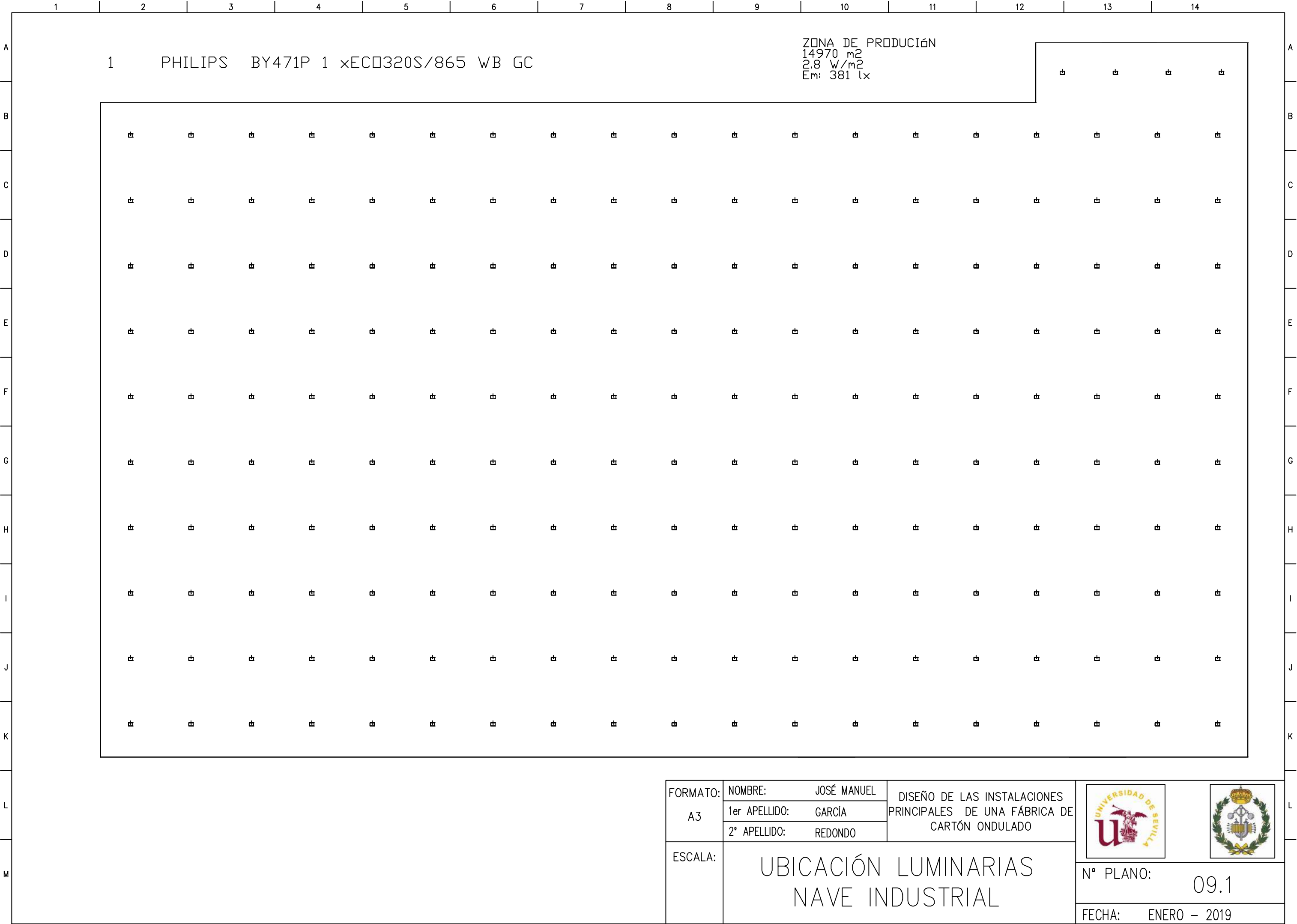




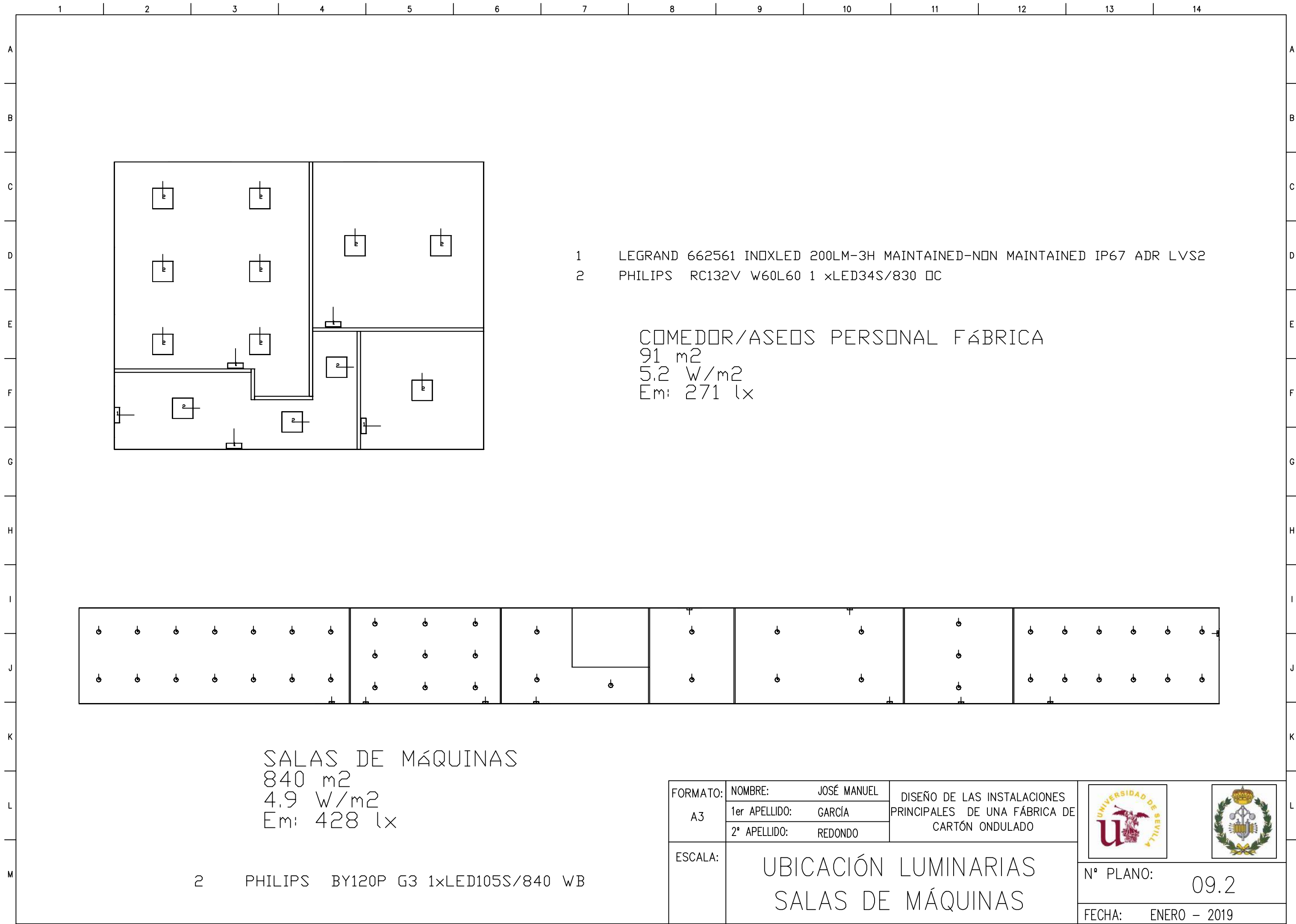


FORMATO:  A3	NOMBRE: JOSÉ MANUEL	DISEÑO DE LAS INSTALACIONES PRINCIPALES DE UNA FÁBRICA DE CARTÓN ONDULADO		
	1er APELLIDO: GARCÍA			
	2º APELLIDO: REDONDO			
ESCALA:	CIRCUITOS FUERZA NAVE INDUSTRIAL		Nº PLANO:	08
			FECHA:	ENERO – 2019

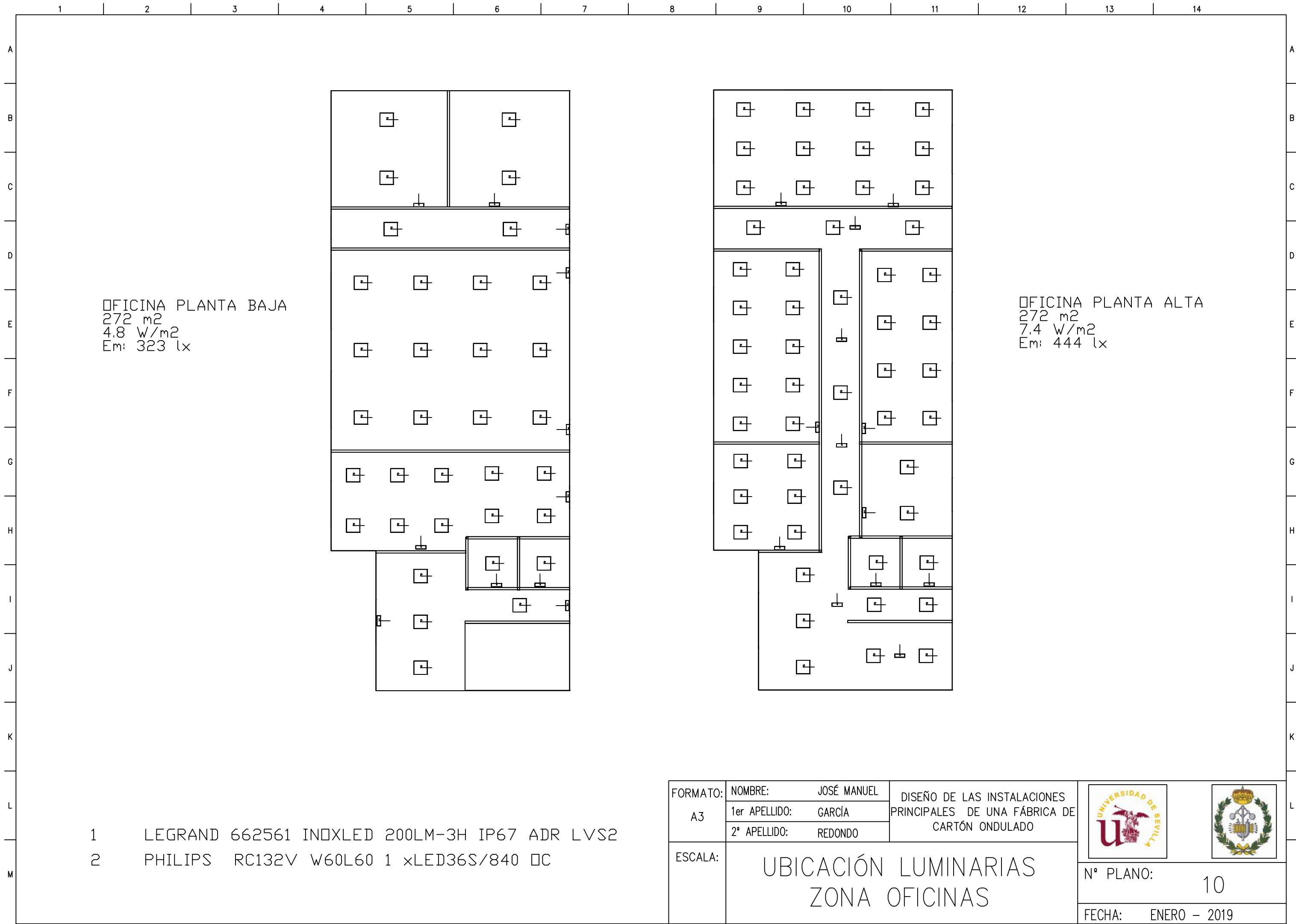




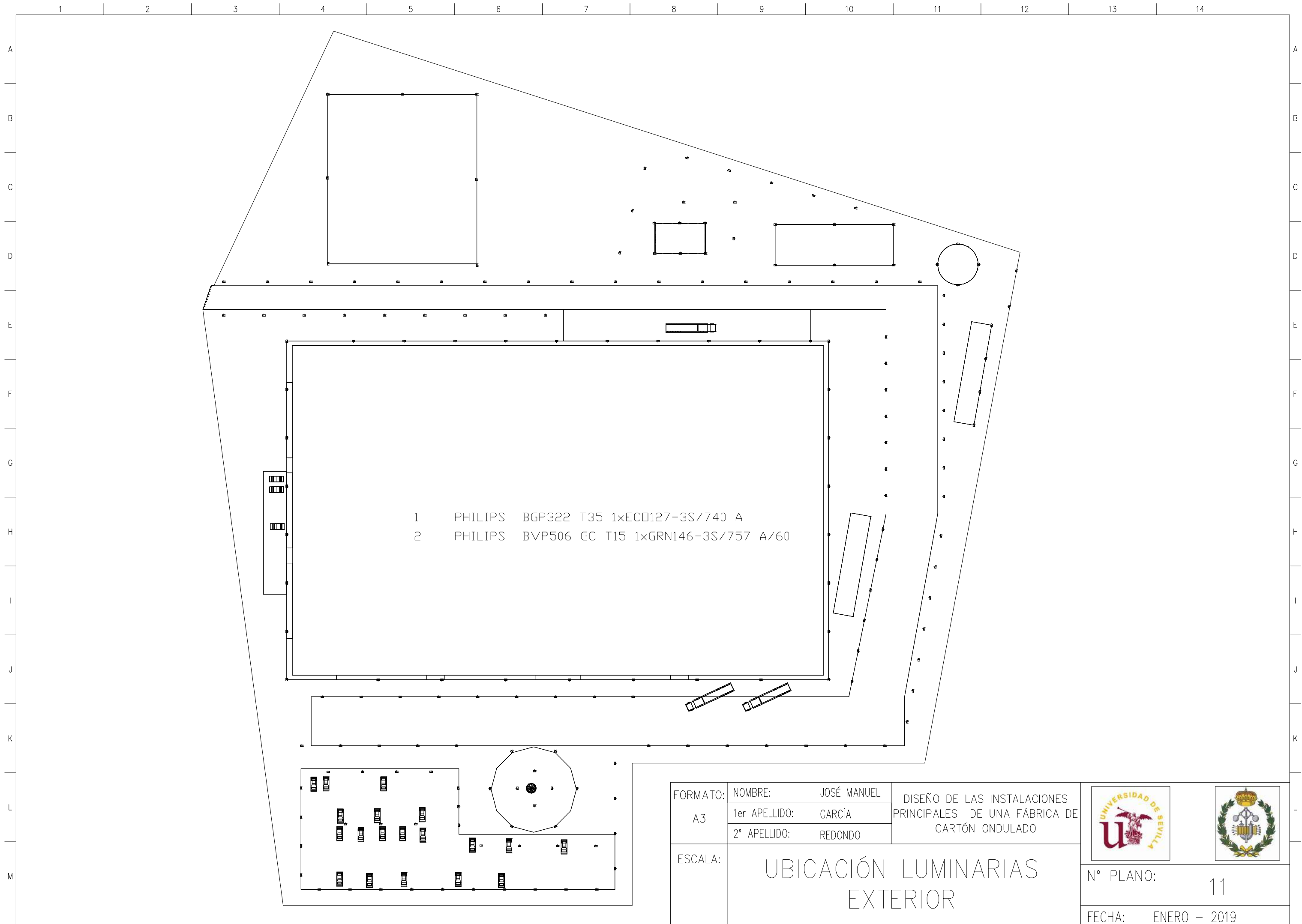














## **DOCUMENTO N° 4: PLIEGO DE CONDICIONES**

---







# Índice del Pliego de condiciones

---

<b>ÍNDICE DEL PLIEGO DE CONDICIONES .....</b>	<b>337</b>
<b>1. DEFINICIÓN Y ALCANCE DEL PLIEGO .....</b>	<b>339</b>
1.1 OBJETO.....	339
1.2 CUERPO NORMATIVO.....	339
1.3 DOCUMENTOS QUE DEFINEN LAS OBRAS .....	339
1.4 COMPATIBILIDAD Y RELACIÓN ENTRE DICHOS DOCUMENTOS .....	340
<b>2. CONDICIONES FACULTATIVAS.....</b>	<b>341</b>
2.1 OBLIGACIONES DEL CONTRATISTA .....	341
2.2 FACULTADES DE LA DIRECCIÓN TÉCNICA .....	343
2.3 DISPOSICIONES VARIAS.....	344
<b>3. CONDICIONES ECONÓMICAS .....</b>	<b>346</b>
3.1 MEDICIONES .....	346
3.2 VALORACIONES .....	347
<b>4. CONDICIONES LEGALES .....</b>	<b>349</b>
4.1 RECEPCIÓN DE OBRAS.....	349
4.2 CARGOS AL CONTRATISTA .....	350
4.3 DISPOSICIONES VARIAS.....	351
<b>5. CONDICIONES TÉCNICAS GENERALES .....</b>	<b>353</b>
<b>6. CUMPLIMIENTO DE LOS PLAZOS.....</b>	<b>354</b>
<b>7. PLAN DE OBRA Y RELACIÓN DE MAQUINARIA.....</b>	<b>355</b>
7.1 MATERIALES EN DEPÓSITO.....	355
7.2 MAQUINARIA Y MEDIOS AUXILIARES .....	355
<b>8. CONTROL DE CALIDAD E INSPECCIÓN Y CONTROL.....</b>	<b>356</b>
<b>9. MANUALES DE MANTENIMIENTO Y PLANOS “AS-BUILT” .....</b>	<b>357</b>







# 1. DEFINICIÓN Y ALCANCE DEL PLIEGO

---

## 1.1 OBJETO

El presente pliego regirá en unión de las disposiciones que con carácter general y particular se indican, y tienen por objeto la ordenación de las condiciones técnico-facultativas que han de regir en la ejecución de las obras correspondientes al Proyecto de Idiseño de las instalaciones principales de una fábrica de cartón ondulado en las instalaciones descritas en el polígono industrial La Dehesa Boyal. (Pozoblanco).

## 1.2 CUERPO NORMATIVO

El cuerpo normativo de aplicación en la ejecución de las obras objeto del presente proyecto será el formado por toda la legislación de obligado cumplimiento que le sea de aplicación en la fecha de la forma del Contrato de adjudicación de las obras.

Si entre la normativa de aplicación existiesen discrepancias, se aplicarán las más restrictivas, salvo que por parte de la Dirección Facultativa se manifieste por escrito lo contrario en el Libro de Órdenes.

Si entre la normativa de aplicación existiese contradicción será la Dirección Facultativa quien manifieste por escrito la decisión a tomar en el Libro de Órdenes.

Será responsabilidad del Contratista cualquier decisión tomada en los supuestos anteriores si esta no está firmada en el Libro de Órdenes por la Dirección Facultativa y por tanto estará obligado a asumir las consecuencias que deriven de las órdenes que debe tomar la Dirección Facultativa para corregir la situación creada.

## 1.3 DOCUMENTOS QUE DEFINEN LAS OBRAS

El presente Pliego, conjuntamente con los otros documentos, memorias, planos y mediciones, forman el proyecto que servirá de base para la ejecución de las obras. Los planos constituyen los documentos que definen la obra en forma geométrica y cuantitativa.



## **1.4 COMPATIBILIDAD Y RELACIÓN ENTRE DICHOS DOCUMENTOS**

Lo mencionado en los Pliegos de Condiciones y omitido en los Planos, o viceversa, habrá de ser ejecutado como si estuviese expuesto en ambos documentos. En caso de contradicción entre los Planos y los Pliegos de Condiciones, prevalecerá lo prescrito en estos últimos.

Las omisiones en Planos y Pliegos de Condiciones o las descripciones erróneas de los detalles de obra que sean manifiestamente indispensables para llevar a cabo el espíritu o la intención expuestos en los Planos y Pliegos de Condiciones, o que, por uso y costumbre, deben ser realizados, no sólo no eximen al contratista de la obligación de ejecutar esos detalles de obra omitidos o erróneamente descritos, sino que, por el contrario, deberán ser ejecutados como si hubieran sido completa y correctamente especificados en los Planos y Pliegos de Condiciones sin que suponga variación en el presupuesto de la unidad o el capítulo.



## **2. CONDICIONES FACULTATIVAS**

---

### **2.1 OBLIGACIONES DEL CONTRATISTA**

#### **Art.1. Condiciones técnicas**

Las presentes condiciones técnicas serán de obligada observación por el contratista a quien se adjudique la obra, el cual deberá hacer constar que las conoce y que se compromete a ejecutar la obra con estricta sujeción a las mismas en la propuesta que formule y que sirva de base a la adjudicación.

#### **Art.2. Marcha de los trabajos**

Para la ejecución del programa de desarrollo de la obra, el contratista deberá tener siempre en la obra un número de obreros proporcionado a la extensión de los trabajos y clases de estos que estén ejecutándose.

#### **Art.3. Personal**

Todos los trabajos han de ejecutarse por personas especialmente preparadas. Cada oficio ordenará su trabajo armónicamente con los demás procurando siempre facilitar la marcha de los mismos, en ventaja de la buena ejecución y rapidez de la construcción, ajustándose a la planificación económica prevista en el proyecto.

El contratista permanecerá en la obra durante la jornada de trabajo, pudiendo estar representado por un encargado apto, autorizado por escrito, para recibir instrucciones verbales y firmar recibos y planos o comunicaciones que se lo dirijan.

#### **Art.4. Precauciones a adoptar durante la construcción**

Las precauciones a adoptar durante la construcción serán las previstas en el REAL DECRETO 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.

El contratista se sujetará a las leyes, Reglamentos y Ordenanzas vigentes, así como a los que se dicten durante la ejecución de las obras.

#### **Art.5. Responsabilidades del contratista**

En la ejecución de las obras que se hayan contratado, el contratista será el único responsable, no teniendo derecho a indemnización alguna por el mayor precio a que pudiera costarle, ni por las erradas maniobras que cometiese durante la construcción, siendo de su cuenta y riesgo e independiente de la inspección del Ingeniero. Asimismo será responsable ante los Tribunales de los accidentes que, por inexperiencia o descuido, sobrevinieran, tanto en la construcción como andamiajes, ateniéndose en todo a las disposiciones de Policía Urbana y leyes comunes sobre la materia.



#### **Art.6. Desperfectos en propiedades colindantes**

Si el contratista causase algún desperfecto en propiedades colindantes tendrá que restaurarlas por su cuenta dejándolas en el estado en que las encontró al comienzo de la obra. El contratista adoptará cuantas medidas encuentre necesarias para evitar la caída de operarios, desprendimiento de herramientas y materiales que puedan herir o matar a alguna persona.

#### **Art.7. Seguro de incendios**

Queda obligado el contratista a asegurar las obras en Compañía de reconocida solvencia inscrita en el Registro de Ministerio de Hacienda en virtud de la vigente Ley de Seguros.

En caso de no asegurar las obras se entiende que es el contratista el asegurador.

La póliza habrá de extenderse con la condición especial de que si bien el contratista la suscribe con dicho carácter es requisito indispensable que, en caso de siniestros una vez justificada su cuantía, el importe íntegro de la indemnización lo cobre la entidad propietaria, para ir pagando la obra que se reconstruya a medida que esta se vaya realizando, previas las certificaciones facultativas, como los demás trabajos de la construcción.

#### **Art. 8. Obligaciones no especificadas**

Es obligación del contratista ejecutar cuanto sea necesario para la terminación completa y buena construcción y aspecto de las obras, aunque algún detalle complementario no se halle expresamente determinado en estas condiciones, siempre que, sin separarse de su espíritu y recta interpretación, lo disponga el Ingeniero-Director.

Las dudas que pudieran ocurrir en las condiciones y demás documentos del contrato se resolverán por el Ingeniero-Director así como la inteligencia e interpretación de los planos, detalles y descripciones debiendo someterse el contratista a lo que dicho facultativo decida.

#### **Art.9. Documentos que puede reclamar el contratista**

El contratista conforme a lo dispuesto en el Pliego de Condiciones, podrá sacar a sus expensas copias de los documentos del Proyecto de Contrata, cuyos originales le serán facilitadas por el Ingeniero-Director, el cual autorizará con su firma las copias, si el contratista lo desea.

#### **Art.10. Seguros**

El contratista estará asegurado en Compañía solvente para cubrir todos los accidentes que ocurran en la obra, si la Compañía no los abonase, los abonará el contratista directamente.

En cualquier momento estos documentos podrán ser exigidos por la propiedad y la Dirección Facultativa.



## **2.2 FACULTADES DE LA DIRECCIÓN TÉCNICA**

### **Art.1. Interpretación de los documentos de Proyecto**

El contratista queda obligado a que todas las dudas que surjan en la interpretación de los documentos del Proyecto o posteriormente durante la ejecución de los trabajos serán resueltas por la Dirección Facultativa de acuerdo con el “Pliego de Condiciones Técnicas de la Dirección General de Arquitectura”, Pliego de Condiciones que queda en su articulado incorporado al presente de Condiciones Técnicas.

Las especificaciones no descritas en el presente Pliego con relación al Proyecto deben considerarse como datos en cuenta en la formulación del Presupuesto por parte de la Empresa que realice las obras así como el grado de calidad de las mismas.

En las circunstancias en que se vertieran conceptos en los documentos escritos que no fueran reflejados en los Planos del Proyecto, el criterio a seguir lo decidirá la Dirección Facultativa de las obras, recíprocamente cuando en los documentos gráficos aparecieran conceptos que no se ven reflejados en los documentos escritos, la especificación de los mismos, será decidida por la Dirección Facultativa de las obras.

La Contrata deberá consultar previamente cuantas dudas estime oportunas para una correcta interpretación de la calidad constructiva y de características del Proyecto.

### **Art.2. Aceptación de materiales**

Los materiales serán reconocidos antes de su puesta en obra por la Dirección Facultativa, sin cuya aprobación no podrán emplearse en dicha obra; para ello la contrata proporcionará al menos dos muestras para su examen por parte de la Dirección Facultativa, ésta se reserva el derecho de desechar aquellos que no reúnan las condiciones que a su juicio, no considere aptas. Los materiales desechados serán retirados de la obra en el plazo más breve. Las muestras de los materiales una vez que hayan sido aceptados, serán guardados juntamente con los certificados de los análisis para su posterior comparación y contraste.

### **Art.3. Mala ejecución**

Si a juicio de la Dirección Facultativa hubiera alguna parte de la obra mal ejecutada, el contratista tendrá la obligación de demolerla y volverla a realizar cuantas veces sea necesario, hasta que quede a satisfacción de dicha Dirección, no otorgando estos aumentos de trabajo derecho a percibir ninguna indemnización de ningún género, aunque las condiciones de mala ejecución de la obra se hubiesen notado después de la recepción provisional, sin que ello pueda repercutir en los plazos parciales o en el total de ejecución de la obra.

### **Art.4. Reformas en el proyecto**

Si durante el curso de las obras el Ingeniero-Director estimase conveniente introducir modificaciones en el proyecto, el contratista estará obligado a realizarlas, siempre y cuando la cantidad de las obras nuevamente proyectadas no aumentasen en una sexta parte las de igual índole, consignadas en el Presupuesto de Contrata, abonándosele la parte que resulte con arreglo a los precios del Proyecto.



## **2.3 DISPOSICIONES VARIAS**

### **Art.1. Replanteo**

Como actividad previa a cualquier otra de la obra se procederá por la Dirección Facultativa a la comprobación del replanteo de las obras en presencia del Contratista marcando sobre el terreno conveniente todos los puntos necesarios para su ejecución. De esta operación se extenderá acta por duplicado que firmará la Dirección Facultativa y la Contrata, la cual, facilitará por su cuenta todos los medios necesarios para la ejecución de los referidos replanteos y señalamiento de los mismos, cuidando bajo su responsabilidad de las señales o datos fijados para su determinación. Asimismo para el resto de replanteos que se verifiquen en obra, estos se realizarán por el Contratista con la consiguiente aprobación de la Dirección Facultativa para el inicio de la correspondiente unidad.

### **Art.2. Libro de Órdenes, Asistencia e Incidencias**

Con objeto de que en todo momento se pueda tener un conocimiento exacto de la ejecución e incidencias de la obra, se llevará, mientras dure la misma, el Libro de Órdenes Asistencia e Incidencias, en el que se reflejarán las visitas facultativas realizadas por la Dirección de la obra, incidencias surgidas y en general, todos aquellos datos que sirvan para determinar con exactitud si por la contrata se han cumplido los plazos y fases de ejecución previstas para la realización del proyecto.

El Ingeniero-Director de la obra, y los demás facultativos colaboradores en la dirección de las mismas, irán dejando constancia, mediante las oportunas referencias, de sus visitas e inspecciones y las incidencias que surjan en el transcurso de ellas y obliguen a cualquier modificación en el proyecto o la ejecución de las obras, las cuales serán de obligado cumplimiento.

Las anotaciones en el Libro de Órdenes, Asistencias e Incidencias, harán fe a efectos de determinar las posibles causas de resolución e incidencias del contrato. Sin embargo, cuando el contratista no estuviese conforme, podrá alegar en su descargo todas aquellas razones que abonen su postura, aportando las pruebas que estime pertinentes. Efectuar una orden a través del correspondiente asiento en este Libro, no será obstáculo para que cuando la Dirección Facultativa lo juzgue conveniente, se efectúe la misma también por oficio. Dicha orden se reflejará también en el Libro de Órdenes.

### **Art.3. Modificaciones en las unidades de Obra**

Cualquier modificación en las unidades de obra que suponga la realización de distinto número de aquellas, más o menos de las figuradas en el estado de mediciones del presupuesto, deberá ser conocida y aprobada previamente a su ejecución por el Director Facultativo, haciéndose constar en el Libro de Obra, tanto la autorización citada como la comprobación posterior de su ejecución.

En caso de no obtener esta autorización, el contratista no podrá pretender, en ningún caso, el abono de las unidades de obra que se hubiesen ejecutado de más respecto a las figuradas en el proyecto.



#### **Art.4. Controles de obra: Pruebas y ensayos**

Se ordenará cuando se estime oportuno, realizar las pruebas y ensayos, análisis y extracción de muestras de obra realizada para comprobar que tanto los materiales como las unidades de obra están en perfectas condiciones y cumplen lo establecido en este Pliego. El abono de todas las pruebas y ensayos será de cuenta de la propiedad.

En caso que sean efectuados pruebas y/o ensayos y no se cumplan las especificaciones recogidas bien en normativa vigente o especificaciones de la Dirección Facultativa, los gastos del ensayo, reparación de los elementos defectuosos y nuevos ensayos, correrán por cuenta del contratista.

#### **Art.5. Correspondencia oficial**

El contratista tendrá derecho a que se le acuse recibo, si lo pide, de las comunicaciones y reclamaciones que dirija al Ingeniero-Director y a su vez está obligado a devolver a dicho Ingeniero, ya en originales, ya en copias, todas las ordenes y avisos que de él reciba poniendo al pie el “enterado” y su firma.

#### **Art.6. Accesos a la obra**

Se facilitarán los accesos a todas las partes de la obra por medio de chaperas, andamiaje con tablones, pasamanos, etc., de tal manera que todas las personas que accedan a los diversos sitios de la obra tengan la seguridad necesaria para la revisión de los diferentes trabajos.

#### **Art.7. Gastos de obra**

Serán por cuenta del promotor salvo que se indique en contrato, los gastos referentes a licencia de obras, honorarios de Proyecto y Dirección Facultativa, así como todos los originados para dotar a la obra de acometidas de agua, electricidad, etc.



## 3. CONDICIONES ECONÓMICAS

---

### 3.1 MEDICIONES

#### **Art.1. Forma de medición**

La medición del conjunto de unidades de obra que constituyen el proyecto se verificará aplicando a cada unidad de obra la unidad de medida que le sea apropiada y con arreglo a las mismas unidades adoptadas en el presupuesto, unidad completa, partida alzada, metros cuadrados, cúbicos o lineales, kilogramos, etc.

Tanto las mediciones parciales como las que se ejecuten al final de la obra, se realizarán conjuntamente con el contratista, levantándose las correspondientes actas que serán firmadas por ambas partes.

Todas las mediciones que se efectúen comprenderán las unidades de obra realmente ejecutadas, no teniendo el contratista derecho a reclamación de ninguna especie por las diferencias que se produjeran entre las mediciones que se ejecuten y las que figuren en el proyecto, así como tampoco por los errores de clasificación de las diversas unidades de obra que figuren en los estados de valoración.

#### **Art.2. Valoración de unidades no expresadas en este Pliego**

La valoración de las obras no expresadas en este Pliego se verificará aplicando a cada una de ellas la medida que le sea más apropiada y en forma de condiciones que estime justas el Ingeniero, multiplicando el resultado final por el precio correspondiente.

#### **Art.3. Equivocaciones en el presupuesto**

Es de suponer que el contratista ha hecho un detenido estudio de los documentos que componen el Proyecto, y por lo tanto, al no haber hecho ninguna observación sobre errores posibles o equivocaciones del mismo, no hay lugar a disposición alguna en cuanto afecta a medidas o precios, de tal suerte que si la obra ejecutada con arreglo al proyecto contiene mayor número de unidades de las previstas, no tiene derecho a reclamación alguna, si por el contrario el número de unidades fuera inferior, se descontará del presupuesto.



## **3.2 VALORACIONES**

### **Art.1. Valoraciones**

Las valoraciones de las unidades de obra que figuran en el presente proyecto, se efectuarán multiplicando el número de estas por el precio unitario asignado a las mismas en el presupuesto.

En el precio unitario aludido en el párrafo anterior se consideran incluidos los gastos del transporte de materiales, las indemnizaciones o pagos que hayan de hacerse por cualquier concepto, así como todo tipo de impuestos fiscales que graven los materiales por el Estado, Provincia o Municipio, durante la ejecución de las obras, y toda clase de cargas sociales. También serán de cuenta del contratista los honorarios, las tasas y demás gravámenes que se originan con ocasión de las inspecciones, aprobación y comprobación de las instalaciones con que esté dotado el inmueble.

El contratista no tendrá derecho por ello a pedir indemnización alguna por las causas enumeradas. En el precio de cada unidad de obra van comprendidos los de todos los materiales accesorios y operaciones necesarias para dejar la obra terminada y en disposición de recibiese.

### **Art.2. Valoración de las obras no incluidas ó incompletas**

Las obras no incluidas se abonarán con arreglo a precios consignados en el Presupuesto, sin que pueda pretenderse cada valoración de la obra fraccionada en otra forma que la establecida en los cuadros de descomposición de precios.

### **Art.3. Precios contradictorios**

Si ocurriese algún caso excepcional e imprevisto en el cual fuese necesaria la designación de precios contradictorios entre la propiedad y el contratista, estos precios deberán fijarse con arreglo a los determinados para unidades análogas, después de haber convenido lo mismo el Ingeniero en representación de la Propiedad y el contratista.

### **Art.4. Relaciones valoradas**

El Contratista de la obra formulará mensualmente una relación valorada de los trabajos ejecutados desde la anterior liquidación con sujeción a los precios del presupuesto.

La Dirección Facultativa, que presenciara las operaciones de valoración y medición, tendrá un plazo de diez días para examinarlas. Deberá dentro de este plazo dar su conformidad o, en caso contrario, hacer las observaciones que considere convenientes.

Estas relaciones valoradas no tendrán más que carácter provisional a buena cuenta, y no supone la aprobación de las obras que en ellas se comprenden. Se formará multiplicando los resultados de la medición por los precios correspondientes, y descontando si hubiera lugar la cantidad correspondiente al tanto por ciento de baja o mejora producido en la licitación.



#### **Art.5. Obras que se abonarán al contratista: Precio de las mismas**

Se abonarán al contratista la obra que realmente se ejecute con sujeción al proyecto que sirve de base al contrato, o a las modificaciones del mismo, autorizadas por la superioridad, o a las órdenes que con arreglo a sus facultades le haya comunicado por escrito el Director de la obra, siempre que dicha obra se halle ajustada a los preceptos del contrato y sin que su importe pueda exceder de la cifra total de los presupuestos aprobados. Por consiguiente, el número de unidades que se consignan en el Proyecto o en el Presupuesto no podrá servirle de fundamento para entablar reclamaciones de ninguna especie, salvo en los casos de rescisión.

Tanto en las certificaciones de obra como en la liquidación final, se abonarán las obras hechas por el contratista a los precios de ejecución material que figuran el presupuesto para cada unidad de obra.

Si excepcionalmente se hubiera realizado algún trabajo que no se halle reglado exactamente en las condiciones de la contrata pero que sin embargo sea admisible a juicio del Director, se dará conocimiento de ello, proponiendo a la vez la rebaja de precios que se estime justa, y si aquella resolviese aceptar la obra, quedará el contratista obligado a conformarse con la rebaja acordada.

Cuando se juzgue necesario emplear materiales para ejecutar obras que no figuren en el proyecto, se evaluará su importe a los precios asignados a otras obras o materiales análogos si los hubiera, y cuando no, se discutirá entre el Director de la obra y el contratista, sometidos a la aprobación superior. Los nuevos precios convenidos por uno u otro procedimiento se sujetarán siempre a lo establecido en el contrato general de la obra.

Al resultado de la valoración hecha de este modo, se le aumentará el tanto por ciento adoptado para formar el presupuesto de la contrata, y de la cifra que se obtenga se descontará lo que proporcionalmente corresponda a la rebaja hecha, en el caso de que exista ésta.

Cuando el contratista, con la autorización del Director de la obra emplease materiales de más esmerada preparación o de mayor tamaño que lo estipulado en el proyecto, sustituyéndose la clase de fábrica por otra que tenga asignado mayor precio, ejecutándose con mayores dimensiones o cualquier otra modificación que resulte beneficiosa a juicio de la Propiedad, no tendrá derecho, sin embargo, sino a lo que correspondería si hubiese construido la obra con estricta sujeción a lo proyectado y contratado.

#### **Art.6. Abono de las partidas alzadas**

Las cantidades calculadas para obras accesorias, aunque figuren por una partida alzada del presupuesto, no serán abonadas sino a los precios de la contrata, según las condiciones de la misma y los proyectos particulares que para ellos se formen o en su defecto, por lo que resulte de la medición final.

Para la ejecución material de las partidas alzadas figuradas en el proyecto de obra, deberá obtenerse la aprobación de la Dirección Facultativa. A tal efecto, antes de proceder a su realización se someterá a su consideración el detalle desglosado del importe de la misma, el cual, si es de conformidad podrá ejecutarse.



## 4. CONDICIONES LEGALES

---

### 4.1 RECEPCIÓN DE OBRAS

#### **Art.1. Recepción de las obras**

Una vez terminadas las obras, y hallándose en las condiciones exigidas, se procederá a la recepción de las mismas.

Al acto de recepción concurrirán la propiedad, el facultativo encargado de la dirección de la obra y el contratista, levantándose el acta correspondiente. En caso de que las obras no se hallen en estado de ser recibidas se actuará conforme a lo dispuesto en contrato establecido.

El plazo de la garantía comenzará a contarse a partir de la fecha de la recepción de la obra. Al realizarse la recepción de las obras deberá presentar el contratista las pertinentes autorizaciones de los Organismos oficiales de la provincia para el uso y puesta en servicio de las instalaciones que así lo requieran. No se efectuará esa recepción de las obras si no se cumple este requisito.

#### **Art.2. Plazo de garantía**

Sin perjuicio de las garantías que expresamente se detallan en el contrato el contratista garantiza en general todas las obras que ejecute, así como los materiales empleados en ellas y su buena manipulación.

El plazo de garantía será el establecido en contrato y durante este período el contratista corregirá los defectos observados, eliminará las obras rechazadas y reparará las averías que por dicha causa se produzcan, todo ello por su cuenta y sin derecho a indemnización alguna, ejecutándose en caso de resistencia dichas obras por la Administración con cargo a la fianza.

El contratista garantiza a la Propiedad contra toda reclamación de tercera persona, derivada del incumplimiento de sus obligaciones económicas o disposiciones legales relacionadas con la obra. Una vez aprobada la recepción y liquidación definitiva de las obras, la Propiedad tomará acuerdo respecto a las retenciones efectuadas.

Tras la recepción de la obra el contratista quedará relevado de toda responsabilidad salvo lo referente a los vicios ocultos de la construcción debidos a incumplimiento doloso del contrato por parte del empresario, de los cuales responderá en el término de 10 años. Transcurrido este plazo quedará totalmente extinguida la responsabilidad.



### **Art.3. Pruebas para la recepción**

Con carácter previo a la ejecución de las unidades de obra, los materiales habrán de ser reconocidos y aprobados por la Dirección Facultativa. Si se hubiese efectuado su manipulación o colocación sin obtener dicha conformidad deberán ser retirados todos aquellos que la citada dirección rechaza, dentro de un plazo de treinta días.

El contratista presentará oportunamente muestras de cada clase de material a la aprobación de la Dirección Facultativa, las cuales conservarán para efectuar en su día comparación o cotejo con los que se empleen en obra.

Siempre que la Dirección Facultativa lo estime necesario serán efectuadas por cuenta de la contrata las pruebas y análisis que permitan apreciar las condiciones de los materiales a emplear.

## **4.2 CARGOS AL CONTRATISTA**

### **Art.1. Planos para las instalaciones**

El contratista, de acuerdo con la Dirección Facultativa entregará en el acto de la recepción provisional, los planos de todas las instalaciones ejecutadas en la obra, con las modificaciones o estado definitivo en que hay quedado.

### **Art.2. Autorizaciones y Licencias**

El contratista se compromete igualmente a entregar las autorizaciones que perceptivamente tienen que expresar las delegaciones Provinciales de Industria, Sanidad, etc, y autoridades locales, para la puesta en servicio de las referidas instalaciones.

Son también de cuenta del contratista todos los arbitrios, licencias municipales, vallas, alumbrado, multas, etc, que ocasionen las obras desde su inicio hasta su total terminación, salvo que se especifique lo contrario en el contrato entre la Propiedad y el contratista.

### **Art.3. Conservación durante el plazo de garantía**

El contratista durante el tiempo que media entre la recepción provisional y la definitiva, será el conservador de las obras, donde tendrá el personal suficiente para atender a todas las averías y reparaciones que puedan presentarse, aunque el establecimiento fuese ocupado o utilizado por la propiedad antes de la recepción definitiva.



## **4.3 DISPOSICIONES VARIAS**

### **Art.1. Normas de aplicación**

Para todo aquello no detallado expresamente en los artículos anteriores, y en especial sobre las condiciones que deberán reunir los materiales que se emplean en obra, así como la ejecución de cada unidad de obra, y las normas para su medición y valoración regirá el Pliego de Condiciones Técnicas de la Dirección General de Arquitectura.

Se cumplimentarán todas las normas vigentes y las sucesivas que se publiquen en el transcurso de las obras.

### **Art.2. Suspensión de las obras**

Cuando la entidad propietaria desee suspender la ejecución de las obras tendrá que avisarlo con un mes de anticipación y el contratista tendrá que suspender los trabajos sin derecho a indemnización, siempre que se le abone el importe de la obra ejecutada y el valor de los materiales acumulados al pie de obra, al precio corriente en la localidad; igual se hará en los casos de rescisión justificada.

Si la suspensión de las obras fuese motivada por el contratista, el propietario se reserva el derecho a la rescisión del contrato, abonando al contratista tan sólo la obra ejecutada con pérdida de la retención como indemnización de perjuicios irrogados a la entidad propietaria; quedando obligado el contratista a responder de los perjuicios superiores a esta cantidad, salvo que se indique lo contrario en el contrato.

En caso de muerte o de quiebra del contratista, quedará rescindida la contrata, a no ser que los herederos o los síndicos de la quiebra ofrezcan llevarla a cabo bajo las condiciones estipuladas en la misma. El propietario puede admitir o desechar el ofrecimiento, sin que en este caso tengan aquéllos derecho a indemnización alguna.

Tanto en estos casos de rescisión como en los que legalmente se pudiesen presentar, las herramientas y demás elementos de trabajo que sean de pertenencia del contratista, tendrá éste obligación a recogerlos en un plazo de ocho días; de no ser así se entiende que los abandona a favor de la obra.

### **Art.3. Prorroga de las obras**

Si se diese el caso de que por alguna contingencia, la Empresa Constructora solicitase una ampliación de plazo para la terminación de las obras, este se determinará de acuerdo con la Dirección Facultativa y siempre y cuando las causas alegadas sean por motivos ajenos al discurrir normal de la obra.



#### **Art.4. Rescisión de contrato**

En caso de que hubiese rescisión de contrato, la valoración de las obras incompletas se haría aplicando los precios del presupuesto, sin que el contratista tenga derecho alguno a reclamación. Si no existiesen precios descompuestos, o en el precio dado no estuviesen claramente especificados, se aplicarán a los materiales los precios corrientes de almacén de la localidad.

#### **Art.5. Personal en obra**

Todo el personal que desarrolle cualquier actividad en la obra, deberá tener su situación laboral de acuerdo con la legislación vigente.



## **5. CONDICIONES TÉCNICAS GENERALES**

---

### **Art.1. Calidades de los materiales**

Todos los materiales a emplear en la presente obra serán de primera calidad y reunirán las condiciones exigidas vigentes referentes a materiales y prototipos de construcción.

### **Art. 2. Pruebas y ensayos de los materiales**

Todos los materiales a que este capítulo se refiere podrán ser sometidos a los análisis o pruebas, por cuenta de la propiedad, que se crean necesarios para acreditar su calidad. Cualquier otro que haya sido especificado y sea necesario emplear deberá ser aprobado por la Dirección de las obras, bien entendido que será rechazado el que no reúna las condiciones exigidas por la buena práctica de la construcción.

### **Art. 3. Materiales no consignados en proyecto**

Los materiales no consignados en proyecto que dieran lugar a precios contradictorios reunirán las condiciones de bondad necesarias, a juicio de la Dirección Facultativa, no teniendo el contratista derecho a reclamación alguna por estas condiciones exigidas.

### **Art. 4. Condiciones generales de ejecución**

Todos los trabajos, incluidos en el presente proyecto se ejecutarán esmeradamente, con arreglo a las buenas prácticas de la construcción, de acuerdo con las condiciones establecidas en el Pliego de Condiciones de la Edificación de la Dirección General de Arquitectura y cumpliendo estrictamente las instrucciones recibidas por la Dirección Facultativa, no pudiendo por tanto servir de pretexto al contratista el bajo contrato, para variar esa esmerada ejecución, ni la primerísima calidad de las instalaciones proyectadas en cuanto a sus materiales y mano de obra, ni pretender proyectos adicionales.



## 6. CUMPLIMIENTO DE LOS PLAZOS

---

El contratista está obligado al cumplimiento de los plazos parciales fijados definitivamente por la Administración, así como del plazo final para la total terminación de obra.

Si el retraso fuera producido por motivos no imputables al contratista y ésta se ofreciera a cumplir sus compromisos mediante prórroga del tiempo convenido, se concederá por la Administración un plazo que será, por lo menos, igual al tiempo perdido.

El contratista dará comienzo a las obras una vez firmada el Acta de Inicio de las mismas.



## **7. PLAN DE OBRA Y RELACIÓN DE MAQUINARIA**

---

Al inicio de las obras, el contratista estará obligado ante el requerimiento de la Dirección Facultativa a complementar el Plan de Obra que hay previsto con la relación de medios humanos y su cualificación profesional, así como con la relación de medios auxiliares y maquinaria que se compromete a mantener durante la ejecución de las obras.

Asimismo, el contratista deberá aumentar los medios auxiliares y personal técnico, siempre que la Administración compruebe que ello es necesario para el desarrollo de las obras en los plazos previstos.

La aceptación del Plan de Obra y de la relación de medios auxiliares propuestos no implicará exención alguna de responsabilidad para el contratista, en caso de incumplimiento de los plazos parciales o del final.

### **7.1 MATERIALES EN DEPÓSITO**

Los materiales que se entreguen por la Administración al contratista se considerarán en depósito desde el momento de la entrega, siendo el contratista responsable de su custodia y conservación hasta tanto la obra sea recibida.

A tal fin, el contratista responde con la fianza de cumplimiento de los daños, deterioros, pérdidas, extravíos, robos o cualquier otro accidente que puedan sufrir los citados materiales.

### **7.2 MAQUINARIA Y MEDIOS AUXILIARES**

Toda la maquinaria y medios auxiliares empleados por el contratista serán de su exclusiva cuenta, sin que en ningún caso pueda exigirse que la Administración se las abone, ya que su coste presumible y gastos de amortización y conservación han sido tenidos en cuenta en la formación de los distintos precios. No podrá, el contratista, alegando lo costoso de las instalaciones auxiliares, exigir que se le abone cantidad alguna en concepto de anticipo sobre dichos medios.



## 8. CONTROL DE CALIDAD E INSPECCIÓN Y CONTROL

---

Previamente al inicio de las obras, el contratista deberá presentar al Ingeniero-Director, para su aprobación, el Plan de Control de Calidad y el de Puntos de Inspección y Control de la obra, que será de aplicación tanto a la obra civil como a los equipos eléctricos y mecánicos a instalar.

Para la ejecución de todas las unidades de obra, estas se someterán a los controles establecidos por la normativa legal de vigente aplicación, o los que por cualquier motivo considerase necesario la Dirección Facultativa, siendo el coste de los mismos por cuenta del contratista.

En los mencionados planes se recogerá de forma clara la identificación de cada unidad de obra, el tipo de ensayo a realizar y la normativa de aplicación, la frecuencia de realización de cada tipo de ensayo, y las condiciones de aceptación o rechazo. Para materiales y equipos definirá los certificados de origen, pruebas y garantías que deberá aportar el proveedor de los mismos, así como las pruebas y ensayos a realizar en obra, la frecuencia de los mismos y las condiciones de aceptación o rechazo.



## 9. MANUALES DE MANTENIMIENTO Y PLANOS “AS-BUILT”

---

Concluidas las obras, el contratista está obligado a entregar los “Manuales de mantenimiento” de aquellas instalaciones o equipos que hubiese instalado, así como los planos “As-Built” de todas las obras realizadas. Tanto los manuales como los planos se entregarán por triplicado. En los citados manuales de mantenimiento se recogerán, tanto la descripción detallada de los equipos o instalaciones, como lista de repuestos, operaciones de mantenimiento preventivo y operativo y, en general, todo lo necesario para el correcto funcionamiento y conservación de las citadas instalaciones y/o equipos.







## **DOCUMENTO N° 5: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD**

---







# Índice del Estudio de Seguridad y Salud

<b>ÍNDICE DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD .....</b>	<b>361</b>
<b>1. MEMORIA DESCRIPTIVA.....</b>	<b>363</b>
1.1 ANTECEDENTES Y OBJETO .....	363
1.2 IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA.....	364
1.2.1 Tipo de obra .....	364
1.2.2 Situación.....	365
1.2.3 Accesos comunicaciones e infraestructuras .....	365
1.2.4 Servicios y redes de distribución afectadas por la obra .....	365
1.2.5 Autor del Estudio de Seguridad y Salud .....	365
1.2.6 Presupuesto total de ejecución material de la obra .....	365
1.3 NORMAS DE SEGURIDAD APLICABLES A LA OBRA.....	366
1.4 DESCRIPCIÓN, CARACTERÍSTICAS Y PROGRAMACIÓN DE LA OBRA.....	367
1.4.1 Características generales de la obra .....	367
1.4.2 Fases de ejecución de la obra .....	367
1.4.3 Oficinas, maquinaria y medios auxiliares previstos para la ejecución de la obra .....	376
1.5 ANÁLISIS GENERAL DE LOS RIESGOS Y PREVENCIÓN DE LOS MISMOS.....	378
1.5.1 Riesgo de Incendio.....	407
1.5.2 Relación de protecciones colectivas .....	407
1.5.3 Relación de equipos de protección individual.....	407
1.6 SEÑALIZACIÓN DE LOS RIESGOS.....	409
1.6.1 Señalización de los riesgos del trabajo.....	409
1.6.2 Señalización vial.....	409
1.7 INSTALACIONES PROVISIONALES PARA LOS TRABAJADORES.....	410
1.8 PREVENCIÓN ASISTENCIAL EN CASO DE ACCIDENTE LABORAL .....	410
1.8.1 Primeros auxilios.....	410
1.8.2 Evacuación de Accidentados.....	410
1.9 OBLIGACIONES DEL PROMOTOR .....	411
1.10 COORDINADOR EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD .....	411
1.11 PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO .....	412
1.12 OBLIGACIONES DE CONTRATISTAS Y SUBCONTRATISTAS .....	412
1.13 OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES AUTÓNOMOS .....	413
1.14 LIBRO DE INCIDENCIAS .....	415
1.15 PARALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS.....	416
1.16 DERECHOS DE LOS TRABAJADORES .....	416
1.17 DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD QUE DEBEN APLICARSE EN OBRAS .....	416
<b>2. PLIEGO DE CONDICIONES.....</b>	<b>417</b>
2.1 CONDICIONES GENERALES .....	417
2.1.1 De la planificación y organización de la Seguridad y Salud .....	417
2.1.2 De la formación e información .....	420
2.1.3 Asistencia médico-sanitaria .....	421
2.1.4 Medidas de emergencia.....	423
2.2 CONDICIONES DE ÍNDOLE TÉCNICA .....	424
2.2.1 Locales y servicios de salud y bienestar .....	424
2.2.2 De la organización de la obra .....	425
2.2.3 De las medidas generales durante la ejecución de la obra .....	428
2.2.4 De los locales y los servicios complementarios.....	431
2.2.5 De las instalaciones para suministros provisionales de obras.....	432



2.2.6	<i>De los equipos de trabajo</i> .....	435
2.2.7	<i>De los equipos de protección</i> .....	438
2.2.8	<i>De las señalizaciones</i> .....	441
2.2.9	<i>De los criterios de medición y valoración</i> .....	442
2.3	CONDICIONES DE ÍNDOLE ECONÓMICA .....	443
2.3.1	<i>Plan de seguridad y salud</i> .....	443
2.3.2	<i>Certificaciones</i> .....	443
2.3.3	<i>Modificaciones</i> .....	444
2.3.4	<i>Liquidación</i> .....	444
2.3.5	<i>Valoración de unidades incompletas</i> .....	445
<b>3.</b>	<b>PLANOS Y FICHAS</b> .....	<b>447</b>
3.1	PLANOS DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD .....	447



# 1. MEMORIA DESCRIPTIVA

---

## 1.1 ANTECEDENTES Y OBJETO

**S**e redacta el presente Estudio de Seguridad y Salud de acuerdo con lo establecido en el apartado 1 del Artículo 4 del R.D. 1627/1997 por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

Es el objetivo del presente Estudio de Seguridad la prevención de todos los riesgos que indudablemente se producen en cualquier proceso laboral y está encaminado a proteger la integridad de las personas y los bienes, indicando y recomendando los medios y métodos que habrán de emplearse, así como las secuencias de los procesos laborales adecuados en cada trabajo específico, a fin de que contando con la colaboración de todas las personas que intervienen en los trabajos a conseguir un RIESGO NULO durante el desarrollo de los mismos.

Se atenderá especialmente a los trabajos de mayor riesgo, y se cuidarán las medidas para las protecciones individuales y colectivas, señalizaciones, instalaciones provisionales de obra y primeros auxilios.

Este Estudio se redacta en tanto sirva no solo de cumplimiento de la Ley, sino que pueda ser guía y directriz práctica durante la ejecución de las obras y sobre todo, la interpretación del futuro Plan de Seguridad que deben emitir las empresas constructoras de estas obras. Es por eso que se hace en este Estudio, referencia a los deberes y derechos en materia de Seguridad e Higiene en el Trabajo, que en el marco de las relaciones laborales se fijan en la legalidad vigente, normas y códigos.

Así, en nuestra Constitución, Art. 40.2.- “Los poderes públicos fomentarán una política que garantice la formación y la readaptación profesional y velarán por la Seguridad e Higiene en el Trabajo.”

En el Estatuto de los Trabajadores, Art.4.2.d.-...”tienen derecho a su integridad física, y a una política adecuada en materia de Seguridad en el Trabajo...” en el Art.19.1.-...”Protección eficaz en materia de Seguridad e Higiene en el Trabajo, durante la prestación de sus servicios...” Art. 19.3.-...”inspección control y participación por medio de sus representantes legales...”.

La figura del Vigilante, sustituida hoy por un Delegado de Prevención en la nueva Ley, vigente, así como los Comités de Seguridad que se sustituyen por los Comités de Seguridad y Salud, el Coordinador en materia de Seguridad durante la fase de Proyecto y durante la fase de Obra, el Aviso Previo del promotor a la autoridad laboral competente y el mayor rango de todas estas disposiciones, adecuación a las Directivas de la CEE y en concreto a la Directiva 92/57/CEE, constituyen los órganos precisos para determinar el cuerpo básico de garantías de protección para los trabajadores, dentro del marco eficaz de una política coherente con el resto de países de la C.E.E.



Como resumen sintetizado de los objetivos que éste Plan pretende alcanzar, se enumeran los siguientes según el R.D. 1627/7/1997 y en su Art. 8. Principios generales aplicables al Proyecto de obras, y además:

Garantizar la salud e integridad física de los trabajadores, con aplicación del Art. 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, (31/1995/8 de Noviembre) “Principios de Acción Preventiva” que dice:

- Evitar los riesgos.
- Evaluar los riesgos que no se pueden evitar.
- Combatir los riesgos en sus orígenes.
- Adaptar el trabajo a la persona...atenuar la monotonía... lo repetitivo...
- Tener en cuenta la evolución de la técnica.
- Sustituir lo peligroso por lo que entrañe poco o ningún riesgo.
- Planificar la prevención buscando un conjunto coherente...
- Adoptar medidas que antepongan la protección colectiva a la individual.
- Dar las debidas instrucciones a los trabajadores.
- Evitar acciones o situaciones peligrosas por imprevisión, insuficiencias o faltas de medios.
- Delimitar y esclarecer atribuciones y responsabilidades en materia de Seguridad, a las personas que intervienen en el proceso constructivo.
- Determinar los costos de las medidas de protección y prevención.
- Definir la clase de medidas de protección a emplear en función del riesgo. Ante la duda, se dispondrá la protección más completa.
- Detectar a tiempo los riesgos que se derivan de la problemática de la obra.
- Aplicar técnicas de ejecución que reduzcan los riesgos lo más posible.

Se investigarán y analizarán los accidentes que ocurran. Se estudiará el origen. Se rechazarán por sistema las causas “fortuitas”, se esclarecerán los hechos. Se buscará la trayectoria y trazabilidad de lo ocurrido. Se dispondrán los medios para que no se repitan las causas.

En aplicación de este Estudio de Seguridad y Salud, el contratista de la obra elaborará el Plan de Seguridad y Salud en el trabajo aplicable a la obra, en el que se analizarán, estudiarán, desarrollarán y complementarán las previsiones contenidas en este estudio, en función de sus propios sistemas y medios de ejecución de la obra.

## **1.2 IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA**

### **1.2.1 Tipo de obra**

La obra, objeto del presente Estudio de Seguridad y Salud, consiste en la ejecución de las obras necesarias para el Proyecto de diseño de las instalaciones principales de una fábrica de cartón ondulado, en las instalaciones del polígono industrial Dehesa Boyal (Pozoblanco).

Para ello, se ejecutarán todas las partidas necesarias de obra civil, estructura metálica, equipos e instalaciones imprescindibles para su construcción.



### **1.2.2 Situación**

- Ubicación: Término municipal de Pozoblanco
- Ciudad: Término municipal de Pozoblanco
- Provincia: Córdoba.

### **1.2.3 Accesos comunicaciones e infraestructuras**

La zona de actuación se encuentra totalmente urbanizada, por lo que dispone de viales de acceso, y todas las infraestructuras de instalaciones necesarias para las acometidas de electricidad, agua, saneamiento y telefonía.

### **1.2.4 Servicios y redes de distribución afectadas por la obra**

No se afectan servicios ni redes de distribución públicas, salvo las interferencias previsibles derivadas del tránsito de camiones.

### **1.2.5 Autor del Estudio de Seguridad y Salud**

- Técnico: José Manuel García Redondo
- Titulación: Ingeniero técnico Industrial, especialidad Electricidad

### **1.2.6 Presupuesto total de ejecución material de la obra**

El presupuesto total de ejecución material de la obra asciende a 2.164.379,51 €



### **1.3 NORMAS DE SEGURIDAD APLICABLES A LA OBRA**

- Ley 31/ 1.995 de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 485/1.997 sobre Señalización de seguridad en el trabajo.
- Real Decreto 486/1.997 sobre Seguridad y Salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 487/1.997 sobre Manipulación de cargas.
- Real Decreto 773/1.997 sobre Utilización de Equipos de Protección Individual.
- Real Decreto 39/1.997. Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 1215/1.997 sobre Utilización de Equipos de Trabajo.
- Real Decreto 1627/1.997 por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Estatuto de los Trabajadores.
- Ordenanza de Trabajo de la Construcción, Vidrio y Cerámica, en los títulos no derogados.

Adicionalmente, serán de aplicación las Condiciones Técnicas y Prescripciones Reglamentarias de aplicación a cada uno de los trabajos.



## **1.4 DESCRIPCIÓN, CARACTERÍSTICAS Y PROGRAMACIÓN DE LA OBRA**

### **1.4.1 Características generales de la obra**

Como ya anteriormente se ha indicado, la obra objeto del presente Estudio de Seguridad y Salud, consistente al Proyecto de diseño de las instalaciones principales de una fábrica de cartón ondulado, en las instalaciones del polígono industrial Dehesa Boyal (Pozoblanco).

### **1.4.2 Fases de ejecución de la obra**

En coherencia con las características de la obra, se han previsto las siguientes fases de ejecución:

- MOVIMIENTO DE TIERRAS.
- EJECUCIÓN DE CIMENTACIÓN.
- EJECUCIÓN DE ESTRUCTURA.
- MONTAJE DE EQUIPOS.
- MONTAJE DE TUBERIAS.
- MONTAJE DE VALVULERIA.
- MONTAJE DE INSTRUMENTACION.
- CALORIFUGADO DE TUBERIAS.
- MONTAJE DE INSTALACIONES ELECTRICAS EN MEDIA TENSION
- MONTAJE DE INSTALACIONES ELECTRICAS EN BAJA TENSION.
- CABLEADO DE INSTRUMENTACION.
- SISTEMA DE CONTROL.

#### **Movimiento de tierras:**

La excavación de la zona hasta la cota de cimentación deberá ser realizada con maquinaria debidamente matriculada, con la documentación de maquinista y maquina debidamente legalizada.

#### **Desarrollo de las fases de trabajo:**

Antes de empezar cualquier trabajo

- Se precisa conocer las reglas y recomendaciones que aconseja el contratista de la obra. Así mismo deben seguirse las recomendaciones especiales que realice el encargado de la obra.
- El conductor deberá usar prendas de protección personal:
- Casco protector de la cabeza: Habitualmente la cabeza del conductor está protegida con cabina, pero es indispensable el uso del casco protector cuando se abandona la misma para circular por la obra. El casco de seguridad estará homologado (MT-1).



- Botas de seguridad antideslizantes: El calzado de seguridad es importante debido a las condiciones en las que se suele trabajar en la obra (con barro, agua, aceite, grasas, etc.).
- Protección de los oídos: Cuando el nivel de ruido sobrepase el margen de seguridad establecido y en todo caso, cuando sea superior a 80 dB, será obligatorio el uso de auriculares o tapones. Serán homologados (MT-2).
- Ropa de trabajo: No se deben utilizar ropas de trabajo sueltas que puedan ser atrapadas por elementos en movimiento. Eventualmente, cuando las condiciones atmosféricas lo aconsejen y el puesto de mando carezca de cabina, el conductor deberá llevar ropa que le proteja de la lluvia.
- Guantes: El conductor deberá disponer de guantes adecuados para posibles emergencias de conservación durante el trabajo.
- Protección de la vista: Así mismo, y cuando no exista cabina, el conductor deberá hacer uso de gafas de seguridad a fin de protegerse de la proyección de partículas en operaciones de excavación.
- Toda prenda de protección personal estará homologada siempre que lo exija la normativa vigente.

Se conocerán las normas de circulación en la zona de trabajo, las señales y balizamientos utilizados tales como: banderolas, vallas, señales manuales, luminosas y sonoras.

Cuando se deba trabajar en la vía pública, la máquina deberá estar convenientemente señalizada de acuerdo con lo indicado en el Código de Circulación.

El conductor deberá conocer la zona de trabajo, además de:

- Conocer el plan de circulación de la obra y cada día informarse de los trabajos realizados que puedan constituir un riesgo: zanjas abiertas, tendido de cables, etc.
- Conocer la altura de la máquina circulando y trabajando, así como las zonas de altura limitada o estrechas.
- Con el tren de rodadura de ruedas de goma, circular con precaución o velocidad lenta en zonas de polvo, barro o suelo helado
- Realizar un buen mantenimiento de las zonas de circulación.
- Al Arrancar la máquina:
- Comprobar que ninguna persona se encuentra en las cercanías de la máquina, y si hay alguien, hacer que se aparte de sus inmediaciones.
- Secarse las manos, quitarse el fango de los zapatos antes de subir a la máquina
- Utilizar empuñaduras y estribos para subir, si están estropeados se repararán.
- Verificar regulación del asiento.
- Seguir las instrucciones del manual del constructor.
- En terreno con pendiente seguir las siguientes medidas preventivas:
- No bajar de lado



- Para desplazarse sobre un terreno en pendiente, orientar el brazo de la maquina hacia la parte de abajo, tocando casi el suelo.
- Para extracción, trabajar de cara a la pendiente.
- Al parar, orientar el equipo hacia la parte alta de la pendiente y apoyarlo en el suelo.
- Una pendiente se baja con la misma velocidad que se sube.
- No bajar nunca una pendiente con el motor parado o en punto muerto, bajar con una marcha puesta.
- En trabajos de demolición seguir las siguientes premisas:
- No derribar con la cuchara elementos de construcción en los que la altura por encima del suelo es superior a la longitud de la proyección horizontal del brazo en acción.
- Tapar los huecos del suelo antes de circular. Si esto no es posible, balizar la zona.
- Cuando se realicen rampas, no utilizar vigas de madera o hierro que puedan dejar oquedades.
- Equipar a la cabina de una estructura que proteja al conductor contra la caída de materiales.
- Si se trabaja en lugar peligroso:
- Cuando se trabaja en zanja, en cantera, junto a taludes en los que haya peligro de caída de materiales o de vuelco de la maquina se equipará la retroexcavadora con cabina antivuelco y contra caída de objetos.
- Si se entra en una galería oscura, encender los faros y las luces de posición.

Al finalizar la jornada de trabajo se han de seguir una serie de medidas preventivas, tales como:

Llenado de carburante:

- Cuando se llene el depósito no fumar y tener el motor parado.
- Colocarse a favor del viento para no quedar salpicado.
- Cerrar bien el tapón del depósito.

Al aparcar la máquina:

- Es preferible parar la maquina en terreno llano, calzar las ruedas y apoyar el equipo en el suelo.
- El suelo donde se estacione la maquina será firme y sólido; en invierno no estacionar la maquina en el barro o en charcos de agua, ya que puede helar.
- Para parar la máquina, consultar el manual del constructor.
- Colocar todos los mandos en punto muerto.
- Colocar el freno de parada y desconectar la batería
- Quitar la llave de contacto y guardarla el maquinista, asimismo cerrar la puerta de la cabina.
- Bajar de la cabina utilizando las empuñaduras y escalones diseñados para ello. Siempre mirando a la máquina.
- Queda totalmente prohibido:



- Subir pasajeros
- Utilizar la pala como andamio o apoyo para subir personas.
- Colocar la cuchara por encima del camión
- No respetar las señalizaciones
- Subir o bajar en marcha sea cual sea su velocidad
- Trabajar en las proximidades de una línea eléctrica aérea con tensión sin asegurarse que se han tomado las distancias mínimas de seguridad, siendo para líneas de menos de 66.000 V 3m, y de 5m para las de mas de 66.000V
- Ingerir bebidas alcohólicas antes y durante el trabajo.
- Consejos para el conductor
- No ingerir bebidas alcohólicas antes y durante el trabajo.
- No tomar medicamentos sin prescripción facultativa, especialmente tranquilizantes.
- No realizar carreras, ni bromas a los demás conductores.
- Estar únicamente atento al trabajo.
- No transportar a nadie en la cuchara.
- Cuando alguien debe guiar al maquinista, éste no lo perderá nunca de vista.
- No dejar nunca que este ayudante toque los mandos.

Reducción del polvo en el lugar de trabajo, por medio de una ventilación eficaz y sistemas de extracción localizada.

Proveer a las cabinas de los vehículos empleados (volteadora, pala cargadora, etc.) de ventilación a través de filtros que impidan la entrada de microorganismos al interior, así como un adecuado mantenimiento de los mismos.

Encender los faros al final del día para ver y ser visto.

### **Cimentación:**

La cimentación se realizará mediante zapatas aisladas y zunchos de arriostramiento.

- Se colocará la ferralla, se colocaran placas de anclaje y se procederá al hormigonado y posteriormente se someterá a vibrado. Se han de tomar las siguientes medidas preventivas:
- El acceso y salida de los pozos o zanjas se efectuaran mediante una escalera sólida, anclada en el borde superior de la zanja o pozo y apoyada sobre una superficie consistente de reparto de cargas. La escalera sobrepasará un metro el borde del pozo o zanja.
- Los productos de la excavación se transportaran directamente a vertedero, entregándose previamente al PROMOTOR, la documentación en regla de máquinas, camiones, maquinistas, etc.



- Los acopios de materiales se harán de forma que el centro de gravedad de la carga, esté a una distancia igual a la profundidad de la zanja o pozo más un metro
- Cuando vayan a estar más de un día abiertos, al existir tráfico de personal o de terceros en las proximidades, deberá protegerse el riesgo de caída a distinto nivel, mediante una barandilla reglamentaria (pasamanos, listón intermedio y rodapié) situada a una distancia mínima de dos metros del borde.
- Ante la existencia de conducciones eléctricas próximas a la zona de trabajo, se señalizarán previamente, suspendiendo los trabajos mecánicos, continuando manualmente. Se avisará lo antes posible a los propietarios de la instalación para intentar realizar los trabajos con esta fuera de servicio.
- Deben existir pasarelas protegidas por barandillas que permitan atravesar sin riesgo. Además deben existir escaleras de mano suficientes para permitir salir de las zanjas en caso de emergencia con suficiente rapidez, estando las vías de salida libres de obstáculos.
- Cuando las zanjas o los pozos tengan más de un metro de profundidad, siempre que haya operarios en su interior, deberá mantener uno en exterior, que podrá actuar como ayudante en el trabajo, y dará la alarma en caso de producirse alguna emergencia. Es conveniente que se establezca entre los operarios un sistema de señales acústicas para ordenar la salida de la zanja en caso de peligro.
- Queda prohibido trabajos simultáneos en distintos niveles de la misma vertical, ni se trabajará sin casco de seguridad. Además se evitara situar cargas suspendidas por encima de los operarios.
- Las maniobras de la maquinaria y camiones serán dirigidos por personal distinto al conductor.
- Si es necesario que se acerquen vehículos al borde de las zanjas, se instalaran topes de seguridad a base de tabloncillos de madera embutidos en el terreno
- La anchura de la zanja será la suficiente para permitir la realización de los trabajos recomendándose en función de la profundidad las siguientes:
  - Hasta 1,5 metros anchura mínima de 0,65 metros.
  - Hasta 2 metros anchura mínima de 0,75 metros.
  - Hasta 3 metros anchura mínima de 0,80 metros.
- Las anchuras anteriores se consideran libres, medidas entre las posibles entibaciones si existieran
- Cuando la profundidad de la zanja sea superior a 1,5 m y existan problemas de desprendimientos se recurrirá a un sistema de entibación cuajada (revistiendo el 100% de la pared).
- Queda totalmente prohibido entibar sobre superficies inclinadas, realizándolo siempre sobre superficies verticales, y en caso necesario se rellenará el trasdós de la entibación para asegurar un perfecto contacto entre esta y el terreno.
- Deberán revisarse diariamente las entibaciones antes de comenzar la jornada de trabajo, tensando los cordales que se hayan aflojado.
- Las entibaciones o partes de estas se quitaran sólo cuando dejen de ser necesarias, y siempre por franjas horizontales empezando por la parte inferior del corte. Hay que tener en cuenta que tan peligroso resultan las operaciones de entibado como desentibado.
- Se señalizará adecuadamente con carteles.



### **Estructura Metálica:**

Para realizar la estructura se empezará colocando los soportes y apoyos en los pilares metálicos según detalles del proyecto de ejecución.

Toda la estructura metálica se irá montando por fases en el suelo para posteriormente izarla mediante grúas móviles hasta su lugar definitivo donde se procederá a los trabajos de terminación y remate, usándose en todo momento los medios individuales de protección contra caídas a distinto nivel, así como los propios para caídas de objetos. Estas operaciones se realizarán con la ayuda de grúas móviles y manipuladoras telescópicas. Se han de tomar las siguientes medidas preventivas:

- Hay que asegurarse de que la carga está perfectamente enganchada y equilibrada, y deberá transportarse sujeta como mínimo por dos puntos.
- Revisar periódicamente los elementos de amarre: cuerdas, cables y cadenas.
- El posicionamiento de los perfiles en su lugar de montaje debe ser guiado mediante cuerdas, por un operario que quede fuera de la vertical del material que se esté manipulando.
- Revisar frecuentemente las llaves para los tornillos y demás elementos.
- Almacenar los perfiles ordenados, de acuerdo a sus dimensiones y orden de utilización, en capas horizontales y sobre durmientes de madera; se procurará que sea lo más próximo posible a su lugar de montaje.
- Habrá que disponer de un extintor de incendios adecuado.
- Asegurarse antes del comienzo de los trabajos, de que en la zona no hay materiales inflamables y explosivos.
- Se deberá acotar la zona de trabajo.
- No realizar trabajos de soldadura en superficies que contengan grasas o aceites, así como en zonas donde se almacenen o empleen pinturas inflamables, barnices, disolventes, etc.
- Se prohíbe fumar.
- Queda prohibido trabajar sin los equipos de protección individual en los trabajos de soldadura y oxicorte.
- En el montaje de la estructura, está prohibido trabajar sin instalar los sistemas de protección colectiva e individual que impidan o limiten la caída.
- Prohibido utilizar grupos electrógenos sin conexionado de los mismos a tierra o sin protección.



### **Ejecución de elementos de hormigón armado:**

Se ejecutarán los elementos verticales (muros de hormigón armado).

Los trabajos de encofrado de elementos de hormigón armado se ajustarán al proyecto de ejecución y a las indicaciones de la D.F. de las obras

- El ascenso y descenso del personal a los encofrados se efectuará a través de escaleras de mano reglamentarias.
- Para el tránsito sobre el forjado en construcción se dispondrán pasarelas de circulación apoyadas sobre elementos resistentes del conjunto de 60 cms de ancho como mínimo.
- Se recomienda caminar apoyando los pies en dos tableros a la vez, es decir, sobre las juntas
- Se instalarán listones sobre los fondos de madera de las losas de escalera, para permitir un más seguro tránsito en esta fase y evitar deslizamientos.
- Se instalarán barandillas reglamentarias en los frentes de aquellas losas horizontales, para impedir la caída al vacío de las personas
- Se esmerará el orden y la limpieza durante la ejecución de los trabajos

### **DESENCOFRADO Y TRABAJOS POSTERIORES:**

- Desencofrar los elementos verticales desde arriba hacia abajo.
- Los desencofrados se utilizarán mediante barra de uñas realizando la operación desde zona ya desencofrada.
- Concluido el desencofrado, se apilarán los tableros ordenadamente para su transporte sobre bateas emplintadas, sujetas con sogas atadas con nudos de marinero (redes, lonas)
- Terminado, el desencofrado, se procederá a un barrido de la planta para retirar los escombros y proceder a su vertido mediante trompas (o bateas emplintadas).
- Los clavos o puntas existentes en la madera usada, se extraerán. No dejar nunca clavos en la madera, salvo que esta quede acopiada en lugar donde nadie pueda pisar.
- Se cortarán los latiguillos y separadores en los pilares ya ejecutados para evitar el riesgo de cortes y pinchazos al paso de los operarlos cerca de ellos.
- Una vez concluido un determinado tajo, se limpiará eliminando todo el material sobrante, que se apilará, en un lugar conocido para su posterior retirada.
- Se instalarán cubridores de madera sobre las esperas de ferralla de las losas de escalera
- Los clavos sueltos o arrancados se eliminarán mediante un barrido y apilado en lugar conocido para su posterior retirada.
- Los huecos del forjado, se cubrirán con madera clavada sobre las antes de proceder al armado.
- Los huecos del forjado permanecerán siempre tapados para evitar caídas a  $\Rightarrow$  distinto nivel.



### *NORMAS GENERALES DE SEGURIDAD:*

Antes de autorizar la subida de personas al forjado para armarlo y hormigonarlo, el Encargado debe revisar la verticalidad y estabilidad de los puntales y la correcta nivelación de las sopandas. Solamente entonces autorizará proseguir con el trabajo.

- Se suspenderán los trabajos al exterior en presencia de vientos fuertes y lluvias intensas.
- Se advertirá del riesgo de caída a distinto nivel al personal que deba caminar sobre el entablado.
- Uso correcto de todo el equipo de protección personal que se asigne: casco, gafas, cinturones, guantes etc.
- No hacer temeridades
- El ascenso o descenso de personal a los encofrados se realizará por escaleras de mano reglamentarias.
- Se instalarán listones provisionales de madera en fondos de encofrados de losas de madera para evitar deslizamientos en esta fase de obra.
- Se protegerán y señalizarán debidamente las esperas de hierro redondo en arranque de losas de escaleras y donde existe peligro de caídas sobre ellas ante el peligro de hincado en personas.
- Se balizarán las armaduras metálicas de esperas de pilares y muros de hormigón.
- Se protegerán los extremos de forjados o encofrados y los huecos de forjados con redes, barandillas y cubrimientos de huecos.
- Se esmerará el orden y la limpieza en la ejecución de los trabajos.
- Los clavos o puntas en madera usada se extraerán o remacharán.
- Terminado un tajo, se limpiará todo el material sobrante, apilándolo para su posterior retirada.
- Antes del vertido del hormigón se comprobará la buena estabilidad del conjunto.
- Queda prohibido encofrar sin antes haber cubierto el riesgo de caída desde altura mediante la rectificación de la situación de redes, protecciones de huecos y barandillas.
- Se prohíbe circular sobre sopandas, se tenderán tableros que actúen de caminos seguros y se circulará sujetos al cable con cinturón de seguridad.
- Se prohíbe apoyar escaleras de mano sobre puntales.
- El izado de tableros o bovedillas recuperables se efectuara mediante bateas emplintadas, colocando el material ordenado y sujeto mediante flejes, cuerdas, redes o lonas.
- La instalación de tableros o bovedillas recuperables sobre sopandas se realizará desde castillete de hormigonado o andamio adecuado.
- Los desencofrados se utilizaran mediante barra de uñas realizando la operación desde zona ya desencofrada. Terminado el desencofrado se apilaran los tableros para su transporte en bateas emplintadas, y se recorrerá la planta retirando los escombros sobrantes.
- Antes de autorizar la subida de personal al forjado para armarlo se revisará la verticalidad y buena estabilidad de puntales y del conjunto.



### Vertido de hormigón

- Antes del inicio del vertido del hormigón, el capataz o encargado revisará el buen estado de seguridad de las entibaciones de contención de tierras de los taludes de vaciado que interesan a la zona de muro que se va a hormigonar, para realizar los refuerzos o saneos que fueran necesarios.
- El acceso al trasdós del muro (espacio comprendido entre el encofrado externo y el talud del vaciado) se efectuará mediante escaleras de mano. Se prohíbe el acceso escalando.
- Antes del inicio del hormigonado, el capataz o encargado, revisará el buen estado de seguridad de los encofrados en prevención de reventones y derrames.
- El hormigonado se realizará desde plataforma en coronación de encofrado, torreta o andamio tubular.
- Antes del inicio del hormigonado y como remate de los trabajos de encofrado, se habrá construido la plataforma de trabajo de coronación del muro o se habrá colocado en su lugar la torreta o andamio desde el que se realizará el vertido.
- El acceso a la plataforma de trabajo se realizará mediante escaleras de mano reglamentarias.
- Se establecerán a una distancia mínima de 2 m. (como norma general), fuertes topes de final de recorrido, para los vehículos que deban aproximarse al borde de los taludes de vaciado, para verter el hormigón.
- El vertido del hormigón en el interior del encofrado se hará repartiéndolo uniformemente a lo largo del mismo, por tongadas regulares, en evitación de sobrecargas puntuales que puedan deformar o reventar el encofrado.
- El desencofrado del trasdós del muro se efectuará lo más rápidamente posible, para no alterar la entibación si la hubiere, o la estabilidad del talud natural.
- Los grandes huecos se protegerán tendiendo redes horizontales en la planta inmediatamente inferior. En el momento en que el forjado lo permita se izara en torno a los huecos el peto definitivo de fábrica, en prevención de caídas al vacío.
- Los puntales se colocarán sobre madera clavados.
- Se prohíbe concentrar cargas de hormigón en un solo punto. Para prevenir el riesgo catastrófico, se prohíbe verter el contenido del cubo de servicio en un único punto del forjado que se dispone a hormigonar; es decir, concentrar cargas de hormigón en un solo punto para ser extendidas con rastrillos y vibrador.
- El vertido se realizará extendiendo el hormigón con suavidad sin descargas bruscas, y en superficies amplias.
- Se establecerán plataformas móviles de un mínimo de 60 cm. de ancho (tres tablones trabados entre sí) desde los que ejecutar los trabajos de vibrado o vertido del hormigón.
- Se establecerán caminos de circulación sobre las superficies a hormigonar formados por líneas de tres tablones de anchura de 60 cm.
- Se prohíbe transitar pisando directamente sobre las bovedillas (cerámicas o de hormigón) en prevención de caídas a distinto nivel.
- Se prohíbe cargar los forjados en los vanos una vez encofrados y antes de transcurrido el periodo



mínimo de endurecimiento, en prevención de flechas y hundimientos.

- Antes del inicio del hormigonado, se revisará la correcta disposición y estado de las redes de protección de los trabajos de estructura.
- Se prohíbe trepar por los encofrados de pilares o permanecer en equilibrio sobre los mismos.
- Se vigilará el buen comportamiento de los encofrados durante el vertido del hormigón, paralizándolos en el momento que se detecten fallos.
- No se reanudará el vertido hasta restablecer la estabilidad mermada.
- El hormigonado y vibrado del hormigón se realizará desde castilletes de hormigonado.
- La cadena de cierre del acceso de la torreta de hormigonado permanecerá amarrada, cerrando el conjunto siempre que sobre la plataforma exista algún operario.
- Se revisará el buen estado de los huecos en el forjado, reinstalando las tapas que falten y clavando las sueltas diariamente.
- Se revisará el buen estado de las viseras de protección contra caídas de objetos, solucionándose los deterioros diariamente.
- Se dispondrán accesos fáciles y seguros para llegar a los lugares de trabajo.
- Se esmerará el orden y la limpieza durante esta fase. El barrido de puntas, clavos y restos de maderas y de serrín será diario, prestando especial atención a los restos de alambres.
- Seguir recomendaciones para manipulación de cargas y posturas forzadas.

#### **Entornos al lugar de la obra:**

El acceso a la obra no entraña ninguna dificultad al poder realizarse a través de los viarios existentes. En cuanto a la circulación de personas ajenas a la obra, hay que tener en cuenta, en primer lugar, que el acceso al recinto queda impedido, y en segundo lugar, que la circulación periférica esté controlada sin riesgo alguno para el tráfico de la zona.

Topográficamente, el terreno no presenta dificultades.

### **1.4.3 Oficios, maquinaria y medios auxiliares previstos para la ejecución de la obra**

Las actividades de obra descritas, se realizan con la concurrencia de los siguientes oficios:

- Albañilería en general.
- Carpintería metálica.
- Pintores.
- Electricistas.
- Montaje de Equipos electromecánicos.



- Montadores de Estructuras metálicas
- Montadores de tuberías y valvulería.
- Montadores de instrumentos y sistemas de control
- Montadores de calorifugados.
- Montadores de sistemas contra incendios.
- Montadores de equipos eléctricos y transformadores.

Como medios auxiliares para la realización de los diferentes trabajos, se ha previsto la utilización de:

- Andamios en general
- Redes tipo horca.
- Escaleras de mano.
- Redes de seguridad.
- Líneas de vida.

Como maquinaria necesaria para la ejecución de la obra se ha previsto el empleo de:

- Pala cargadora
- Cizalla hidráulica
- Máquinas de oxicorte
- Volquete autopropulsado
- Motoniveladora
- Camión de transporte de materiales
- Camión grúa
- Dumper
- Martillo neumático
- Máquinas herramienta de mano en general
- Taladro eléctrico portátil
- Rozadora radial eléctrica
- Soldadora por arco eléctrico

En aplicación de este Estudio de Seguridad y Salud, el contratista de la obra elaborará el Plan de Seguridad y Salud en el trabajo aplicable a la misma, en el que se analizarán, estudiarán, desarrollarán y complementarán estas previsiones, en función de sus propios sistemas y medios de ejecución de la obra.



## 1.5 ANÁLISIS GENERAL DE LOS RIESGOS Y PREVENCIÓN DE LOS MISMOS

Se realiza a continuación un análisis y evaluación de riesgos asociados a la ejecución de la obra, con indicación de las medidas preventivas a adoptar, y los equipos de protección individual y colectiva a emplear. No obstante, como medidas preventivas de carácter general se tendrá en cuenta:

Actividades de la obra:

- Se mantendrán las vallas de obras en buen estado vigilándolas y manteniéndolas en el transcurso de la obra.
- Se mantendrán limpias las áreas de trabajo, evitando acumulación de escombros y montículos de tierra.
- Se señalizará y separará el tránsito de vehículos y operarios.
- Se colocarán barandillas en los bordes de los desniveles (0.90 m.).
- Se evitará una exposición constante de los operarios a los agentes atmosféricos adversos.
- Se colocarán los topes de retroceso para vertido y carga de vehículos.
- Las cargas deberán ir paletizadas con el fin de evitar el deslizamiento de cualquier material en la maniobra de izado y traslado.
- Se apilarán ordenadamente los elementos auxiliares antes y después de utilizarlos.

Los oficios que intervienen en la obra:

- Se mantendrán los tajos limpios de escombros o medios auxiliares.
- Se señalizará el área dispuesta por donde se vierten los escombros.
- Se evitará el acopio de cemento, yesos o derivados que estén mal envasados o rotos con el fin de no provocar polvaredas que puedan afectar a operarios y transeúntes fuera del recinto delimitado para la obra.
- No se permitirá la realización de fuego en la obra bajo ningún concepto, evitándose así incendios, asfixias, etc...
- Los envases almacenados deben permanecer correctamente cerrados.
- Se vigilará que los locales o lugares de trabajo donde sea necesaria la utilización de maquinaria que produzcan polvo estén perfectamente ventilados.
- Se cuidará que cada oficio que por necesidad de los medios auxiliares necesiten corriente eléctrica, la tomen de los cuadros de distribución de equipados con puesta a tierra, así como conectar los aparatos con las clavijas macho hembra para tal fin.

Medios auxiliares:

- Se extremará el cuidado oportuno para instalar andamios y borriquetas en planos horizontales. Si por cualquier motivo esto no fuese posible, se calzarán adecuadamente con elementos resistentes y se tomarán medidas para evitar el deslizamiento de los citados elementos y vuelcos.
- Antes de la utilización de cualquier medio auxiliar, se comprobará el estado del mismo desechando



todo aquel que no cumpla con las prescripciones mínimas.

- Los medios auxiliares deberán poseer los elementos propios adecuados para la prevención de la seguridad.

Maquinaria para intervenir en la obra:

- Se recibirá en la obra la maquinaria que cumpla con las condiciones de seguridad dispuestas para cada una en la legislación vigente, desechando aquellas que no lo cumplan.
- Se designará la circulación interior en la obra para las distintas maquinarias rodadas adecuando el terreno para tal fin para evitar vuelcos y atropellos.
- No se dejarán las máquinas funcionando si no existe un operario pendiente de su utilización.
- No se colocarán instalaciones provisionales o definitivas en el trazado designado para la circulación de maquinaria.
- Se colocarán topes de retroceso para vertido y carga de vehículos.
- Cuando en la ejecución de la obra coincidan dos o más máquinas de circulación rodada, se dispondrá un trabajador u operario para controlar el movimiento alternativo de las mismas.
- Para la maquinaria portátil o de fácil traslado, se tendrá en cuenta que posea los elementos de seguridad diseñados para la misma, que esté conectada correctamente en el cuadro de distribución, que los cables no estén pelados o dañados. No se trabajará con la mencionada maquinaria en presencia de agua, sólo se utilizará aquella que esté diseñada para tal fin.
- Las máquinas de uso corriente y de pequeño tamaño suelen tener elementos que por su utilización en el trabajo requerido se desgastan, por lo que hay que evitar apurar al máximo dicho material para evitar riesgos leves ligeramente dañinos.

Instalaciones de la obra:

- Se suministrarán andamios y borriquetas en perfecto estado, no acumulando los materiales a manipular de forma desordenada.
- No se trabajará sin comprobar que la instalación no posee tensión eléctrica.
- Se comprobará antes del inicio de la jornada laboral en estado de las bombonas de butano.
- No se manejarán productos tóxicos en lugares cerrados o sin ventilación.

Desmontaje de las instalaciones provisionales de la obra:

- Antes de la eliminación o retirada de los elementos auxiliares e instalaciones provisionales de la obra, se comprobará que los servicios están desconectados.

Se muestra un análisis y evaluación inicial de riesgos para las principales actividades de esta obra:



ANÁLISIS Y EVALUACIÓN INICIAL DE RIESGOS													
Actividad: <b>Excavación de Zanjas y Cajeados</b>										Lugar de evaluación: Sobre planos			
Nombre del peligro identificado	Probabilidad			Protección		Consecuencias			Estimación del riesgo				
	B	M	A	c	I	Ld	D	Ed	T	To	M	I	In
Los derivados de la actitud vecinal ante la obra: Protestas, rotura de vallas de cerramiento, paso a través, etc...	X						X			X			
Sobre esfuerzos, golpes y atrapamientos durante el montaje del cerramiento provisional de la obra.	X				X	X			X				
Caídas al mismo nivel por: Irregularidades del terreno, barro, escombros ...	X				X	X			X				
Los propios de la maquinaria y medios auxiliares a montar.	X						X			X			
<b>MEDIDAS PREVENTIVAS.</b>													
1.- Se prohíbe cualquier trabajo de medición o estancia de personas en la zona de influencia donde se encuentren las máquinas que realizan labores de desarbolado, destoconado o desbroce.													
2.- Se prohíbe realizar trabajos de este tipo en pendientes superiores a las establecidas por el fabricante.													
3.- Las máquinas irán provistas de sus correspondientes cabinas.													
4.- Se evitarán los periodos de trabajo en solitario, en la medida de lo posible, salvo circunstancias excepcionales o de emergencia.													
5.- Cuando sea necesario realizar operaciones de mantenimiento en las máquinas habrán de realizarse siempre en áreas despejadas totalmente de vegetación.													
6.- En las operaciones de desbroce en zonas con roca se evitará el golpeo de estas, pues causan chispas que podrían provocar incendio.													
<b>EQUIPOS DE PREVENCIÓN.</b>													
1.- Cascos de seguridad.													
2.- Guantes de cuero.													
3.- Guantes de goma o PVC.													
4.- Calzado de seguridad.													
5.- Botas de goma o PVC.													
6.- Protectores auditivos.													
7.- Cinturón antivibratorio.													
8.- Mascarilla con filtro mecánico.													
<b>Interpretación de las abreviaturas</b>													
Probabilidad		Protección		Consecuencias		Estimación del riesgo							
B	Baja	c	Colectiva	Ld	Ligeramente dañino	T	Riesgo trivial		I	Riesgo importante			
M	Media	i	Individual	D	Dañino	To	Riesgo tolerable		In	Riesgo intolerable			
A	Alta			Ed	Extremadamente dañino	M	Riesgo moderado						



ANÁLISIS Y EVALUACIÓN INICIAL DE RIESGOS													
Actividad: <b>Acometidas para servicios provisionales de obra</b>								Lugar de evaluación: Sobre planos					
Nombre del peligro identificado	Probabilidad			Protección		Consecuencias			Estimación del riesgo				
	B	M	A	c	i	Ld	D	Ed	T	To	M	I	In
Caída a distinto nivel: Zanjas, barro, irregularidades del terreno, escombros ...	X				X	X			X				
Caída al mismo nivel: Barro, irregularidades de terreno, escombros ...	X				X	X			X				
Cortes por manejo de herramientas.	X				X	X			X				
Sobre esfuerzos por posturas forzadas o soportar cargas.	X				X	X			X				
MEDIDAS PREVENTIVAS.													
1.-Se prohíbe cualquier trabajo o estancia de personas en la zona de influencia donde se encuentren máquinas.													
2.- Las tareas serán efectuadas por personal especializado para cada tipo de acometida.													
3.-Se evitarán los periodos de trabajo en solitario, en la medida de lo posible, salvo circunstancias excepcionales o de emergencia.													
4.- Se mantendrán las especificaciones recogidas en los apartados de fontanería y taller de fontanería, instalaciones de tuberías de saneamiento e instalaciones provisionales de obra.													
EQUIPOS DE PREVENCIÓN.													
1.- Cascos de seguridad.													
2.- Guantes de cuero.													
3.- Guantes de goma o PVC.													
4.- Calzado de seguridad.													
5.- Botas de goma o PVC.													
6.- Protectores auditivos.													
7.- Cinturón antivibratorio.													
8.- Mascarilla con filtro mecánico.													
Interpretación de las abreviaturas													
Probabilidad		Protección		Consecuencias		Estimación del riesgo							
B	Baja	c	Colectiva	Ld	Ligeramente dañino	T	Riesgo trivial		I	Riesgo importante			
M	Media	i	Individual	D	Dañino	To	Riesgo tolerable		In	Riesgo intolerable			
A	Alta			Ed	Extremadamente dañino	M	Riesgo moderado						



ANÁLISIS Y EVALUACIÓN INICIAL DE RIESGOS												
Actividad: <b>Vertido directo de hormigones.</b>								Lugar de evaluación: Sobre planos				
Nombre del peligro identificado	Probabilidad			Protección		Consecuencias			Estimación del riesgo			
	B	M	A	c	i	Ld	D	Ed	T	To	M	In
Caída de personas/objetos al vacío.	X			X	X		X			X		
Atrapamiento de miembros.	X				X		X			X		
Caída de personas al mismo nivel	X				X	X			X			
Hundimiento de encofrados.	X				X	X			X			
Rotura o reventón de encofrados.		X			X	X				X		
Caída de encofrados.	X				X		X			X		
Pisadas sobre objetos punzantes.	X				X	X			X			
Las derivadas de trabajos sobre suelos o muros.	X				X		X			X		
Contactos con el hormigón (dermatitis por cementos)	X				X	X			X			
Fallo de entibaciones.	X				X	X			X			
Corrimiento de tierras.		X			X	X				X		
Los derivados de la ejecución de trabajos bajo condiciones meteorológicas adversas.	X				X		X			X		
Vibraciones por la manipulación de agujas vibrantes.	X				X	X			X			
Ruido ambiental	X				X	X			X			
Electrocución.	X				X		X			X		
Atrapaminetos.	X				X	X			X			
MEDIDAS PREVENTIVAS.												
1.- Se instalarán topes final de recorrido de los camiones hormigonera para evitar vuelcos.												
2.- Se prohíbe acercar las ruedas de los camiones a menos de 1.5 mts del borde.												
3.- Se prohíbe la circulación de operarios detrás de los camiones hormigonera durante el retroceso.												
4.- Se instalará cable de seguridad amarrados a puntos sólidos en el caso de existir peligro por caídas desde altura.												
5.- Se habilitarán puntos de permanencia seguros intermedios en vertidos de hormigón a media ladera.												
6.-la maniobra de vertido será dirigida por el encargado de obra.												
7.- En zonas con entibación estas serán revisadas por el encargado antes de proceder al hormigonado.												
8.- Sera revisado el estado de los encofrados por parte del encargado antes de proceder al hormigonado												
9.- La zona a hormigonar carecerá de restos de obra como maderas, redondos, alambres etc...												
EQUIPOS DE PREVENCIÓN.												
1.- Ropa de trabajo.												
2.- Casco de polietileno.												
3.- Botas de seguridad.												



4.- Botas de seguridad con suela aislante.									
5.- Trajes impermeables en caso de ambiente lluvioso.									
6.- Mascarilla antipolvo con filtro mecánico recambiable.									
7.- Mascarillas filtrantes.									
8.- Guantes de goma o PVC.									
9.- Gafas antipartículas.									
10.- Protectores auditivos.									
11.- Guantes de cuero.									
Interpretación de las abreviaturas									
Probabilidad		Protección	Consecuencias	Estimación del riesgo					
B	Baja	c	Colectiva	Ld	Ligeramente dañino	T	Riesgo trivial	I	Riesgo importante
M	Media	i	Individual	D	Dañino	To	Riesgo tolerable	In	Riesgo intolerable
A	Alta			Ed	Extremadamente dañino	M	Riesgo moderado		



ANÁLISIS Y EVALUACIÓN INICIAL DE RIESGOS													
Actividad: <b>Montaje de estructuras.</b>										Lugar de evaluación: Sobre planos			
Nombre del peligro identificado	Probabilidad			Protección		Consecuencias			Estimación del riesgo				
	B	M	A	c	i	Ld	D	Ed	T	To	M	I	In
Vuelco de pilas por acopio de perfilería.	X			X	X		X			X			
Desprendimiento de cargas suspendidas.	X			X			X			X			
Derrumbamiento por golpes con cargas suspendidas de elementos punteados.	X			X	X	X			X				
Atrapamientos por objetos pesados.	X			X	X		X			X			
Golpes y/o cortes en manos y piernas por objetos y/o herramientas.	X				X	X			X				
Vuelcos de estructura.	X			X			X			X			
Quemaduras.	X							X		X			
Caídas de personal al mismo nivel.	X				X		X			X			
Pisadas sobre objetos punzantes.	X				X	X			X				
Electrocución por anulación de tomas de tierra de maquinaria eléctricas.	X				X	X			X				
Radiaciones por soldadura de arco.	X				X	X			X				
Partículas en los ojos.													
Contacto con la corriente eléctrica.	X				X	X			X				
Explosión de botellas de gases licuados.													
Incendios		X			X	X				X			
MEDIDAS PREVENTIVAS.													
1.- La perfilería será acopiada en el lugar designado en los planos.													
2.-la zona destinada al acopio de perfilería será previamente acopiada.													
3.- Los perfiles será acopiados previamente teniendo en cuenta que en ningún caso será superada la altura de 1.50 mts.													
4.- Los perfiles se apilarán en función de sus dimensiones.													
5.- Los perfiles se apilarán por capas horizontales. Cada capa se apilará en sentido perpendicular a la inmediatamente inferior.													
6.- Las maniobras de montaje de estructuras y cubiertas serán gobernadas por tres operarios. Dos de ellos guiarán el perfil mediante sogas siguiendo las directrices del primero.													
7.- Entre pilares se tenderán cables de seguridad a los que amarrar el mosquetón del cinturón de seguridad que será utilizado en los desplazamientos sobre las alas de las vigas.													
8.- Las tareas de soldadura en cubierta se realizarán por medio de andamios tubulares correctamente fijados a pilares y que poseerán plataformas de trabajo de 60 cms. De anchura, y de barandillas perimetrales de 90 cms.													
9.- En las zonas donde no sea posible trabajar en cubierta por medio de andamios tubulares debidamente fijados, se colocarán redes de protección.													
10.- Tras la conclusión de trabajos de soldadura se revisará el estado de las redes													



11.- Se revisará diariamente la fijación de las redes				
12.- Se prohíben los trabajos en altura sin fijación de los cinturones. A elementos fijos.				
13.- Se prohíbe n los trabajos de soldadura sobre tajos donde en niveles inferiores se encuentren otros operarios.				
14.- Se prohíbe la permanencia o paso de operarios bajo tajos de soldadura.				
15.- Se prohíbe el tránsito o la realización de trabajos de soldadura bajo la circulación de cargas suspendidas.				
16.-las botellas de gases en uso de la obra permanecerán dentro del carro portabotellas correspondientes.				
17.- Se prohíbe tender las mangueras o cables eléctricos de forma desordenada.				
18.- Se prohíbe dejar la pinza y el electrodo directamente en el suelo conectado al grupo. Se exige el uso recoge pinzas.				
EQUIPOS DE PREVENCIÓN.				
1.- Ropa de trabajo.				
2.- Casco de polietileno.				
3.- Botas de seguridad.				
4.- Botas de seguridad con suela aislante.				
5.- Guantes de cuero.				
6.- Botas de goma o de PVC de seguridad				
7.- Ropa de trabajo.				
8.- Manoplas de soldador				
9.- Mandil de soldador				
10.- Polainas de soldador				
11.- Yelmo de soldador				
12.- Pantallas de mano para soldador				
13.- Gafas de soldador				
14.- Gafas de seguridad antiproyecciones				
Interpretación de las abreviaturas				
Probabilidad	Protección	Consecuencias	Estimación del riesgo	
B Baja	c Colectiva	Ld Ligeramente dañino	T Riesgo trivial	I Riesgo importante
M Media	i Individual	D Dañino	To Riesgo tolerable	In Riesgo intolerable
A Alta		Ed Extremadamente dañino	M Riesgo moderado	



ANÁLISIS Y EVALUACIÓN INICIAL DE RIESGOS												
Actividad: <b>Instalación de maquinaria</b>								Lugar de evaluación: Sobre planos				
Nombre del peligro identificado	Probabilidad			Protección		Consecuencias			Estimación del riesgo			
	B	M	A	c	i	Ld	D	Ed	T	To	M	In
Desprendimiento de la carga suspendida a gancho grúa, (eslingado erróneo).	X				X		X			X		
Caídas al mismo nivel, (desorden de obra o del taller de obra).	X				X	X			X			
Caídas a distinto nivel.	X			X	X		X			X		
Caídas desde altura, (montaje de carpintería en fachadas)	X			X	X		X			X		
Cortes en las manos por el manejo de máquinas herramienta manuales.	X				X	X			X			
Golpes en miembros por objetos o herramientas.		X			X	X				X		
Atrapamiento de dedos entre objetos pesados en manutención a brazo.		X			X		X				X	
Pisadas sobre objetos punzantes, lacerantes o cortantes, (fragmentos).	X				X	X			X			
Caída de elementos de carpintería metálica sobre las personas o las cosas, (falta de apuntalamiento o apuntalamiento peligroso).	X			X			X			X		
Contactos con la energía eléctrica, (conexiones directas sin clavija; cables lacerados o rotos).		X		X			X				X	
Sobre esfuerzos por sustentación de elementos pesados.	X				X	X			X			
MEDIDAS PREVENTIVAS												
1.- Los elementos de carpintería se descargarán en bloques perfectamente flejados o atados, pendientes mediante eslingas del gancho de la grúa.												
2.- Los acopios de carpintería metálica se acopiarán en los lugares destinados a tal efecto para ello y que aparecen indicados en planos.												
3.- En todo momento se mantendrán libres los pasos o caminos de intercomunicación interior y exterior de la obra para evitar posibles accidentes por tropiezos e interferencias.												
4.- El capataz o encargado de obra vigilará que todos los elementos estén correctamente acopiados, para evitar posibles accidentes por desplomes.												
5.- En todos los tajos se mantendrán las zonas de circulación libres de cascotes, recortes metálicos y elementos punzantes para evitar accidentes por pisadas sobre objetos punzantes.												
6.- Antes de la utilización de una maquinaria herramienta, el operario deberá estar provisto del documento expreso de autorización de manejo de esa determinada máquina (radial, remachadora, lijadora, etc...)												
7.- Antes de la utilización de cualquier máquina- herramienta se comprobará que está en perfectas condiciones y con los medios de protección en perfectas condiciones.												



8.- Los cercos metálicos serán presentados por un mínimo de una cuadrilla, para evitar los riesgos de vuelcos, golpes o caídas.					
9.- El cuelgue de las hojas de las carpinterías se efectuará como mínimo de una cuadrilla, para evitar el riesgo de vuelco o desplome					
10.- Toda la maquinaria eléctrica a utilizar dispondrá de toma de tierra en combinación con los disyuntores diferenciales del cuadro general de la obra o de doble aislamiento.					
11.- Se notificará a la Dirección Facultativa, las desconexiones habidas por funcionamiento de los disyuntores diferenciales.					
12.- Los elementos metálicos que resulten inseguros en situaciones de consolidación de su recibido se mantendrán apuntalados para garantizar su perfecta ubicación definitiva y evitar desplomes.					
13.- Los tramos metálicos longitudinales (postes) transportadas por un solo hombre, irán inclinadas hacia atrás, procurando que la punta que va por delante esté a una altura superior a la de una persona, para evitar golpes a otras personas.					
EQUIPOS DE PREVENCIÓN.					
1.- Casco de polietileno.					
2.- Faja elástica de sujeción de cintura.					
3.- Guantes de cuero.					
4.- Botas de seguridad.					
5.- Botas con puntera reforzada.					
6.- Ropa de trabajo.					
7.- Trajes par a tiempo lluvioso.					
8.- Cinturón de seguridad clases A,B,C.					
Interpretación de las abreviaturas					
Probabilidad	Protección	Consecuencias	Estimación del riesgo		
B Baja	c Colectiva	Ld Ligeramente dañino	T Riesgo trivial	I Riesgo importante	
M Media	i Individual	D Dañino	To Riesgo tolerable	In Riesgo intolerable	
A Alta		Ed Extremadamente dañino	M Riesgo moderado		



ANÁLISIS Y EVALUACIÓN INICIAL DE RIESGOS												
Actividad: <b>Instalación eléctrica Baja y Media Tensión.</b>								Lugar de evaluación: Sobre planos				
Nombre del peligro identificado	Probabilidad			Protección		Consecuencias			Estimación del riesgo			
	B	M	A	c	i	Ld	D	Ed	T	To	M	In
Caídas de personas a distinto nivel.	X			X	X		X			X		
Caídas de personas al mismo nivel.	X			X			X			X		
Cortes por manejo de herramientas manuales.	X			X	X	X			X			
Cortes por manejo de guías y conductores.	X			X	X		X			X		
Golpes por herramientas manuales..	X				X	X			X			
Sobreesfuerzos.	X			X			X			X		
Contactos eléctricos directos		X			X		X			X		
Contactos electricos indirectos		X			X		X			X		
Mal funcionamiento de los mecanismos y sistemas de protección		X		X			X			X		
Mal funcionamiento de las tomas de tierra (incorrecta instalación, picas que anulan el sistema de protección de tierras		X		X			X			X		
Quemaduras.	X							X		X		
MEDIDAS PREVENTIVAS												
1.- El calibre y sección del cuadro será siempre el adecuado para la carga eléctrica que ha de soportar en función del cálculo realizado por la maquinaria e iluminación prevista												
2.- Los hilos tendrán la funda aislante sin defectos despreciables.												
3.- Las posibles derivaciones desde el cuadro general a los cuadros secundarios deberán siempre realizarse por medio de mangueras antihumedad.												
4.- Los empalmes entre mangueras siempre estarán elevados, y nunca por el suelo.												
5.- Los empalmes definitivos se realizarán utilizando cajas de empalmes normalizadas estancos de seguridad.												
6.- En ningún caso el trazado de suministro eléctrico coincidirá con el de suministro de agua.												
7.- Las mangueras de "alargaderas" provisionales y de corta distancia podrán llevarse por el suelo pero siempre aproximadas a paramentos verticales.												
8.-Las mangueras de alargaderas provisionales, se empalmarán mediante conexiones normalizadas estancos antihumedad o fundas aislantes termorretráctiles.												
9.- Los interruptores se ajustarán expresamente a lo recogido en el Reglamento de Baja Tensión.												
10.- Los interruptores se instalarán en el interior de las cajas normalizadas, provistas de cerradura con cierre de seguridad.												
11.- Las cajas de los interruptores permanecerán colgadas, bien a los paramentos verticales o bien a los pies derechos estables.												
12.- Los cuadros eléctricos serán metálicos de tipo para la intemperie, y se protegerán del agua de lluvia mediante viseras eficaces como protección adicional.												
13.- Los cuadros metálicos exteriores tendrán carcasa conectada a tierra.												



14.- Los cuadros eléctricos se colgarán pendientes de tableros de madera recibidos a los paramentos verticales o bien a pies derechos firmes.
15.- Las maniobras a ejecutar en el cuadro eléctrico general se efectuarán subido a una banqueta de maniobra o alfombrilla aislante, calculados expresamente para realizar la maniobra con seguridad.
16.- Los cuadros eléctricos poseerán tomas de corriente para conexiones normalizadas blindadas para intemperie, en número determinado según cálculo realizado.
17.- Las tomas de corriente de los cuadros se efectuarán de los cuadros mediante clavijas normalizadas blindadas y siempre que sea posible con enclavamiento.
18.- Cada toma de corriente suministrará energía a un único aparato, máquina o herramienta.
19.- La tensión siempre estará en la clavija “hembra”, nunca en la clavija “macho”, para evitar contactos eléctricos directos.
20.- Los interruptores automáticos se instalarán en todas las líneas de toma de corriente de los cuadros de distribución y de alimentación a todas las máquinas, aparatos y máquinas – herramientas de funcionamiento eléctrico.
21.- Los circuitos generales estarán protegidos con interruptores.
22.- Toda la maquinaria eléctrica estará protegida por disyuntor general.
23.- Todas las líneas estarán protegidas por disyuntor general.
24.- Las partes metálicas de todo el equipo eléctrico dispondrá de toma de tierra.
25.- El neutro de la instalación estará puesto a tierra.
26.- La toma de tierra se efectuará a través de la pica o placa de cada cuadro general.
27.- El hilo de tierra siempre estará protegido con macarrón en colores amarillo y verde. Se prohíbe expresamente utilizarlo para otros usos.
28.- La toma de tierra de la máquina que no esté dotada de doble aislamiento, se efectuará mediante hilo neutro en combinación con el cuadro de distribución correspondiente y el cuadro de obra.
29.- Las tomas de tierra calculadas estarán situadas en el terreno de tal forma que su funcionamiento y eficacia sea el requerido por la instalación.
30.- La conductividad del terreno se efectuará vertiendo periódicamente en la pica, ( placa o conductor) agua de forma periódica.
31.- El punto de conexión de la pica estará protegido en arqueta de tapa practicable.
32.- No se efectuará el tránsito de carretillas y personas sobre mangueras eléctricas.
33.- Junto al cuadro general se instalará un extintor de polvo químico.
34.- Los cables de obra estarán protegidos como mínimo de 1000V de tensión de aislamiento.
35.- No se permitirán empalmes mal ejecutados.
36.-Cuadro de protección IP-55
37.- El cuadro será ubicado en sitio seco.
38.-El cuadro de obra no será manipulado en ambiente mojado.
39.- Cualquier manipulación sobre la instalación o elementos eléctricos será llevada a cabo por personal cualificado para ello, y siempre con la instalación fuera de servicio.
EQUIPOS DE PREVENCIÓN.
1.- Casco de polietileno.
2.- Botas aislantes de electricidad.



3.- Guantes aislantes de electricidad.					
4.- Plantillas anticlavos					
5.- Comprobadores de tensión.					
6.- Ropa de trabajo.					
7.- Trajes para tiempo lluvioso.					
8.- Cinturón de seguridad clase C.					
Interpretación de las abreviaturas					
Probabilidad		Protección		Consecuencias	
B	Baja	c	Colectiva	Ld	Ligeramente dañino
M	Media	i	Individual	D	Dañino
A	Alta			Ed	Extremadamente dañino
				Estimación del riesgo	
				T	Riesgo trivial
				To	Riesgo tolerable
				I	Riesgo importante
				In	Riesgo intolerable
				M	Riesgo moderado



ANÁLISIS Y EVALUACIÓN INICIAL DE RIESGOS													
Actividad: <b>Instalación de tuberías</b>									Lugar de evaluación: Sobre planos				
Nombre del peligro identificado	Probabilidad			Protección		Consecuencias			Estimación del riesgo				
	B	M	A	c	i	Ld	D	Ed	T	To	M	I	In
Caídas de personas a distinto nivel.	X			X	X		X			X			
Caídas de personas al mismo nivel.	X			X			X			X			
Cortes por manejo de herramientas manuales y objetos	X			X	X	X			X				
Atrapamientos entre piezas pesadas.	X			X	X		X			X			
Explosión (de soplete, botellas de gases licuados, bombonas)	X				X	X			X				
Sobreesfuerzos.	X			X			X			X			
Pisadas sobre objetos punzantes.													
Los inherentes al uso de la soldadura autógena.	X			X			X			X			
Explosión, (botellas de gases licuados tumbadas; vertido de acetona; bombonas de propano; impericia).		X			X		X				X		
Incendio, (impericia; fumar; desorden del taller con material inflamable).		X		X	X	X				X			
Pisadas sobre objetos punzantes o materiales.		X			X	X				X			
Ruido, (amolado).	X			X		X				X			
Contacto con la energía eléctrica, (anular o puntear protecciones, conexiones directas sin clavija).		X		X	X		X				X		
Radiaciones por arco voltaico.		X			X		X				X		
Intoxicación por vapores metálicos, (ausencia de captación localizada).		X			X		X				X		
Proyección violenta de partículas, (picado del cordón de soldadura; amolado con radial).	X				X	X			X				
Quemaduras.	X							X		X			
MEDIDAS PREVENTIVAS													
1.- El almacén para acopio de material de fontanería será ubicado en el sitio indicado en planos													
2.- El transporte de tramos de tubería a hombro por un solo hombre se realizará inclinando la carga hacia atrás, de tal forma que, el extremo que va por delante supere la altura de un hombre en un hombre, para evitar posibles golpes y tropiezos con otros operarios.													
3.- Los bancos de trabajo estarán limpios de material sobrante, manteniéndose las buenas condiciones de uso.													
4.- Las bombonas o botellas de gas permanecerán almacenadas bajo llave en el lugar indicado en planos, existirá un extintor de polvo químico seco prohíbe además fumar en esta zona.													
5.- Se prohíbe el uso de mecheros y sopletes junto a material inflamable.													
6.- Se prohíbe abandonar los mecheros y sopletes encendidos.													
7.- Se controlará la dirección de la llama durante las operaciones de soldadura, para evitar incendios.													
8.- Se evitará soldar con las botellas o bombonas de gases licuados expuestos al sol.													



EQUIPOS DE PREVENCIÓN.					
1.- Casco de polietileno.					
2.- Mandil de cuero					
3.- Guantes de cuero.					
4.- Botas de seguridad.					
5.- Botas con puntera reforzada.					
6.- Ropa de trabajo.					
7.- Trajes par a tiempo lluvioso.					
8.- Cinturón de seguridad clases A,B,C.					
El tajo de soldadura utilizará los elementos propios de estas tareas que aparecen recogidos en los apartados correspondientes.					
Interpretación de las abreviaturas					
Probabilidad	Protección	Consecuencias	Estimación del riesgo		
B Baja	c Colectiva	Ld Ligeramente dañino	T Riesgo trivial	I Riesgo importante	
M Media	i Individual	D Dañino	To Riesgo tolerable	In Riesgo intolerable	
A Alta		Ed Extremadamente dañino	M Riesgo moderado		



ANÁLISIS Y EVALUACIÓN INICIAL DE RIESGOS													
Actividad: <b>Instalación de saneamientos.</b>									Lugar de evaluación: Sobre planos				
Nombre del peligro identificado	Probabilidad			Protección		Consecuencias			Estimación del riesgo				
	B	M	A	c	i	Ld	D	Ed	T	To	M	I	In
Los riesgos propios del lugar, factores de forma y ubicación del tajo de instalación de tuberías.	X			X		X			X				
Caídas de objetos, (piedras, materiales, etc.).	X				X	X			X				
Golpes por objetos desprendidos en manipulación manual.	X				X	X			X				
Caídas de personas al entrar y al salir de zanjas por; (utilización de elementos inseguros para la maniobra: módulos de andamios metálicos, el gancho de un torno, el de un maquinillo, etc.).	X				X		X			X			
Caídas de personas al caminar por las proximidades de una zanja, (ausencia de iluminación, de señalización o de oclusión).	X				X	X			X				
Derrumbamiento de las paredes de la zanja, (ausencia de blindajes, utilización de entibaciones artesanales de madera).	X				X			X				X	
Interferencias con conducciones subterráneas, (inundación súbita, electrocución).	X				X		X			X			
Sobre esfuerzos, (permanecer en posturas forzadas, sobrecargas).	X				X	X			X				
Estrés térmico, (por lo general por temperatura alta).	X				X	X			X				
Pisadas sobre terrenos irregulares o sobre materiales.	X				X	X			X				
Cortes por manejo de piezas cerámicas y herramientas de albañilería.	X				X	X			X				
Dermatitis por contacto con el cemento.	X				X	X			X				
Atrapamiento entre objetos, (ajustes de tuberías y sellados).	X				X		X			X			
Caída de tuberías sobre personas por: (eslingado incorrecto; rotura por fatiga o golpe recibido por el tubo, durante el transporte a gancho de grúa o durante su instalación; uña u horquilla de suspensión e instalación corta o descompensada; rodar el tubo con caída en la zanja -acopio al borde sin freno o freno incorrecto-).	X							X				X	
Atrapamientos por: (recepción de tubos a mano; freno a brazo, de la carga en suspensión a gancho de grúa; rodar el tubo -acopio sin freno o freno incorrecto-).	X				X			X				X	
Polvo, (corte de tuberías en vía seca).	X				X	X			X				
Proyección violenta de partículas, (corte de tuberías en vía seca).	X				X		X			X			



Sobre esfuerzos, (parar el penduleo de la carga a brazo; cargar tubos a hombro).	X				X	X			X				
MEDIDAS PREVENTIVAS													
1.- El almacén para tuberías y elementos de fontanería será ubicado en el sitio indicado en planos y destinado para ello.													
2.- El transporte de tramos de tubería a hombro por un solo hombre se realizará inclinando la carga hacia atrás, de tal forma que, el extremo que va por delante supere la altura de un hombre en un hombre, para evitar posibles golpes y tropiezos con otros operarios.													
3.- Los bancos de trabajo estarán limpios de material sobrante, manteniéndose las buenas condiciones de uso.													
EQUIPOS DE PREVENCIÓN.													
1.- Casco de polietileno.													
2.- Guantes de cuero.													
3.- Botas de seguridad.													
4.- Botas con puntera reforzada.													
5.- Ropa de trabajo.													
6.- Trajes par a tiempo lluvioso.													
7.- Cinturón de seguridad clases A,B,C.													
Interpretación de las abreviaturas													
Probabilidad		Protección		Consecuencias		Estimación del riesgo							
B	Baja	c	Colectiva	Ld	Ligeramente dañino	T	Riesgo trivial			I	Riesgo importante		
M	Media	i	Individual	D	Dañino	To	Riesgo tolerable			In	Riesgo intolerable		
A	Alta			Ed	Extremadamente dañino	M	Riesgo moderado						



ANÁLISIS Y EVALUACIÓN INICIAL DE RIESGOS												
Actividad: <b>Aplicación de Pinturas.</b>								Lugar de evaluación: Sobre planos				
Nombre del peligro identificado	Probabilidad			Protección		Consecuencias			Estimación del riesgo			
	B	M	A	c	i	Ld	D	Ed	T	To	M	In
Caídas al mismo nivel, (desorden de obra o del taller de obra).	X				X	X			X			
Caídas a distinto nivel.	X			X	X		X			X		
Higiénicos originados por las pinturas y barnices.	X				X	X			X			
Golpes en miembros por objetos o herramientas.		X			X	X				X		
Cuerpos extraños en ojos.		X			X		X				X	
Contacto con productos tóxicos o peligrosos	X				X	X			X			
Rotura de herramientas de aire comprimido.	X			X			X			X		
Contactos con la energía eléctrica, (conexiones directas sin clavija; cables lacerados o rotos).		X		X			X				X	
Sobre esfuerzos por sustentación de elementos pesados.	X				X	X			X			
MEDIDAS PREVENTIVAS												
1.- Las pinturas se almacenarán en los lugares indicados en los planos bajo el título de “ almacén de pinturas” manteniéndose siempre la ventilación por tiro de aire para evitar los riesgos de incendios e intoxicaciones.												
2.- Se instalará un extintor de polvo químico seco al lado de la zona de acceso al almacén de pinturas.												
3.- En la zona de acceso al almacén de pinturas se colocará cartel de prohibido fumar y otra de peligro de incendios.												
4.- Se prohíbe almacenar pintura susceptibles de emanar vapores inflamables con los recipientes mal o incompletamente cerrados.												
5.- Se evitará la formación de ambientes con atmósferas nocivas.												
6.- Se tenderán cables de seguridad amarrados a los puntos fuertes según planos, de los que amarrar el fijador del cinturón de seguridad en las actuaciones de riesgo de caída.												
7.- Los andamios para pintar tendrán un ancho mínimo de 60 cms. para evitar los accidentes por trabajos realizados en superficies angostas.												
8.- Se prohíbe la formación de andamios con bidones, pilas de materiales o asimilables, para evitar la realización de trabajos sobre superficies inseguras.												
9.- Se prohíbe la formación de andamios con tabloncillos apoyados en escaleras de mano tanto de los de apoyo libre como de tijera, para evitar riesgo de caída a distinto nivel.												
10.- Las zonas de trabajo tendrán una iluminación mínima de 100 lux. Medidos a una altura de pavimento de 2 m.												
11.- Las escaleras de mano a utilizar serán del tipo tijera, dotadas con zapatas antideslizante y cadenilla limitadora de apertura.												
12.- Las operaciones de lijado mediante lijadora eléctrica se realizarán siempre en lugares ventilados.												



13.- El vertido de pigmento se realizará siempre desde la menor altura posible, evitando salpicaduras y atmósferas pulvulentas.					
14.-Se prohíbe realizar trabajos de soldadura y oxicorte en lugares próximos a los tajos en los que se empleen pinturas inflamables, para evitar el riesgo de explosión o de incendio.					
15.- La pintura de las cerchas de la obra se ejecutará desde superficies de trabajo adecuadas y con el fijador del cinturón de seguridad amarrado a un punto firme de la propia cercha.					
16.- Se tenderán redes de protección horizontales, sujetas a puntos firmes de la estructura según detalles de planos, bajo el tajo de pinturas de cerchas como medio de protección frente al riesgo de caídas de altura.					
EQUIPOS DE PREVENCIÓN.					
1.- Casco de polietileno.					
2.- Faja elástica de sujeción de cintura y cinturón de seguridad.					
3.- Guantes de PVC largos					
4.- Mascarilla con filtro mecánico.					
5.- Mascarilla con filtro específico					
6.- Ropa de trabajo.					
7.- Gafas de seguridad					
8.- Calzado de seguridad					
Interpretación de las abreviaturas					
Probabilidad	Protección	Consecuencias	Estimación del riesgo		
B Baja	c Colectiva	Ld Ligeramente dañino	T Riesgo trivial	I Riesgo importante	
M Media	i Individual	D Dañino	To Riesgo tolerable	In Riesgo intolerable	
A Alta		Ed Extremadamente dañino	M Riesgo moderado		



ANÁLISIS Y EVALUACIÓN INICIAL DE RIESGOS													
Actividad: <b>Ferrallistas.</b>									Lugar de evaluación: Sobre planos				
Nombre del peligro identificado	Probabilidad			Protección		Consecuencias			Estimación del riesgo				
	B	M	A	c	i	Ld	D	Ed	T	To	M	I	In
Caídas al mismo nivel, (desorden de obra; superficies embarradas).	X				X	X			X				
Aplastamiento de dedos, (manutención de ferralla para montaje de armaduras, recepción de paquetes de ferralla a gancho de grúa).	X				X		X			X			
Golpes en los pies, (caída de armaduras desde las borriquetas de montaje).	X				X		X			X			
Cortes en las manos, (montaje de armaduras; inmovilización de armaduras con alambre).	X				X	X			X				
Caída de cargas en suspensión a gancho de grúa por: (eslingado incorrecto; piezas de cuelgue de diseño peligroso, mal ejecutadas; cuelgue directo a los estribos; choque de la armadura contra elementos sólidos).	X						X			X			
Contacto con la energía eléctrica, (conexiones punteando la toma de tierra o los interruptores diferenciales; conexiones directas sin clavija; cables lacerados o rotos).		X		X			X				X		
Contacto continuado con el óxido de hierro, (dermatitis).	X				X	X			X				
Erosiones en miembros, (roce con las corrugas de los redondos).	X				X	X			X				
Sobre esfuerzos, (sustentación de cargas pesadas, manejo de la grifa, etc.).	X				X	X			X				
Fatiga muscular, (manejo de rodillos).	X				X	X			X				
Ruido, (compresores para pistolas de pintar).		X			X	X				X			
Pisadas sobre objetos punzantes, (redondos de acero, alambres).	X				X	X			X				
Golpes por las barras de ferralla: (durante la fase de doblado; caída de barras sobre los pies).	X				X	X			X				
MEDIDAS PREVENTIVAS													
1.- Los redondos de ferralla permanecerán en la zona destinada a acopio de este material y que aparece especificada en planos.													
2.- Los paquetes de redondos se almacenarán en posición horizontal sobre durmientes de madera sin superar una altura de acopio mayor de 1.50 m													
3.-El transporte aéreo de paquetes se de armadura mediante grúa se ejecutará suspendiendo la carga de dos puntos separados mediante eslingas.													



4.-La ferralla montada se almacenará en sitios destinados a tal efecto separado del lugar de montaje, señalados en planos.					
5.-Los desperdicios o recortes de hierro y acero se recogerán acopiándose en el lugar determinado en los para su posterior carga y transporte al vertedero.					
6.- Se efectuará barrido diario de los desperdicios de puntas, alambres, y recortes de ferralla en torno al banco de trabajo.					
7.- La ferralla montada se transportará al punto de ubicación suspendida al gancho de la grúa mediante eslingas que la sujetarán de dos puntos distantes para evitar deformaciones y desplazamientos no deseados.					
8.- Queda prohibido el transporte aéreo de armaduras de pilares en posición vertical. Se transportarán suspendidos de dos puntos mediante eslingas (o balancín) que la sujetarán de dos puntos distantes para evitar deformaciones y desplazamientos no deseados.					
9.- Se prohíbe trepar por las armaduras en cualquier caso.					
EQUIPOS DE PREVENCIÓN.					
1.- Casco de polietileno.					
2.-Trajes para tiempo lluvioso.					
3.- Guantes de cuero.					
4.- Botas de seguridad					
5.- Ropa de trabajo					
6.- Trajes para tiempo lluvioso.					
7.- Cinturón para herramientas					
Interpretación de las abreviaturas					
Probabilidad	Protección	Consecuencias	Estimación del riesgo		
B Baja	c Colectiva	Ld Ligeramente dañino	T Riesgo trivial	I Riesgo importante	
M Media	i Individual	D Dañino	To Riesgo tolerable	In Riesgo intolerable	
A Alta		Ed Extremadamente dañino	M Riesgo moderado		



ANÁLISIS Y EVALUACIÓN INICIAL DE RIESGOS													
Actividad: <b>Andamios en general.</b>										Lugar de evaluación: Sobre planos			
Nombre del peligro identificado	Probabilidad			Protección		Consecuencias			Estimación del riesgo				
	B	M	A	c	I	Ld	D	Ed	T	To	M	I	In
Caídas a distinto nivel	X			X			X			X			
Caídas desde altura, (plataformas peligrosas, vicios adquiridos, montaje peligroso de andamios, viento fuerte, cimbreo del andamio)	X			X	X			X			X		
Caídas al mismo nivel (desorden sobre el andamio)	X				X	X			X				
Desplome o caída del andamio (fallo de anclajes horizontales, pescantes, nivelación, etc)	X							X			X		
Contacto con la energía eléctrica(proximidad a las líneas eléctricas aéreas, uso de máquinas eléctricas sobre el andamio, anula las protecciones)	X						X			X			
Desplome o caída de objetos (tablones, plataformas metálicas, herramientas, materiales, tubos crucetas)	X							X		X			
Golpes por objetos o herramientas.	X				X		X			X			
Atrapamientos entre objetos en fase de montaje.	X				X		X			X			
Los derivados del padecimiento de enfermedades no detectadas: epilepsia, vértigo.	X							X			X		
<b>MEDIDAS PREVENTIVAS</b>													
1.- Los andamios deberán permanecer arriostrados para evitar movimientos indeseables.													
2.- Las estructuras de los andamios deberán ser revisadas.													
3.- Los tramos verticales de los andamios deberán estar apoyados sobre tablones de reparto de cargas.													
4.- Los pies derechos de los andamios en las zonas de reparto de terreno inclinado, se suplementarán mediante tacos o porciones de tablón.													
5.- Las plataformas de trabajo tendrán un mínimo de 60 cms. De anchura y estarán firmemente ancladas a los apoyos de manera que se eviten los movimientos innecesarios provocando deslizamientos o vuelcos.													
6.- Se prohíbe arrojar desde los andamios escombros.													
7.- La distancia máxima entre el andamio y el paramento vertical no será superior a 30 cms.													
8- Se establecerá a lo largo y ancho de los paramentos verticales puntos fuertes de seguridad en los que se arriostren los andamios.													
9.- Los andamios se inspeccionarán diariamente por el encargado de obra antes del inicio de los trabajos para prevenir fallos o faltas de medida de seguridad.													
10.- Los elementos que denoten algún fallo técnico o mal comportamiento se desmontarán de inmediato para su reparación.													
<b>EQUIPOS DE PREVENCIÓN.</b>													
1.- Casco de polietileno.													
2.-Botas de seguridad (según casos)													



3.- Calzado de seguridad (según caso)				
4.- Calzado antideslizante				
5.- Cinturón de seguridad clase A,C				
6.- Ropa de trabajo				
7.- Trajes para ambientes lluviosos.				
Interpretación de las abreviaturas				
Probabilidad	Protección	Consecuencias	Estimación del riesgo	
B    Baja	c    Colectiva	Ld   Ligeramente dañino	T    Riesgo trivial	I    Riesgo importante
M    Media	i    Individual	D    Dañino	To   Riesgo tolerable	In   Riesgo intolerable
A    Alta		Ed    Extremadamente dañino	M    Riesgo moderado	



ANÁLISIS Y EVALUACIÓN INICIAL DE RIESGOS												
Actividad: <b>Máquinas herramienta eléctrica en general.</b>								Lugar de evaluación: Sobre planos				
Nombre del peligro identificado	Probabilidad			Protección		Consecuencias			Estimación del riesgo			
	B	M	A	c	i	Ld	D	Ed	T	To	M	In
Cortes por: (el disco de corte; proyección de objetos; voluntarismo; impericia).		X			X		X				X	
Quemaduras por: (el disco de corte; tocar objetos calientes; voluntarismo; impericia).		X			X	X				X		
Golpes por: (objetos móviles; proyección de objetos).		X			X		X				X	
Proyección violenta de fragmentos, (materiales o rotura de piezas móviles).		X			X		X				X	
Caída de objetos a lugares inferiores.		X					X				X	
Contacto con la energía eléctrica, (anulación de protecciones; conexiones directas sin clavija; cables lacerados o rotos).		X					X				X	
Vibraciones.		X			X		X				X	
Ruido.		X			X	X				X		
Polvo.		X			X	X				X		
Sobre esfuerzos, (trabajar largo tiempo en posturas obligadas).		X			X	X				X		
MEDIDAS PREVENTIVAS												
1.- Las máquinas-herramientas eléctricas a utilizar en obra estarán protegidas eléctricamente mediante doble aislamiento.												
2.- Los motores eléctricos de las máquinas –herramientas estarán protegidos por la carcasa y resguardos propios de cada aparato, para evitar los riesgos de atrapamientos, o de contacto con la energía eléctrica.												
3.-Se prohíbe realizar reparaciones o manipulaciones con la máquinas accionada por transmisiones por correas en marcha. Las reparaciones, ajustes etc se harán a motor parado, para evitar accidentes.												
4.- El montaje y ajuste de transmisiones por correas se realizará mediante montacorreas, nunca con destornilladores, las manos etc., para evitar riesgo de atrapamiento.												
5.- Las transmisiones mediante engranajes accionados mecánicamente, estarán protegidos mediante bastidor soporte de cerramiento a base de malla metálica que permitiendo la observación del buen funcionamiento de la transmisión impida el atrapamiento de personas y objetos.												
6.- Se prohíbe la manipulación o ajuste de maquinaria por parte de personal no especializado específicamente en la máquina a reparar.												
7.- Como medida adicional para evitar la puesta en servicio de la máquina averiada serán bloqueados los arranques o, en su caso, se extraerán los fusibles.												
8.- Sólo el personal autorizado con la pertinente documentación escrita será el encargado de la utilización de una determinada máquina o máquina herramienta.												
9.- Las máquinas que no sean de sustentación manual apoyarán sobre elementos nivelados y firmes.												
10.- La elevación o descenso a máquina de objetos se efectuará lentamente, izándolos en directriz vertical. Se prohíbe que sean inclinados.												



11.- Se prohíbe la permanencia en zonas bajo trabajos de carga suspendida.
12.- Los aparatos de izado y sustentación a emplear estarán provistos de limitadores de recorrido del carro y ganchos.
13.- Los cables de izado y sustentación a emplear estarán calculados expresamente para las tareas que se encargan.
14.- La sustitución de cables estará siempre efectuada por mano de obra especializada, siguiendo siempre las especificaciones del fabricante.
15.- Los ganchos de sujeción será siempre de acero provistos de pestillos de seguridad.
16.- Se prohíbe en esta obra la utilización de ganchos artesanales de seguridad contruidos a base de redondos doblados o material similar.
17.- Los contadores tendrán siempre en sitio visible la carga máxima admisible y el nivel de llenado.
18.- Todos los aparatos de izado tendrán siempre en sitio visible, la carga máxima que pueden transportar.
19.- Se prohíbe en esta obra el izado o transporte de personas en el interior de jaulones, bateas, cubilotes y asimilables.
20.-Se prohíbe engrasar cables en movimiento.
21.- Los trabajos de izado y transporte se suspenderán para vientos mayores de 60 km/h.
22.- Las máquinas-herramientas de corte tendrán disco protegido mediante carcasa antiproyecciones.
23.- Las máquinas-herramientas a utilizar en lugares en los que existen productos inflamables o explosivos estarán protegidos mediante carcasa antideflagrantes.
24.- Se prohíbe en esta obra la utilización de herramientas accionadas mediante combustibles líquidos en lugares cerrados o con ventilación insuficiente.
25.- En prevención de los riesgos por inhalación de polvo ambiental, las máquinas-herramientas con producción de polvo se utilizarán en vía húmeda y a sotavento en la medida de lo posible.
26.- Se prohíbe la utilización de máquinas –herramientas por personal no especializado.
27.- El encargado de obra revisará el estado de la maquinaria así como las fijaciones, cables instalación etc... de las mismas.
EQUIPOS DE PREVENCIÓN.
1.- Guantes de seguridad, goma y PVC
2.-Botas de seguridad (según casos)
3.- Casco de polietileno.
4.- Botas de goma
5.- Ropa de trabajo.
6.- Mandil, polainas y muñequeras. (en caso de soldadura)
7.- Gafas de seguridad antiproyecciones.
8.- Gafas de seguridad antipolvo.
9.- Gafas de seguridad anti-impactos.
10.- Protectores auditivos.
11.-Mascarilla filtrante y mascarilla antipolvo con filtro mecánico específico recambiable.
12.- Cinturón de seguridad.



Interpretación de las abreviaturas									
Probabilidad		Protección	Consecuencias	Estimación del riesgo					
B	Baja	c	Colectiva	Ld	Ligeramente dañino	T	Riesgo trivial	I	Riesgo importante
M	Media	i	Individual	D	Dañino	To	Riesgo tolerable	In	Riesgo intolerable
A	Alta			Ed	Extremadamente dañino	M	Riesgo moderado		

ANÁLISIS Y EVALUACIÓN INICIAL DE RIESGOS													
Actividad: <b>Soldadura por arco eléctrico, (soldadura eléctrica).</b>								Lugar de evaluación: Sobre planos					
Nombre del peligro identificado	Probabilidad			Protección		Consecuencias			Estimación del riesgo				
	B	M	A	c	i	Ld	D	Ed	T	To	M	I	In
Caída desde altura, (estructura metálica; trabajos en el borde de forjados, balcones aleros; estructuras de obra civil; uso de guindolas artesanales; caminar sobre perfilera).		X		X	X		X				X		
Caídas al mismo nivel, (tropezar con objetos o mangueras).		X			X	X				X			
Atrapamiento entre objetos, (piezas pesadas en fase de soldadura).	X				X		X			X			
Aplastamiento de manos por objetos pesados, (piezas pesadas en fase de recibido y soldadura).	X				X		X			X			
Sobre esfuerzos, ((permanecer en posturas obligadas; sustentar por objetos pesados).	X				X	X			X				
Radiaciones por arco voltaico, (ceguera).		X			X		X				X		
Inhalación de vapores metálicos, (soldadura en lugares cerrados sin extracción localizada).		X			X		X				X		
Quemaduras, (despiste; impericia; caída de gotas incandescentes sobre otros trabajadores).		X			X	X				X			
Incendio, (soldar junto a materias inflamables).	X			X			X			X			
Proyección violenta de fragmentos, (picar cordones de soldadura; amolar).		X			X	X				X			
Contacto con la energía eléctrica, (circuito mal cerrado; tierra mal conectada; bornes sin protección; cables lacerados o rotos).		X		X	X		X				X		
Heridas en los ojos por cuerpos extraños, (picado del cordón de soldadura; esmerilado).		X			X		X				X		
Pisadas sobre objetos punzantes.		X			X	X			X				
MEDIDAS PREVENTIVAS													



1.- El área de trabajo estará libre de obstáculos, productos deslizantes y restos de grasa.				
2.- No se realizarán trabajos cuando a menos de 6 metros existan productos inflamables o combustibles.				
3.- Las zonas donde existan peligros de “lluvia de chispas”, deberá señalizarse de forma bien visible y acotarse para evitar el paso de operarios bajo la misma.				
4.- Se cuidará el recorrer los cables para evitar su deterioro.				
5.- La masa metálica de cada aparato estará conectada a la puesta a tierra.				
6.- Las bornas de conexión eléctrica estarán aisladas				
7.- Los cables de alimentación eléctrica estarán aislados en toda su longitud. El aislamiento será suficiente para una tensión nominal > 1.000V.				
8.- La superficie exterior de los portaelectrodos a mano y sus mandíbulas estarán siempre bien aislados				
9.- No se emplearán con tensiones superiores a 50 V. Y la tensión en vacío entre el electrodo y la pieza a soldar no superará los 90V. En corriente alterna y 150 v. En caso de corriente continua.				
EQUIPOS DE PREVENCIÓN.				
1.- Casco de Polietileno.				
2.- Ropa de trabajo.				
3.- Guantes de soldador				
4.- Manguitos de soldador				
5.- Guantes de cuero.				
6.- Cinturón de seguridad.				
7.- Botas de seguridad.				
8.- Pantallas y gafas de soldador.				
Interpretación de las abreviaturas				
Probabilidad	Protección	Consecuencias	Estimación del riesgo	
B Baja	c Colectiva	Ld Ligeramente dañino	T Riesgo trivial	I Riesgo importante
M Media	i Individual	D Dañino	To Riesgo tolerable	In Riesgo intolerable
A Alta		Ed Extremadamente dañino	M Riesgo moderado	



ANÁLISIS Y EVALUACIÓN INICIAL DE RIESGOS													
Actividad: <b>Carpintería metálica y cerrajería.</b>									Lugar de evaluación: Sobre planos				
Nombre del peligro identificado	Probabilidad			Protección		Consecuencias			Estimación del riesgo				
	B	M	A	c	i	Ld	D	Ed	T	To	M	I	In
Desprendimiento de la carga suspendida a gancho grúa, (eslingado erróneo).	X				X		X			X			
Caídas al mismo nivel, (desorden de obra o del taller de obra).	X				X	X			X				
Caídas a distinto nivel.	X			X	X		X			X			
Caídas desde altura, (montaje de carpintería en fachadas)	X			X	X		X			X			
Cortes en las manos por el manejo de máquinas herramienta manuales.	X				X	X			X				
Golpes en miembros por objetos o herramientas.		X			X	X				X			
Atrapamiento de dedos entre objetos pesados en manutención a brazo.		X			X		X				X		
Pisadas sobre objetos punzantes, lacerantes o cortantes, (fragmentos).	X				X	X			X				
Caída de elementos de carpintería metálica sobre las personas o las cosas, (falta de apuntalamiento o apuntalamiento peligroso).	X			X			X			X			
Contactos con la energía eléctrica, (conexiones directas sin clavija; cables lacerados o rotos).		X		X			X				X		
Sobre esfuerzos por sustentación de elementos pesados.	X				X	X			X				
MEDIDAS PREVENTIVAS													
1.- Los elementos de carpintería se descargarán en bloques perfectamente flejados o atados, pendientes mediante eslingas del gancho de la grúa.													
2.- Los acopios de carpintería metálica se acopiarán en los lugares destinados a tal efecto para ello y que aparecen indicados en planos.													
3.- En todo momento se mantendrán libres los pasos o caminos de intercomunicación interior y exterior de la obra para evitar posibles accidentes por tropiezos e interferencias.													
4.- El capataz o encargado de obra vigilará que todos los elementos estén correctamente acopiados, para evitar posibles accidentes por desplomes.													
5.- En todos los tajos se mantendrán las zonas de circulación libres de cascotes, recortes metálicos y elementos punzantes para evitar accidentes por pisadas sobre objetos punzantes.													
6.- Antes de la utilización de una maquinaria herramienta, el operario deberá estar provisto del documento expreso de autorización de manejo de esa determinada máquina (radial, remachadora, lijadora, etc...)													
7.- Antes de la utilización de cualquier máquina- herramienta se comprobará que está en perfectas condiciones y con los medios de protección en perfectas condiciones.													
8.- Los cercos metálicos serán presentados por un mínimo de una cuadrilla, para evitar los riesgos de vuelcos, golpes o caídas.													



9.- El cuelgue de las hojas de las carpinterías se efectuará como mínimo de una cuadrilla, para evitar el riesgo de vuelco o desplome					
10.- Toda la maquinaria eléctrica a utilizar dispondrá de toma de tierra en combinación con los disyuntores diferenciales del cuadro general de la obra o de doble aislamiento.					
11.- Se notificará a la Dirección Facultativa, las desconexiones habidas por funcionamiento de los disyuntores diferenciales.					
12.- Los elementos metálicos que resulten inseguros en situaciones de consolidación de su recibido se mantendrán apuntalados para garantizar su perfecta ubicación definitiva y evitar desplomes.					
13.- Los tramos metálicos longitudinales (postes) transportadas por un solo hombre, irán inclinadas hacia atrás, procurando que la punta que va por delante esté a una altura superior a la de una persona, para evitar golpes a otras personas.					
EQUIPOS DE PREVENCIÓN.					
1.- Casco de polietileno.					
2.- Faja elástica de sujeción de cintura.					
3.- Guantes de cuero.					
4.- Botas de seguridad.					
5.- Botas con puntera reforzada.					
6.- Ropa de trabajo.					
7.- Trajes par a tiempo lluvioso.					
8.- Cinturón de seguridad clases A,B,C.					
Interpretación de las abreviaturas					
Probabilidad	Protección	Consecuencias	Estimación del riesgo		
B Baja	c Colectiva	Ld Ligeramente dañino	T Riesgo trivial	I Riesgo importante	
M Media	i Individual	D Dañino	To Riesgo tolerable	In Riesgo intolerable	
A Alta		Ed Extremadamente dañino	M Riesgo moderado		



### **1.5.1 Riesgo de Incendio**

El presente estudio de Seguridad y Salud, prevé el uso en la obra de materiales y sustancias capaces de originar un incendio. Sabemos que las obras pueden llegar a incendiarse por las experiencias que en tal sentido conocemos. Esta obra en concreto, está sujeta al riesgo de incendio porque en ella coincidirán: el fuego y el calor, el comburente y los combustibles como tales o en forma de objetos y sustancias con tal propiedad.

La experiencia demuestra y los medios de comunicación social así lo han divulgado, que las obras pueden arder por causas diversas, que van desde la negligencia simple, a las prácticas de riesgo por vicios adquiridos en la realización de los trabajos o a causas fortuitas.

Por ello, en el pliego de condiciones técnicas y particulares, se dan las normas a cumplir este plan de seguridad y salud, con el objetivo de ponerlas en práctica durante la realización de la obra.

### **1.5.2 Relación de protecciones colectivas**

Según se desprende del análisis de riesgo de cada una de las actividades que concurrirán en la obra, las protecciones colectivas necesarias son:

- Líneas de vida homologadas según normas CE EN 795, CE EN 353-1.
- Redes de seguridad homologadas según normas UNE-EN 1263-2.
- Extintores de incendios tipo 21A-113B.
- Interruptor diferencial de 300 mA mínimo.
- Toma de tierra normalizada general de la obra.

### **1.5.3 Relación de equipos de protección individual**

Según el análisis de riesgo realizado anteriormente, se extrae la siguiente relación de equipo de protección individual:

- Casco de polietileno.
- Ropa de trabajo.
- Gafas anti proyecciones.
- Guantes de cuero.
- Guantes de goma o PVC.
- Cinturón elástico anti vibratorio.
- Botas impermeables.
- Mascarillas con filtro mecánico recambiable antipolvo.
- Mandil de cuero.



- Polainas de cuero.
- Calzado para la conducción.
- Botas de seguridad.
- Guantes de soldador.
- Manguitos de soldador.
- Cinturón de seguridad.
- Pantallas y gafas de soldador.
- Manoplas de cuero.
- Trajes para tiempo lluvioso.
- Gafas de seguridad anti proyecciones.
- Muñequeras.
- Faja elástica.
- Gafas de seguridad anti polvo.
- Gafas de seguridad anti impactos.
- Protectores auditivos.
- Mascarilla filtrante y mascarilla anti polvo con filtro mecánico específico recambiable.
- Arnés de seguridad.



## **1.6 SEÑALIZACIÓN DE LOS RIESGOS**

### **1.6.1 Señalización de los riesgos del trabajo**

Como complemento de la protección colectiva y de los equipos de protección individual anteriormente indicados, se ha previsto el empleo de una señalización normalizada, que recuerde en todo momento los riesgos existentes a todos los que trabajan en la obra. La señalización prevista es la del listado que se ofrece a continuación, a modo informativo.

- Riesgo en el trab. BANDA DE ADVERTENCIA DE PELIGRO.
- Riesgo en el trab. PROHIBIDO PASO A PEATONES. Tamaño mediano.
- Riesgo en el trabajo PROTECCIÓN OBLIGATORIA CABEZA. Tamaño mediano.
- Riesgo en el trabajo PROTECCIÓN OBLIGATORIA MANOS. Tamaño mediano.
- Riesgo en el trabajo PROTECCIÓN OBLIGATORIA OÍDOS. Tamaño mediano.
- Riesgo en el trabajo PROTECCIÓN OBLIGATORIA PIES. Tamaño mediano.
- Riesgo en el trabajo PROTECCIÓN VIAS RESPIRATORIAS. Tamaño mediano.
- Señal salvamento. EQUIPO PRIMEROS AUXILIOS. Tamaño mediano.

### **1.6.2 Señalización vial**

Los trabajos a realizar, no originan riesgos importantes para los operarios por la presencia de la vecindad o del tráfico rodado. Es necesario, por lo tanto, que en los momentos en los que así se requiera se organice la circulación de vehículos de la manera más segura, mediante la instalación de la oportuna señalización vial.

La señalización prevista es la del listado que se ofrece, a modo de información:

- Señalización vial (manual) DISCO DE STOP O PROHIBIDO EL PASO.TM-3.
- Señalización vial PROHIBIDO EL ESTACIONAMIENTO.TR-308.60 cm de diámetro.
- Señalización vial TRIANGULAR PELIGRO. TP-18 "Obras" 60 cm de lado.



## **1.7 INSTALACIONES PROVISIONALES PARA LOS TRABAJADORES**

Las instalaciones provisionales para los trabajadores se alojarán en el interior de locales distribuidos a tal fin, que podrán ser prefabricados o ejecutados in situ. Deberán reunir las adecuadas condiciones higiénico-sanitarias, y disponer de las correspondientes acometidas de servicios (Electricidad, agua y saneamiento).

## **1.8 PREVENCIÓN ASISTENCIAL EN CASO DE ACCIDENTE LABORAL**

### **1.8.1 Primeros auxilios**

Será necesario disponer de un local con botiquín de primeros auxilios, en el que se den las primeras atenciones sanitarias a los posibles accidentados. El botiquín contendrá como mínimo:

- Un frasco conteniendo agua oxigenada.
- Un frasco conteniendo alcohol de 96 grados.
- Un frasco conteniendo tintura de yodo.
- Un frasco conteniendo mercurio cromo.
- Un frasco conteniendo amoníaco.
- Una caja de gasa estéril.
- Una caja de algodón hidrófilo estéril.
- Un rollo de esparadrapo.
- Un torniquete.
- Una bolsa para agua o hielo.
- Una bolsa conteniendo guantes esterilizados.
- Un termómetro clínico.
- Una caja de apósitos autoadhesivos.
- Una caja de analgésicos.
- Un tubo de pomada para quemaduras

### **1.8.2 Evacuación de Accidentados**

En caso de accidente deben acudir a la mutua de accidentes de trabajo concertadas para sus trabajadores de acuerdo con la normativa aplicable.

En caso de accidente grave, avisar al SAMU: 954 46 10 00.

Si el accidente ocurre fuera del horario de apertura del Centro Asistencial se deberá seguir el plan de emergencia de la Planta.



## **1.9 OBLIGACIONES DEL PROMOTOR**

Antes del inicio de los trabajos, el promotor designará un Coordinador en materia de Seguridad y Salud, cuando en la ejecución de las obras intervengan más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos o diversos trabajadores autónomos.

La designación del Coordinador en materia de Seguridad y Salud no eximirá al promotor de las responsabilidades.

El promotor deberá efectuar un aviso a la autoridad laboral competente antes del comienzo de las obras, que se redactará con arreglo a lo dispuesto en el Anexo III del Real Decreto 1627/1.997 debiendo exponerse en la obra de forma visible y actualizándose si fuera necesario.

## **1.10 COORDINADOR EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD**

La designación del Coordinador en la elaboración del proyecto y en la ejecución de la obra podrá recaer en la misma persona.

El Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, deberá desarrollar las siguientes funciones:

- Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y seguridad.
- Coordinar las actividades de la obra para garantizar que las empresas y personal actuante apliquen de manera coherente y responsable los principios de acción preventiva que se recogen en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales durante la ejecución de la obra, y en particular, en las actividades a que se refiere el Artículo 10 del Real Decreto 1627/1.997.
- Aprobar el Plan de Seguridad y Salud elaborado por el contratista y, en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo.
- Organizar la coordinación de actividades empresariales previstas en el Artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.
- Adoptar las medidas necesarias para que solo las personas autorizadas puedan acceder a la obra.

La Dirección Facultativa asumirá estas funciones cuando no fuera necesario la designación del Coordinador.



## **1.11 PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO**

En aplicación de este Estudio de Seguridad y Salud, el contratista, antes del inicio de la obra, elaborará un Plan de Seguridad y Salud en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en este Estudio en función de su propio sistema de ejecución de obra. En dicho Plan se incluirán, en su caso, las propuestas de medidas alternativas de prevención que el contratista proponga con la correspondiente justificación técnica, y que no podrán implicar disminución de los niveles de protección previstos en este Estudio.

El Plan de Seguridad y Salud deberá ser aprobado, antes del inicio de la obra, por el Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra. Este podrá ser modificado por el contratista en función del proceso de ejecución de la misma, de la evolución de los trabajos y de las posibles incidencias o modificaciones que puedan surgir a lo largo de la obra, pero que siempre con la aprobación expresa del Coordinador. Cuando no fuera necesaria la designación del Coordinador, las funciones que se le atribuyen serán asumidas por la Dirección Facultativa.

Quienes intervengan en la ejecución de la obra, así como las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención en las empresas intervinientes en la misma y los representantes de los trabajadores, podrán presentar por escrito y de manera razonada, las sugerencias y alternativas que estimen oportunas. El Plan estará en la obra a disposición de la Dirección Facultativa.

## **1.12 OBLIGACIONES DE CONTRATISTAS Y SUBCONTRATISTAS**

El contratista y subcontratistas estarán obligados a:

Aplicar los principios de acción preventiva que se recogen en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos laborales y en particular:

- El mantenimiento de la obra en buen estado de limpieza.
- La elección del emplazamiento de los puestos y áreas de trabajo, teniendo en cuenta sus condiciones de acceso y la determinación de las vías o zonas de desplazamiento o circulación.
- La manipulación de distintos materiales y la utilización de medios auxiliares.
- El mantenimiento, el control previo a la puesta en servicio y control periódico de las instalaciones y dispositivos necesarios para la ejecución de las obras, con objeto de corregir los defectos que pudieran afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.
- La delimitación y acondicionamiento de las zonas de almacenamiento y depósito de materiales, en particular si se trata de materias peligrosas.
- El almacenamiento y evacuación de residuos y escombros.
- La recogida de materiales peligrosos utilizados.
- La adaptación del período de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
- La cooperación entre todos los intervinientes en la obra.
- Las interacciones o incompatibilidades con cualquier otro trabajo o actividad.



- Cumplir y hacer cumplir a su personal lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud.
- Cumplir la normativa en materia de prevención de riesgos laborales, teniendo en cuenta las obligaciones sobre coordinación de las actividades empresariales previstas en el Artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, así como cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el Anexo IV del Real Decreto 1627/1.997.
- Informar y proporcionar las instrucciones adecuadas a los trabajadores autónomos sobre todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiera a seguridad y salud.
- Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

Serán responsables de la ejecución correcta de las medidas preventivas fijadas en el Plan y en lo relativo a las obligaciones que le correspondan directamente o, en su caso, a los trabajos autónomos por ellos contratados. Además responderán solidariamente de las consecuencias que se deriven del incumplimiento de las medidas previstas en el Plan.

Las responsabilidades del Coordinador, Dirección Facultativa y el Promotor no eximirán de sus responsabilidades a los contratistas y a los subcontratistas.

### **1.13 OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES AUTÓNOMOS**

Los trabajadores autónomos están obligados a:

- 1) Aplicar los principios de la acción preventiva que se recoge en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, y en particular:
  - El mantenimiento de la obra en buen estado de orden y limpieza.
  - El almacenamiento y evacuación de residuos y escombros.
  - La recogida de materiales peligrosos utilizados.
  - La adaptación del período de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
  - La cooperación entre todos los intervinientes en la obra.
  - Las interacciones o incompatibilidades con cualquier otro trabajo o actividad.
- 2) Cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el Anexo IV del Real Decreto 1627/1.997.
- 3) Ajustar su actuación conforme a los deberes sobre coordinación de las actividades empresariales previstas en el Artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, participando en particular en cualquier medida de su actuación coordinada que se hubiera establecido.
- 4) Cumplir con las obligaciones establecidas para los trabajadores en el Artículo 29, apartados 1 y 2 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- 5) Utilizar equipos de trabajo que se ajusten a lo dispuesto en el Real Decreto 1215/ 1.997.



- 6) Elegir y utilizar equipos de protección individual en los términos previstos en el Real Decreto 773/1.997.
- 7) Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del Coordinador en materia de seguridad y salud.

Los trabajadores autónomos deberán cumplir lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud.



## **1.14 LIBRO DE INCIDENCIAS**

En cada centro de trabajo existirá, con fines de control y seguimiento del Plan de Seguridad y Salud, un Libro de Incidencias que constará de hojas por duplicado y que será facilitado por el Colegio profesional al que pertenezca el técnico que haya aprobado el Plan de Seguridad y Salud.

Deberá mantenerse siempre en obra y en poder del Coordinador. Tendrán acceso al Libro, la Dirección Facultativa, los contratistas y subcontratistas, los trabajadores autónomos, las personas con responsabilidades en materia de prevención de las empresas intervinientes, los representantes de los trabajadores, y los técnicos especializados de las Administraciones públicas competentes en esta materia, quienes podrán hacer anotaciones en el mismo.

Efectuada una anotación en el Libro de Incidencias, el Coordinador estará obligado a remitir en el plazo de veinticuatro horas una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realiza la obra. Igualmente notificará dichas anotaciones al contratista y a los representantes de los trabajadores



## **1.15 PARALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS**

Cuando el Coordinador y durante la ejecución de las obras, observase incumplimiento de las medidas de seguridad y salud, advertirá al contratista y dejará constancia de tal incumplimiento en el Libro de Incidencias, quedando facultado para, en circunstancias de riesgo grave e inminente para la seguridad y salud de los trabajadores, disponer la paralización de tajo o, en su caso, de la totalidad de la obra.

Dará cuenta de este hecho a los efectos oportunos, a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realiza la obra. Igualmente notificará al contratista, y en su caso a los subcontratistas y/o autónomos afectados de la paralización y a los representantes de los trabajadores.

## **1.16 DERECHOS DE LOS TRABAJADORES**

Los contratistas y subcontratistas deberán garantizar que los trabajadores reciban una información adecuada y comprensible de todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a su seguridad y salud en la obra.

Una copia del Plan de Seguridad y Salud y de sus posibles modificaciones, a los efectos de su conocimiento y seguimiento, será facilitada por el contratista a los representantes de los trabajadores en el centro de trabajo.

## **1.17 DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD QUE DEBEN APLICARSE EN OBRAS**

Las obligaciones previstas en las tres partes del Anexo IV del Real Decreto 1627/1.997, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, se aplicarán siempre que lo exijan las características de la obra o de la actividad, las circunstancias o cualquier riesgo.



## 2. PLIEGO DE CONDICIONES

---

### 2.1 CONDICIONES GENERALES

#### 2.1.1 De la planificación y organización de la Seguridad y Salud

##### **Ordenación de la acción preventiva**

###### ***Criterios de selección de las medidas preventivas***

Las acciones preventivas que se lleven a cabo en la obra, por el empresario, estarán constituidas por el conjunto coordinado de medidas, cuya selección deberá dirigirse a:

- Evitar los riesgos.
- Evaluar los riesgos que no se pueden evitar, adoptando las medidas pertinentes.
- Combatir los riesgos en su origen.

Adaptar el trabajo a la persona, en particular en lo que respecta a la concepción de los puestos de trabajo, así como a la selección de los métodos de trabajo y de producción, con miras, en especial, a atenuar el trabajo monótono y repetitivo y a reducir los efectos del mismo en la salud.

- Tener en cuenta la evolución de la técnica.
- Sustituir lo peligroso por lo que entraña poco o ningún peligro.

Planificar la prevención buscando un conjunto coherente que integre en ella la técnica, la organización del trabajo, las condiciones de trabajo, las relaciones sociales y la influencia de los factores ambientales en el trabajo.

- Adoptar medidas que antepongan la protección colectiva a la individual.
- Dar las debidas instrucciones a los trabajadores.

En la selección de las medidas preventivas se tendrán en cuenta los riesgos adicionales que las mismas pudieran implicar, debiendo adoptarse, solamente, cuando la magnitud de dichos riesgos sea sustancialmente inferior a la de los que se pretende controlar y no existen alternativas razonables más seguras.



### ***Planificación y organización***

La planificación y organización de la acción preventiva deberá formar parte de la organización del trabajo, siendo, por tanto, responsabilidad del empresario, quien deberá orientar esta actuación a la mejora de las condiciones de trabajo y disponer de los medios oportunos para llevar a cabo la propia acción preventiva.

La acción preventiva deberá integrarse en el conjunto de actividades que conllevan la planificación, organización y ejecución de la obra y en todos los niveles jerárquicos del personal adscrito a la obra, a la empresa constructora principal y a las subcontratas.

El empresario deberá reflejar documentalmente la planificación y organización de la acción preventiva, dando conocimiento y traslado de dicha documentación, entre otros, al responsable del seguimiento y control del Plan de Seguridad y Salud, con carácter previo al inicio de las obras, para su aprobación.

El empresario, en base a la evaluación inicial de las condiciones de trabajo y a las previsiones establecidas en el Estudio de Seguridad y Salud (E. Seguridad y Salud en adelante), planificará la acción preventiva. El empresario deberá tomar en consideración las capacidades profesionales, en materia de seguridad y salud, de los trabajadores en el momento de encomendarles tareas que impliquen riesgos graves.

### ***Coordinación de actividades empresariales***

El empresario principal adoptará las medidas necesarias para que los trabajadores de las demás empresas subcontratadas reciban la información adecuada sobre los riesgos existentes en la obra y las correspondientes medidas de prevención.

Cuando en la obra desarrollen simultáneamente actividades dos o más empresas, vinculadas o no entre sí contractualmente, tendrán el deber de colaborar en la aplicación de las prescripciones y criterios contenidos en este Pliego, conjunta y separadamente. A tal fin, deberán establecerse entre estas empresas, y bajo la responsabilidad de la principal, los mecanismos necesarios de coordinación en cuanto a la seguridad y salud se refiere.

El empresario deberá comprobar que los subcontratistas o empresas con las que ellos contraten determinados trabajos reúnen las características y condiciones que les permitan dar cumplimiento a las prescripciones establecidas en este Pliego. A tal fin, entre las condiciones correspondientes que se estipulen en el contrato que haya de suscribirse entre ellas, deberá figurar referencia específica a las actuaciones que tendrán que llevarse a cabo para el cumplimiento de la normativa de aplicación sobre seguridad y salud en el trabajo. La empresa principal deberá vigilar que los subcontratistas cumplan con la normativa de protección de la salud de los trabajadores en la ejecución de los trabajos que desarrollen.



## **Normas generales de seguimiento y control**

### ***Evaluación continua de los riesgos***

Por parte del empresario principal se llevará a cabo durante el curso de la obra una evaluación continuada de los riesgos, debiéndose actualizar las previsiones iniciales, reflejadas en el Plan de Seguridad y Salud, cuando cambien las condiciones de trabajo o con ocasión de los daños para la salud que se detecten, proponiendo en consecuencia, si procede, la revisión del Plan aprobado al responsable de su seguimiento y control antes de reiniciar los trabajos afectados. Asimismo, cuando se planteen modificaciones de la obra proyectada inicialmente, cambios de los sistemas constructivos, métodos de trabajo o proceso de ejecución previstos, o variaciones de los equipos de trabajo, el empresario deberá efectuar una nueva evaluación de riesgos previsible y, en base a ello, proponer, en su caso, las medidas preventivas a modificar, en los términos reseñados anteriormente.

### ***Controles periódicos***

La empresa deberá llevar a cabo controles periódicos de las condiciones de trabajo, y examinar la actividad de los trabajadores en la prestación de sus servicios para detectar situaciones potencialmente peligrosas.

Cuando se produzca un daño para la salud de los trabajadores o, si con ocasión de la vigilancia del estado de salud de éstos respecto de riesgos específicos, se apreciaran indicios de que las medidas de prevención adoptadas resultan insuficientes, el empresario deberá llevar a cabo una investigación al respecto, a fin de detectar las causas de dichos hechos. Sin perjuicio de que haya de notificarse a la autoridad laboral, cuando proceda por caso de accidente.

Asimismo, el empresario deberá llevar el control y seguimiento continuo de la siniestralidad que pueda producirse en la obra, mediante estadillos en los que se reflejen: tipo de control, número de accidentes, tipología, gravedad y duración de la incapacidad (en su caso) y relaciones de partes de accidentes cursados y deficiencias. Todos estos datos estarán a disposición del responsable del seguimiento y control del Plan de Seguridad y Salud, con independencia de otros agentes intervinientes que vengan exigidos por las normas en vigor.

### ***Adecuación de medidas preventivas y adopción de medidas correctoras***

Cuando, como consecuencia de los controles e investigaciones anteriormente reseñadas, se apreciase por el empresario la inadecuación de las medidas y acciones preventivas utilizadas, se procederá a la modificación inmediata de las mismas en el caso de ser necesario, proponiendo al responsable del seguimiento y control del Plan de Seguridad y Salud su modificación en el supuesto de que afecten a trabajos que aún no se hayan iniciado. En cualquier caso, hasta tanto no puedan materializarse las medidas preventivas provisionales que puedan eliminar o disminuir el riesgo, se interrumpirán, si fuere preciso, los trabajos afectados.



## **2.1.2 De la formación e información**

### **Acciones formativas**

El empresario está obligado a posibilitar que los trabajadores reciban una formación teórica y práctica apropiada en materia preventiva en el momento de su contratación, cualquiera que sea la modalidad o duración de ésta, así como cuando se produzcan cambios en las funciones que desempeñen o se introduzcan nuevas tecnologías o cambios en los equipos de trabajo susceptibles de provocar riesgos para la salud del trabajador. Esta formación deberá repetirse periódicamente.

El tiempo dedicado a la formación que el empresario está obligado a posibilitar, como consecuencia del apartado anterior, se lleve a cabo dentro del horario laboral o fuera de él, será considerado como tiempo de trabajo. La formación inicial del trabajador habrá de orientarse en función del trabajo que vaya a desarrollar en la obra, proporcionándole el conocimiento completo de los riesgos que implica cada trabajo, de las protecciones colectivas adoptadas, del uso adecuado de las protecciones individuales previstas, de sus derechos y obligaciones y, en general, de las medidas de prevención de cualquier índole.

Con independencia de la formación impartida directamente a cuenta del empresario o sus representantes, en cumplimiento de lo estipulado anteriormente, se emplearán además, y como mínimo, las horas que se consideran en el presupuesto para formación de los trabajadores en la misma obra y dentro de la jornada laboral o fuera de ésta, considerando el tiempo empleado como tiempo de trabajo. A las sesiones que a tal fin se establezcan deberán asistir, también, los trabajadores de los subcontratistas.

### **Instrucciones generales y específicas**

Independientemente de las acciones de formación que hayan de celebrarse antes de que el trabajador comience a desempeñar cualquier cometido o puesto de trabajo en la obra o se cambie de puesto o se produzcan variaciones de los métodos de trabajo inicialmente previstos, habrán de facilitársele, por parte del empresario o sus representantes en la obra, las instrucciones relacionadas con los riesgos inherentes al trabajo, en especial cuando no se trate de su ocupación habitual; las relativas a los riesgos generales de la obra que puedan afectarle y las referidas a las medidas preventivas que deban observarse, así como acerca del manejo y uso de las protecciones individuales. Se prestará especial dedicación a las instrucciones referidas a aquellos trabajadores que vayan a estar expuestos a riesgos de caída de altura, atrapamientos o electrocución.

El empresario habrá de garantizar que los trabajadores de las empresas exteriores o subcontratas que intervengan en la obra han recibido las instrucciones pertinentes en el sentido anteriormente indicado.

Las instrucciones serán claras, concisas e inteligibles y se proporcionarán de forma escrita y/o de palabra, según el trabajo y operarios de que se trate y directamente a los interesados.

Las instrucciones para maquinistas, conductores, personal de mantenimiento u otros análogos se referirán, además de a los aspectos reseñados, a: restricciones de uso y empleo, manejo, manipulación, verificación y mantenimiento de equipos de trabajo. Deberán figurar también de forma escrita en la máquina o equipo de que se trate, siempre que sea posible.



Las instrucciones sobre socorrismo, primeros auxilios y medidas a adoptar en caso de situaciones de emergencia habrán de ser proporcionadas a quienes tengan encomendados cometidos relacionados con dichos aspectos y deberán figurar, además, por escrito en lugares visibles y accesibles a todo el personal adscrito a la obra, tales como oficina de obra, comedores y vestuarios.

Las personas relacionadas con la obra, con las empresas o con los trabajadores, que no intervengan directamente en la ejecución del trabajo, o las ajenas a la obra que hayan de visitarla serán previamente advertidas por el empresario o sus representantes sobre los riesgos a que pueden exponerse, medidas y precauciones preventivas que han de seguir y utilización de las protecciones individuales de uso obligatorio.

### **2.1.3 Asistencia médico-sanitaria.**

#### **Prestaciones generales**

El empresario deberá asegurar en todo momento, durante el transcurso de la obra, la prestación a todos los trabajadores que concurran en la misma de los servicios asistenciales sanitarios en materia de primeros auxilios, de asistencia médico-preventiva y de urgencia y de conservación y mejora de la salud laboral de los trabajadores. A tales efectos deberá concertar y organizar las relaciones necesarias con los servicios médicos y preventivos exteriores e interiores que correspondan, a fin de que por parte de éstos se lleven a cabo las funciones sanitarias exigidas por las disposiciones vigentes.

#### **Características de los servicios**

Los servicios médicos, preventivos y asistenciales deberán reunir las características establecidas por las disposiciones vigentes sobre la materia. Deberán quedar precisados en el Plan de Seguridad y Salud los servicios a disponer para la obra, especificando todos los datos necesarios para su localización e identificación inmediata.

#### **Accidentes**

El empresario deberá estar al corriente en todo momento, durante la ejecución de la obra, de sus obligaciones en materia de Seguridad Social y Salud laboral de los trabajadores, de acuerdo con las disposiciones vigentes, debiendo acreditar documentalmente el cumplimiento de tales obligaciones cuando le sea requerido por el responsable del seguimiento y control del Plan de Seguridad y Salud.

En el Plan de Seguridad y Salud deberá detallarse el centro o los centros asistenciales más próximos a la obra, donde podrán ser atendidos los trabajadores en caso de accidente. Se dispondrán en lugares y con caracteres visibles para los trabajadores (oficina de obra, vestuarios, etc.) las indicaciones relativas al nombre, dirección y teléfonos del centro o centros asistenciales a los que acudir en caso de accidentes así como las distancias existentes entre éstos y la obra y los itinerarios más adecuados para llegar a ellos.

En caso de accidentes habrán de cursarse los partes correspondientes según las disposiciones vigentes, debiendo facilitar el empresario al responsable del seguimiento y control del Plan de Seguridad y Salud una



copia de los mismos y cuantos datos e informaciones complementarias le fuesen recabados por el propio responsable.

En caso de accidente, el empresario habrá de asegurar la investigación del mismo, para precisar su causa y forma en que se produjo y proponer las medidas oportunas para evitar su repetición. Los datos obtenidos como resultado del estudio reseñado serán proporcionados al responsable del seguimiento y control del Plan de Seguridad y Salud.

### **Medicina preventiva**

El empresario deberá velar por la vigilancia periódica del estado de salud laboral de los trabajadores, mediante los reconocimientos médicos o pruebas exigibles conforme a la normativa vigente, tanto en lo que se refiere a los que preceptivamente hayan de efectuarse con carácter previo al inicio de sus actividades como a los que se deban repetir posteriormente.

Los trabajadores deberán ser informados por el empresario, con carácter previo al inicio de sus actividades, de la necesidad de efectuar los controles médicos obligatorios. De acuerdo con lo establecido por este Pliego, por las disposiciones vigentes en el momento de realizar la obra y por el Convenio Colectivo Provincial, en su caso, en el Plan de Seguridad y Salud deberá detallarse la programación de reconocimientos médicos a efectuar durante el curso de la obra, en base a las previsiones de trabajadores que hayan de concurrir en la misma, con indicación de: número, servicios médicos donde se llevarán a cabo, frecuencia, tipo y finalidad, planteamiento, duración y seguimiento.

Será preceptivo, como requisito previo para el abono de las previsiones económicas recogidas a tal efecto en el Estudio de Seguridad y Salud, que el empresario justifique al responsable del seguimiento y control del Plan de Seguridad y Salud la realización de los reconocimientos médicos previstos en el Plan, mediante las acreditaciones correspondientes.

### **Botiquín de obra**

Se dispondrá de un botiquín con los medios necesarios para efectuar las curas de urgencia en caso de accidente o lesión. El botiquín deberá situarse en lugar bien visible de la obra y convenientemente señalizado. Se hará cargo del botiquín, por designación del empresario, la persona más capacitada, que deberá haber seguido con aprovechamiento cursos de primeros auxilios y socorrismo.

La mencionada persona será la encargada del mantenimiento y reposición del contenido del botiquín, que será sometido, para ello, a una revisión semanal y a la reposición de lo necesario, en orden al consumo y caducidad de los medicamentos.

### **Normas sobre primeros auxilios y socorrismo**

Con base en el análisis previo de las posibles situaciones de emergencia y accidentes que puedan originarse por las circunstancias de toda índole que concurran en la obra, el empresario deberá asegurar el diseño y el establecimiento de las normas sobre primeros auxilios y socorrismo que habrán de observarse por quienes



tengan asignado el cometido de su puesta en práctica.

Las normas sobre primeros auxilios habrán de estar encaminadas a realizar el rescate y/o primera cura de los operarios accidentados, a evitar en lo posible las complicaciones posteriores y a salvar la vida de los sujetos.

En las normas a establecer sobre primeros auxilios deberán recogerse los modos de actuación y las conductas a seguir ante un accidentado para casos de rescate de heridos que queden aprisionados, pérdidas del conocimiento, asfixia, heridas, hemorragias, quemaduras, electrocución, contusiones, fracturas, picaduras y mordeduras. Se especificará, para cada caso concreto: forma de manejar al herido, traslados del accidentado, posiciones convenientes, principios de reanimación y métodos de respiración artificial, primeras curas a realizar, fármacos o bebidas que deben, o no, administrarse, etc.

Todos los trabajadores deberán ser adiestrados en técnicas elementales de reanimación para que, en caso de accidente en su área de trabajo, puedan actuar rápida y eficazmente. Asimismo, habrá de ponerse en conocimiento de todo el personal de la obra la situación de los teléfonos de urgencia, del botiquín de obra, de las normas sobre primeros auxilios y de los anuncios indicativos que hayan de exponerse en relación con la localización de servicios médicos, ambulancias y centros asistenciales.

Las normas e instrucciones sobre primeros auxilios deberán exponerse en lugares accesibles y bien visibles de la obra.

#### **2.1.4 Medidas de emergencia.**

El empresario deberá reflejar en el Plan de Seguridad y Salud las posibles situaciones de emergencia y establecer las medidas en materia de primeros auxilios, lucha contra incendios y evacuación de los trabajadores, designando para ello al personal encargado de poner en práctica estas medidas. Este personal deberá poseer la formación conveniente, ser suficientemente numeroso y disponer del material adecuado, teniendo en cuenta el tamaño y los riesgos específicos de la obra.

El derecho de los trabajadores a la paralización de su actividad, reconocido por la legislación vigente, se aplicará a los que estén encargados de las medidas de emergencia. Deberá asegurarse la adecuada administración de los primeros auxilios y/o el adecuado y rápido transporte del trabajador a un centro de asistencia médica para los supuestos en los que el daño producido así lo requiera.

El empresario deberá organizar las necesarias relaciones con los servicios externos a la empresa que puedan realizar actividades en materia de primeros auxilios, asistencia médica de urgencia, salvamento, lucha contra incendios y evacuación de personas. En lugar bien visible de la obra deberán figurar las indicaciones escritas sobre las medidas que habrán de ser tomadas por los trabajadores en casos de emergencia.



## **2.2 CONDICIONES DE ÍNDOLE TÉCNICA**

### **2.2.1 Locales y servicios de salud y bienestar**

#### **Emplazamiento, uso y permanencia en obra**

Los locales y servicios para higiene y bienestar de los trabajadores que vengan obligados por el presente Estudio o por las disposiciones vigentes sobre la materia deberán ubicarse en la propia obra, serán para uso exclusivo del personal adscrito a la misma, se instalarán antes del comienzo de los trabajos y deberán permanecer en la obra hasta su total terminación.

En el Plan de Seguridad y Salud deberán quedar fijados de forma detallada y en función del programa de trabajos, personal y dispositivos de toda índole previstos por la empresa los emplazamientos y características de los servicios de higiene y bienestar considerados como alternativas a las estimaciones contempladas en el presente Estudio de Seguridad.

Cualquier modificación de las características y/o emplazamiento de dichos locales que se plantee una vez aprobado el Plan de Seguridad y Salud requerirá la modificación del mismo, así como su posterior informe y aprobación en los términos establecidos por las disposiciones vigentes. Queda prohibido usar los locales de higiene y bienestar para usos distintos a los que están destinados.

#### **Características técnicas**

Todos los locales y servicios de higiene y bienestar serán de construcción segura y firme para evitar riesgos de desplome y los derivados de los agentes atmosféricos. Sus estructuras deberán poseer estabilidad, estanqueidad y confort apropiados al tipo de utilización y estar debidamente protegidas contra incendios.

Las características técnicas que habrán de reunir los materiales, elementos, aparatos, instalaciones y unidades de obra constitutivas de los locales y servicios de higiene y bienestar, así como las condiciones para su aceptación o rechazo, serán las establecidas por las normas básicas y disposiciones de obligado cumplimiento promulgadas por la Administración, las fijadas en los distintos documentos del Estudio de Seguridad y Salud y, en su defecto, las estipuladas por las Normas Tecnológicas de la Edificación. Se seguirán para su ejecución las prescripciones establecidas por las normas reseñadas.

#### **Condiciones higiénicas, de confort y mantenimiento**

Los suelos, paredes y techos de los retretes, lavabos, cuartos de vestuarios y salas de aseo serán continuos, lisos e impermeables y acabados en tonos claros de modo que permitan su fácil limpieza, lavado y pintura periódicos. Asimismo, estarán constituidos por materiales que permitan la aplicación de líquidos desinfectantes o antisépticos.

Todos los elementos, aparatos y mobiliario que formen parte de los locales de servicio de higiene y bienestar estarán en todo momento en perfecto estado de funcionamiento y aptos para su utilización. Los locales y servicios deberán estar suficientemente ventilados e iluminados, en función del uso a que se destinan y dispondrán de aire sano y en cantidad adecuada. Asimismo, su temperatura corresponderá a su



uso específico. Los cerramientos verticales y horizontales o inclinados de los locales reunirán las condiciones suficientes para resguardar a los trabajadores de las inclemencias del tiempo.

Los locales y servicios de higiene y bienestar deberán mantenerse siempre en buen estado de aseo y salubridad, para lo que se realizarán las limpiezas necesarias con la frecuencia requerida, así como las reparaciones y reposiciones precisas para su adecuado funcionamiento y conservación. Se evacuarán o eliminarán los residuos y aguas fecales o sucias; bien directamente, por medio de conductos, o acumulándose en recipientes adecuados que reúnan las máximas condiciones higiénicas, hasta su posterior retirada. No se permitirá sacar o trasegar agua para la bebida por medio de vasijas, barriles, cubos u otros recipientes abiertos o cubiertos provisionalmente.

## **2.2.2 De la organización de la obra**

### **Programación de los trabajos**

La planificación de la obra deberá tener en cuenta la adecuada coordinación entre las diferentes fases o hitos de ejecución, entre los distintos servicios de la empresa principal y entre ésta y los diferentes suministradores y subcontratantes.

Las medidas preventivas que se recojan en el Plan de Seguridad y Salud deberán justificarse en base a las previsiones del Estudio de Seguridad y Salud y a los dispositivos y programación de trabajos y actividades previstas por la empresa para llevar a cabo la organización y ejecución de la obra.

A tales efectos, será preceptivo que en el Plan de Seguridad y Salud se incluya un diagrama de barras donde habrán de reflejarse:

Fechas de inicio y terminación previstas para cada uno de los trabajos previos o preparatorios al inicio de la ejecución de la obra, con desglose de las distintas actividades que comprenden.

Fechas de inicio y terminación previstas para cada uno de los trabajos y actividades relativos a la ejecución de la obra.

En función de las previsiones anteriores, fechas de inicio y terminación de la ejecución de las distintas unidades de seguridad y salud y de puesta a disposición para ser utilizados, en el caso de las protecciones personales, así como tiempos de permanencia y fechas de retirada del tajo o de la obra.

Asimismo, se acompañará al programa reseñado justificación del mismo con indicación expresa, entre otras cosas, de:

Maquinarias, equipos e instalaciones accesorias a disponer en la obra, especificando



características, emplazamiento y tiempo de permanencia en obra. Número de trabajadores previstos para cada trabajo o actividad y simultaneidades de mano de obra como consecuencia de los solapes de distintas actividades.

Cuando durante el curso de la obra se plantee alterar, por parte de la empresa, la programación inicialmente prevista, habrá de ponerse en conocimiento del responsable del seguimiento y control del Plan de Seguridad y Salud con antelación suficiente, a fin de que él mismo decida, antes del inicio de los trabajos afectados, sobre la necesidad, en su caso, de adecuar el Plan de Seguridad y Salud a la nueva programación.

### **Medidas previas al inicio de la obra**

#### ***Condiciones generales***

No deberá iniciarse ningún trabajo en la obra sin la aprobación previa del Plan de Seguridad y Salud y sin que se haya verificado con antelación, por el responsable del seguimiento y control del mismo, que han sido dispuestas las protecciones colectivas e individuales necesarias y que han sido adoptadas las medidas preventivas establecidas en el presente Estudio.

A tales efectos, el empresario deberá comunicar al responsable del seguimiento y control del Plan de Seguridad y Salud la adopción de las medidas preventivas, a fin de que él pueda efectuar las comprobaciones pertinentes con carácter previo a la autorización del inicio.

Antes del inicio de la obra, habrán de estar instalados los locales y servicios de higiene y bienestar para los trabajadores.

Antes de iniciar cualquier tipo de trabajo en la obra, será requisito imprescindible que el empresario tenga concedidos los permisos, licencias y autorizaciones reglamentarias que sean pertinentes, tales como: colocación de vallas o cerramientos, señalizaciones, desvíos y cortes de tráfico peatonal y de vehículos, accesos, acopios, almacenamiento (si hace al caso) de determinadas sustancias, etc.

Antes del inicio de cualquier trabajo en la obra, deberán realizarse las protecciones pertinentes, en su caso, contra actividades molestas, nocivas, insalubres o peligrosas que se lleven a cabo en el entorno próximo a la obra y que puedan afectar a la salud de los trabajadores.

#### ***Información previa***

Antes de acometer cualquiera de las operaciones o trabajos preparatorios a la ejecución de la obra, el empresario deberá informarse de todos aquellos aspectos que puedan incidir en las condiciones de seguridad y salud requeridas. A tales efectos, recabará información previa relativa, fundamentalmente, a:

Servidumbres o impedimentos de redes de instalaciones y servicios u otros elementos ocultos que puedan ser afectados por las obras o interferir la marcha de éstas.



Intensidad y tipo de tráfico de las vías de circulación adyacentes a la obra, así como cargas dinámicas originadas por el mismo, a los efectos de evaluar las posibilidades de desprendimientos, hundimientos u otras acciones capaces de producir riesgos de accidentes durante la ejecución de la obra.

Vibraciones, trepidaciones u otros efectos análogos que puedan producirse por actividades o trabajos que se realicen o hayan de realizarse en el entorno próximo a la obra y puedan afectar a las condiciones de seguridad y salud de los trabajadores.

Actividades que se desarrollan en el entorno próximo a la obra y puedan ser nocivas, insalubres o peligrosas para la salud de los trabajadores.

Tipo, situación, profundidad y dimensiones de las cimentaciones de las construcciones colindantes o próximas, en su caso, e incidencia de las mismas en la seguridad de la obra.

### ***Inspecciones y reconocimientos***

Con anterioridad al inicio de cualquier trabajo preliminar a la ejecución de la obra, se deberá proceder a efectuar las inspecciones y reconocimientos necesarios para constatar y complementar, si es preciso, las previsiones consideradas en el proyecto de ejecución y en el Estudio de Seguridad y Salud, en relación con todos aquellos aspectos que puedan influir en las condiciones de trabajo y salud de los trabajadores. Habrán de llevarse a cabo, entre otros, las inspecciones y reconocimientos relativos principalmente a:

Estado del solar o edificio, según se trate, y en especial de aquellas partes que requieran un tratamiento previo para garantizar las condiciones de seguridad y salud necesarias de los trabajadores.

Estado de las construcciones colindantes o medianeras, en su caso, a los efectos de evaluar los riesgos que puedan causarse a los trabajadores o a terceros.

Servidumbres, obstáculos o impedimentos aparentes y su incidencia en las condiciones de trabajo y en la salud de los trabajadores.

Accesos a la obra de personas, vehículos, maquinarias, etc.

Redes de instalaciones y su posible interferencia con la ejecución de la obra.

Espacios y zonas disponibles para descargar, acopios, instalaciones y maquinarias.

Topografía real del solar y su entorno colindante, accidentes del terreno, perfiles, talud natural, etc.



## **2.2.3 De las medidas generales durante la ejecución de la obra**

### **Generalidades**

Será requisito imprescindible, antes de comenzar cualquier trabajo, que hayan sido previamente dispuestas y verificadas las protecciones colectivas e individuales y las medidas de seguridades pertinentes, recogidas en el Plan de Seguridad y Salud aprobado. En tal sentido deberán estar:

Colocadas y comprobadas las protecciones colectivas necesarias, por personal cualificado.

Señalizadas, acotadas y delimitadas las zonas afectadas, en su caso.

Dotados los trabajadores de los equipos de protección individual necesarios y de la ropa de trabajo adecuada.

Los tajos limpios de sustancias y elementos punzantes, salientes, abrasivos, resbaladizos u otros que supongan riesgos a los trabajadores.

Debidamente advertidos, formados e instruidos los trabajadores.

Adoptadas y dispuestas las medidas de seguridad de toda índole que sean precisas.

Una vez dispuestas las protecciones colectivas e individuales y las medidas de prevención necesarias, habrán de comprobarse periódicamente y deberán mantenerse y conservarse adecuadamente durante todo el tiempo que hayan de permanecer en obra.

Las estructuras provisionales, medios auxiliares y demás elementos necesarios para la correcta ejecución de los trabajos serán determinados por el responsable del seguimiento y control del Plan de Seguridad y Salud, y no podrá comenzar la ejecución de ninguna unidad de obra sin que se cumpla tal requisito. Durante la ejecución de cualquier trabajo o unidad de obra:

Se seguirán en todo momento las indicaciones del Pliego de Prescripciones Técnicas del proyecto y las órdenes e instrucciones de la Dirección Facultativa, en cuanto se refiere al proceso de ejecución de la obra.

Se observarán, en relación con la salud y seguridad de los trabajadores, las prescripciones del presente Estudio, las normas contenidas en el Plan de Seguridad y Salud y las órdenes e instrucciones dictadas por el responsable del seguimiento y control del mismo.

Habrán de ser revisadas e inspeccionadas con la periodicidad necesaria las medidas de seguridad y salud adoptadas y deberán recogerse en el Plan de Seguridad y Salud, de forma detallada, las frecuencias previstas para llevar a cabo tal cometido.

Se ordenará suspender los trabajos cuando existan condiciones climatológicas desfavorables (fuertes vientos, lluvias, nieve, etc.)

Después de realizada cualquier unidad de obra:



Se dispondrán los equipos de protección colectivos y medidas de seguridad necesarias para evitar nuevas situaciones potenciales de riesgo.

Se darán a los trabajadores las advertencias e instrucciones necesarias en relación con el uso, conservación y mantenimiento de la parte de obra ejecutada, así como de las protecciones colectivas y medidas de seguridad dispuestas.

Una vez finalizados los trabajos, se retirarán del lugar o área de trabajo:

Los equipos y medios auxiliares.

Las herramientas.

Los materiales sobrantes.

Los escombros.

### **Lugares de trabajo**

Los lugares de trabajo móviles o fijos situados por encima o por debajo del nivel del suelo deberán ser sólidos y estables, teniendo en cuenta:

El número de trabajadores que los ocupen.

Las cargas máximas que, en su caso, pueden tener que soportar, así como su distribución y posibles empujes laterales.

Las influencias exteriores que pudieran afectarles.

A los efectos anteriores, deberán poseer las estructuras apropiadas a su tipo de utilización y se indicarán mediante rótulos o inscripciones las cargas que pueden soportar o suspender.

En el caso de que el soporte y otros elementos de estos lugares de trabajo no poseyeran una estabilidad intrínseca, se deberá garantizar su estabilidad mediante elementos de fijación apropiados y seguros, con el fin de evitar cualquier desplazamiento intempestivo o involuntario del conjunto o parte del mismo.

La estabilidad y solidez indicadas deberán verificarse periódicamente y, en particular, después de cualquier modificación de la altura o de la profundidad del lugar de trabajo.

Los lugares de trabajo deberán ser objeto del correspondiente mantenimiento técnico que permita la subsanación más rápida posible de las deficiencias que puedan afectar a la seguridad y salud de los trabajadores, así como de la limpieza que garantice las condiciones de higiene adecuadas.

### **Puestos de trabajo**

El empresario deberá adaptar el trabajo a las condiciones de la persona, en particular en lo que respecta a la concepción de los puestos de trabajo, así como a la elección de los equipos y los métodos de trabajo y de producción, con vistas a atenuar el trabajo monótono y el trabajo repetitivo y a reducir sus efectos en la salud.



Los lugares y locales de trabajo deberán tener una superficie y una altura que permita que los trabajadores lleven a cabo su cometido sin riesgos para su salud y seguridad.

Dentro de lo posible, la superficie del puesto de trabajo deberá preverse de tal manera que el personal disponga de la suficiente libertad de movimientos para sus actividades. Si no se pudiera respetar este criterio por razones inherentes al puesto de trabajo, el trabajador deberá poder disponer de otro espacio libre suficiente en las proximidades de su puesto de trabajo.

En los supuestos en que, por las características personales del trabajador, las condiciones de trabajo de su puesto habitual pudieran acarrear daños para su salud, aun habiéndose adoptado las medidas preventivas necesarias, el trabajador deberá ser cambiado a un puesto de trabajo compatible con su estado de salud, siempre que el mismo existiera en la obra, conforme a las reglas de movilidad funcional establecidas en el Estatuto de los Trabajadores.

La jornada laboral deberá estar en función del puesto de trabajo y habrá de ser adecuada a las características del trabajador, a las condiciones físico-ambientales y climatológicas y a los riesgos que entrañen las actividades a desarrollar.

Los puestos de trabajo deberán estar acondicionados, en la medida de lo posible, de tal manera que los trabajadores:

- Estén protegidos contra las inclemencias del tiempo.

- Estén protegidos contra atrapamientos o caídas de objetos.

- No estén expuestos a niveles sonoros nocivos ni a otros factores exteriores nocivos, tales como: gases, vapores, polvo, neblinas contaminantes, etc.

- Puedan abandonar rápidamente su puesto de trabajo en caso de peligro o puedan recibir auxilio inmediatamente.

- No puedan resbalar o caerse.

Todos los trabajadores que intervengan en la obra deberán tener la capacitación y cualificación adecuadas a su categoría profesional y a los trabajos o actividades que hayan de desarrollar, de modo que no se permitirá la ejecución de trabajos por operarios que no posean la preparación y formación profesional suficientes, cuando ello pueda ser causa de riesgos para su salud o seguridad o para la del resto de los trabajadores.

Para la asignación de labores nocturnas y trabajos extraordinarios se seleccionará los trabajadores según su capacidad física y previa determinación de los límites generales y particulares.



### **Equipos de protección**

Los equipos de protección individual deberán utilizarse cuando los riesgos no se puedan evitar o no puedan limitarse suficientemente por medios técnicos de protección colectiva o mediante medidas de organización del trabajo. En cualquier caso, los equipos deberán ser adecuados para la protección de los riesgos y tener en cuenta las condiciones existentes en el lugar de trabajo y las circunstancias personales del trabajador, debiéndose adecuar al mismo tras los necesarios ajustes.

Antes de la utilización y disponibilidad de los equipos de protección habrán de llevarse a cabo las verificaciones oportunas al objeto de comprobar su idoneidad. Asimismo, deberá llevarse a cabo el mantenimiento periódico y el control del funcionamiento de las instalaciones, elementos y dispositivos de seguridad.

Los elementos para la protección de los trabajadores serán instalados y usados en las condiciones y de la forma recomendada por los fabricantes y suministradores. Deberá proporcionarse a los trabajadores la información que indique el tipo de riesgo al que van dirigidos, el nivel de protección frente al mismo y la forma correcta de uso y mantenimiento.

### **Equipos de trabajo**

Los equipos de trabajo habrán de ser adecuados a la actividad que deba realizarse con ellos y convenientemente adaptados a tal efecto, de forma que garanticen la protección de los trabajadores durante su utilización o la reducción al mínimo de los riesgos existentes. Deberán ser objeto de verificación previa y del adecuado control periódico y mantenimiento, que los conserve durante todo el tiempo de su utilización para el trabajo en condiciones de seguridad.

La maquinaria, equipos y útiles de trabajo deberán estar provistos de las protecciones adecuadas y habrán de ser instalados y utilizados en las condiciones, forma y para los fines recomendados por los suministradores, de modo que se asegure su uso sin riesgos para los trabajadores. Deberán proporcionarse a los trabajadores la información e instrucciones necesarias sobre restricciones de uso, emplea, conservación y mantenimiento de los equipos de trabajo, para que su utilización se produzca sin riesgo para los operarios.

## **2.2.4 De los locales y los servicios complementarios**

Los locales y servicios complementarios relativos a oficinas, talleres auxiliares, laboratorios, almacenes u otros análogos que se instalen en la obra reunirán serán de construcción segura y firme, para evitar riesgos de desplome y los derivados de los agentes atmosféricos. Los cimientos, estructuras, pisos y demás elementos de estas construcciones deberán ofrecer la estabilidad y resistencia suficiente para sostener y suspender con seguridad las cargas para las que se calculen. Se indicarán mediante rótulos o inscripciones las cargas que los locales puedan soportar o suspender y queda prohibido sobrecargar los pisos y plantas de las edificaciones.

Su ubicación deberá quedar reflejada en el Plan de Seguridad y Salud. Los locales en que se produzcan, empleen o depositen sustancias fácilmente combustibles y que estén expuestos a incendios súbitos o de



rápida propagación se construirán a conveniente distancia entre sí y aislados de los restantes lugares y puestos de trabajo. Cuando la separación entre locales sea imposible, se aislarán con paredes resistentes e incombustibles. Siempre que sea posible, los locales muy expuestos a incendios se orientarán evitando su exposición a los vientos dominantes.

El pavimento constituirá un conjunto homogéneo, llano y liso sin soluciones de continuidad; será de material consistente, no resbaladizo o susceptible de serlo con el uso y de fácil limpieza. Estará al mismo nivel y, de no ser así, se salvarán las diferencias de altura por rampas de pendiente no superior al 10%.

Las paredes serán lisas, guarnecidas o pintadas en tonos claros y susceptibles de ser lavadas o blanqueadas. Los techos deberán reunir las condiciones suficientes para resguardar a los trabajadores de las inclemencias del tiempo.

## **2.2.5 De las instalaciones para suministros provisionales de obras**

### **Generalidades**

Las instalaciones deberán realizarse de forma que no constituyan un peligro de incendio ni explosión y de modo que las personas queden protegidas de manera adecuada contra los riesgos de electrocución por contacto directo o indirecto.

Para la realización y selección de material y de los dispositivos de prevención de las instalaciones provisionales, se deberán tomar en consideración el tipo y la potencia de energía distribuida, las condiciones de influencia exteriores y la competencia de las personas que tengan acceso a las diversas partes de la instalación.

Las instalaciones de distribución de obra, especialmente las que estén sometidas a influencias exteriores, deberán ser regularmente verificadas y mantenidas en buen estado de funcionamiento. Las instalaciones existentes antes del comienzo de la obra deberán ser identificadas, verificadas y quedar claramente indicadas.

### **Instalaciones eléctricas**

#### ***Personal instalador***

El montaje de la instalación deberá efectuarlo, necesariamente, personal especializado. Hasta 50 Kw. podrá dirigirlo un instalador autorizado sin título facultativo. A partir de esa potencia la dirección de la instalación corresponderá a un técnico titulado.

Una vez finalizado el montaje y antes de su puesta en servicio, el contratista deberá presentar al responsable del seguimiento del Plan de Seguridad la certificación acreditativa de lo expuesto en el párrafo anterior.



### ***Ubicación y distribución de los cuadros eléctricos***

Se colocarán en lugares sobre los que no exista riesgo de caída de materiales u objetos procedentes de trabajos realizados a niveles superiores, salvo que se utilice una protección específica que evite los riesgos de tal contingencia. Esta protección será extensible tanto al lugar en que se ubique cada cuadro cuanto a la zona de acceso de las personas que deban acercarse al mismo.

Todos los cuadros de la instalación eléctrica provisional estarán debidamente separados de los lugares de paso de máquinas y vehículos y siempre dentro del recinto de la obra. El acceso al lugar en que se ubique cada uno de los cuadros estará libre de objetos y materiales que entorpezcan el paso, tales como escombros, áreas de acopio de materiales, etc.

### ***Condiciones de seguridad de los cuadros eléctricos***

Los distintos elementos de todos los cuadros se colocarán sobre una placa de montaje de material aislante. Todas las partes activas de la instalación estarán aisladas para evitar contactos peligrosos. En el cuadro principal se dispondrán dos interruptores diferenciales: uno para alumbrado y otro para fuerza. La sensibilidad de los mismos será de:

Para la instalación de alumbrado: 30 mA

Para la instalación de fuerza: 300 mA

El sistema de protección, en origen, se complementará mediante interruptores magnetotérmicos, para evitar los riesgos derivados de las posibles sobrecargas de líneas. Se colocará un magnetotérmico por cada circuito que se disponga.

El armario dispondrá de cerradura, cuya apertura estará al cuidado del encargado o del especialista que sea designado para el mantenimiento de la instalación eléctrica. Los cuadros dispondrán de las correspondientes bases de enchufe para la toma de corriente y conexión de los equipos y máquinas que lo requieran. Estas tomas de corriente se colocarán en los laterales de los armarios, para facilitar que puedan permanecer cerrados. Las bases permitirán la conexión de equipos y máquinas con la instalación de puesta a tierra.

### ***Instalación de puesta a tierra***

Las estructuras de máquinas y equipos y las cubiertas de sus motores cuando trabajen a más de 24 voltios y no posean doble aislamiento, así como las cubiertas metálicas de todos los dispositivos eléctricos en el interior de cajas o sobre ellas, deberán estar conectadas a la instalación de puesta a tierra.

Los circuitos de puesta a tierra formarán una línea eléctricamente continua en la que no podrán incluirse en serie ni masas ni elementos metálicos, cualesquiera que sean éstos. Las condiciones mínimas de los elementos constitutivos de la instalación deberán ajustarse a las prescripciones del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.



### **Conductores eléctricos**

Las líneas aéreas con conductores desnudos destinados a la alimentación de la instalación temporal de obras sólo serán permitidas cuando su trazado no transcurra por encima de los locales o emplazamientos temporales que, además, sean inaccesibles a las personas, y la traza sobre el suelo del conductor más próximo a cualquiera de éstos se encuentre separada de los mismos 1 m. como mínimo.

En caso de conductores aislados no se colocarán por el suelo, en zonas de paso de personas o de vehículos, ni en áreas de acopio de materiales. Para evitarlo, en tales lugares se colocarán elevados y fuera del alcance de personas y vehículos o enterrados y protegidos por una canalización resistente. Esta preocupación se hará extensiva a las zonas encharcadas o con riesgo de que se encharquen.

Los extremos de los conductores estarán dotados de sus correspondientes clavijas de conexión. Se prohibirá que se conecten directamente los hilos desnudos en las bases de enchufe. Caso de que se tengan que realizar empalmes, la operación la efectuará personal especializado y las condiciones de estanqueidad serán como mínimo las propias del conductor.

### **Conservación y mantenimiento**

Diariamente se efectuará una revisión general de la instalación, comprobándose:

Funcionamiento de interruptores diferenciales y magnetotérmicos.

Conexión de cada cuadro y máquina con la red de tierra. Asimismo, se verificará la continuidad de los conductores a tierra.

El grado de humedad de la tierra en que se encuentran enterrados los electrodos de puesta a tierra.

Que los cuadros eléctricos permanecen con la cerradura en correcto estado de uso.

Que no existen partes en tensión al descubierto en los cuadros generales, en los auxiliares y en los de las distintas máquinas.

Cada vez que entre en la obra una máquina de accionamiento eléctrico deberá ser revisada respecto a sus condiciones de seguridad. Los extremos de los conductores estarán dotados de sus correspondientes clavijas de conexión. Se prohibirá que se conecten directamente los hilos desnudos en las bases de enchufe. Caso de que se tengan que realizar empalmes, la operación la efectuará personal especializado y las condiciones de estanqueidad serán como mínimo las propias del conductor.

### **Instalación de agua potable**

La empresa constructora facilitará a su personal agua potable, disponiendo para ello grifos de agua corriente distribuidos por diversos lugares de la obra, además de las zonas de comedor y servicios. Todos los puntos de suministro se señalarán y se indicará claramente si se trata de agua potable o no potable. Caso de no existir agua potable, se dispondrá de un servicio de agua potable con recipientes limpios, preferentemente plásticos por sus posibilidades de limpieza y para evitar roturas fáciles.



El Plan de Seguridad recogerá el número y lugar de su ubicación. En cualquier caso se tendrá en cuenta que estén separadas de zonas de interferencia con la instalación eléctrica. Asimismo, se colocarán en lugares en los que no haya riesgo de caída de materiales u objetos procedentes de trabajos realizados a niveles superiores.

## **2.2.6 De los equipos de trabajo**

### **Generalidades**

#### ***Condiciones previas de selección y utilización***

Cualquier máquina, aparato, instrumento o instalación utilizados en el trabajo será seleccionado de modo que no ocasione riesgos añadidos para la seguridad y salud de los trabajadores y/o para terceros. Los equipos de trabajo y elementos constitutivos de éstos o aparatos acoplados a ellos estarán diseñados y contruidos de forma que las personas no estén expuestas a peligros cuando su montaje, utilización y mantenimiento se efectúen conforme a las condiciones previstas por el fabricante.

Los equipos a utilizar estarán basados en las condiciones y características específicas del trabajo a realizar y en los riesgos existentes en el centro de trabajo, y cumplirán las normas y disposiciones en vigor que les sean de aplicación, en función de su tipología, empleo y posterior manejo por los trabajadores. No podrá utilizarse para operaciones y en condiciones para las cuales no sea adecuado.

#### ***Señalizaciones***

El equipo de trabajo deberá llevar las advertencias y señalizaciones indispensables para garantizar la seguridad de los trabajadores. Los sistemas de accionamiento de un equipo de trabajo que tengan incidencia en la seguridad deberán ser claramente visibles e identificables y, cuando corresponda, estar identificados con la señalización adecuada.

#### ***Medidas de protección***

Todo equipo de trabajo deberá ser adecuado para proteger a los trabajadores contra los riesgos derivados del uso del propio equipo. Cuando la utilización de un equipo de trabajo pueda presentar un riesgo específico para la seguridad o la salud de los trabajadores, la empresa adoptará las medidas necesarias para evitarlo.

Los protectores y dispositivos de protección:

Deberán ser de construcción sólida,

No deberán ocasionar riesgos adicionales,

No deberán ser fáciles de retirar o de inutilizar,

Deberán estar situados a suficiente distancia de la zona peligrosa,

No, deberán limitar la observación del ciclo de trabajo más de lo necesario,

Deberán permitir las intervenciones indispensables para la colocación y/o la sustitución de los elementos, así como para los trabajos de mantenimiento, limitando el acceso únicamente al sector en que deba realizarse el trabajo y, a ser posible, sin desmontar el protector o el dispositivo de protección.



Todo equipo de trabajo deberá estar provisto de dispositivos claramente identificables que permitan aislarlos de cada una de sus fuentes de energía. Sólo podrán conectarse de nuevo cuando no exista peligro alguno para los trabajadores afectados. Los sistemas de accionamiento no deberán ocasionar, en su manipulación, riesgos adicionales. Asimismo, no deberán acarrear riesgos como consecuencia de una manipulación involuntaria.

### ***Información e instrucciones***

El empresario está obligado a facilitar al trabajador información sobre los equipos de trabajo, su empleo, uso y mantenimiento requerido, mediante folletos gráficos, y en caso necesario, mediante cursos formativos en tales materias. Los trabajadores que manejen o mantengan equipos con riesgos específicos recibirán una formación obligada y especial sobre tales equipos.

Estarán previstas las instrucciones y medios adecuados para el transporte de los equipos a fin de efectuarlo con el menor peligro posible. A estos efectos, en equipos estacionarios:

Se indicará el peso del equipo o partes desmontables de éste que tengan un peso > 500 Kg.

Se indicará la posición de transporte que garantice la estabilidad del equipo y se sujetará éste de forma adecuada.

Los equipos o partes de ellos de difícil amarre se dotarán de puntos de sujeción de resistencia apropiada; en todos los casos se indicará, al menos en castellano, la forma de amarre.

Se darán las instrucciones necesarias para que el montaje de los equipos de trabajo pueda efectuarse correctamente y con el menor riesgo posible. Se facilitarán las instrucciones necesarias para el normal funcionamiento de los equipos de trabajo, indicando los espacios de maniobra y de zonas peligrosas que puedan afectar a personas como consecuencia de su incidencia.

### ***Mantenimiento y conservación***

La empresa adoptará las medidas necesarias con el fin de que, mediante su mantenimiento adecuado, los equipos de trabajo se conserven durante todo el tiempo de utilización en un nivel tal que satisfagan las condiciones de seguridad y salud requeridas. Los trabajos de reparación, transformación, mantenimiento o conservación deberán ser realizados por trabajadores específicamente capacitados para ello.

Deberá establecerse un plan de mantenimiento riguroso. Asimismo, diariamente se comprobará el estado de funcionamiento de los órganos de mando y elementos sometidos a esfuerzo.

### **Máquinas y Equipos**

La maquinaria a utilizar en obra deberá cumplir con las disposiciones vigentes sobre la materia con el fin de establecer los requisitos necesarios para obtener un nivel de seguridad suficiente, de acuerdo con la práctica tecnológica del momento y a fin de preservar a las personas y los bienes de los riesgos de la instalación, funcionamiento, mantenimiento y reparación de las máquinas.



Toda máquina de nueva adquisición deberá cumplir en origen las condiciones adecuadas a su trabajo, tanto de tipo operativo como de seguridad y se exigirá a su fabricante la justificación de su cumplimiento.

Toda máquina o equipo debe ir acompañado de un manual de instrucciones extendido por su fabricante o, en su caso, por el importador. En dicho manual, figurarán las características técnicas y las condiciones de instalación, uso y mantenimiento, normas de seguridad y aquellas otras gráficas que sean complementarias para su mayor conocimiento.

De este manual se exigirá una copia cuyo texto literal figure en el idioma castellano. Toda máquina llevará una placa de características en la cual figurará, al menos, lo siguiente:

Nombre del fabricante.

Año de fabricación y/o suministro.

Tipo y número de fabricación.

Potencia.

Contraseña de homologación, si procede.

Esta placa será de material duradero y estará fijada sólidamente a la máquina y situada en zona de fácil acceso para su lectura una vez instalada. Antes del empleo de máquinas que impliquen riesgos a personas distintas a sus usuarios habituales, habrán de estar dispuestas las correspondientes protecciones y señalizaciones.

Si como resultado de revisiones o inspecciones de cualquier tipo, se observara un peligro manifiesto o un excesivo riesgo potencial, de inmediato se paralizará la máquina en cuestión y se adoptarán las medidas necesarias para eliminar o reducir el peligro o riesgo. Una vez corregida, deberá someterse a nueva revisión para su sanción. La sustitución de elementos o de piezas por reparación de la máquina se hará por otras de igual origen o, en su caso, de demostrada y garantizada compatibilidad. Los órganos móviles o elementos de transmisión en las máquinas estarán dispuestos o, en su caso, protegidos de modo que eliminen el riesgo de contacto accidental con ellos.

La estructura metálica de la máquina fija estará conectada al circuito de puesta a tierra y su cuadro eléctrico dispondrá de un interruptor magnetotérmico y un diferencial, en el caso de que este cuadro sea independiente del general.

Las máquinas eléctricas deberán disponer de los sistemas de seguridad adecuados para eliminar el riesgo de contacto eléctrico o minimizar sus consecuencias en caso de accidente. Estos sistemas siempre se mantendrán en correcto estado de funcionamiento. Las máquinas dispondrán de dispositivos o de las protecciones adecuadas para evitar el riesgo de atrapamiento en el punto de operación, tales como: resguardos fijos, apartacuerpos, barras de paro, autoalimentación, etc.

En la obra existirá un libro de registro en el que se anotarán, por la persona responsable, todas las incidencias que de las máquinas se den en su montaje, uso, mantenimiento y reparaciones, con especial



incidencia en los riesgos que sean detectados y en los medios de prevención y protección adoptados para eliminar o minimizar sus consecuencias.

No se podrán emplear las máquinas en trabajos distintos para los que han sido diseñadas y fabricadas. Será señalizado o acotado el espacio de influencia de las máquinas en funcionamiento que puedan ocasionar riesgos.

El personal de manipulación, mantenimiento, conductores en su caso, y personal de maniobras deberán estar debidamente cualificados para la utilización de la máquina de que se trate. El personal de mantenimiento será especializado.

### **Herramientas manuales**

Las herramientas de mano estarán construidas con materiales resistentes, serán las más apropiadas por sus características y tamaño a la operación a realizar y no tendrán defectos ni desgaste que dificulten su correcta utilización.

La unión entre sus elementos será firme, para evitar cualquier rotura o proyección de los propios componentes. Los mangos o empuñaduras serán de dimensión adecuada, no tendrán bordes agudos ni superficies resbaladizas y serán aislantes en caso necesario.

Las partes cortantes y punzantes se mantendrán debidamente afiladas. Las cabezas metálicas deberán carecer de rebabas. Durante su uso estarán libres de grasas, aceites y otras sustancias deslizantes. Para evitar caídas, cortes a riesgos análogos, se colocarán en portaherramientas o estantes adecuados.

Se prohíbe colocar herramientas manuales en pasillos abiertos, escaleras u otros lugares elevados, desde los que puedan caer sobre los trabajadores. Para el transporte de herramientas cortantes o punzantes se utilizarán cajas o fundas adecuadas.

Los trabajadores recibirán instrucciones precisas sobre el uso correcto de las herramientas que hayan de utilizar, a fin de prevenir accidentes, sin que en ningún caso puedan utilizarse para fines distintos a aquellos a que están destinadas.

## **2.2.7 De los equipos de protección**

### **Protecciones colectivas**

Cuando se diseñen los sistemas preventivos, se dará prioridad a los colectivos sobre los personales o individuales. En cuanto a los colectivos, se preferirán las protecciones de tipo preventivo sobre las de protección. La protección personal no dispensa en ningún caso de la obligación de emplear los sistemas de tipo colectivo.



Los medios de protección, una vez colocados en obra, deberán ser revisados periódicamente y antes del inicio de cada jornada, para comprobar su efectividad.

### **Equipos de protección individual (EPI)**

#### ***Generalidades***

Sólo podrán disponerse en obra y ponerse en servicio los equipos de protección individual, en adelante denominados EPI, que garanticen la salud y la seguridad de los usuarios sin poner en peligro ni la salud ni la seguridad de las demás personas o bienes, cuando su mantenimiento sea adecuado y cuando se utilicen de acuerdo con su finalidad.

A los efectos de este Pliego de Condiciones se considerarán conformes a las exigencias esenciales mencionadas los EPI que lleven la marca "CE", y de acuerdo con las categorías establecidas en las disposiciones vigentes. Hasta tanto no se desarrolle o entre plenamente en vigor la comercialización de los EPI regulados por las disposiciones vigentes, podrán utilizarse los EPI homologados con anterioridad, según las normas del Ministerio de Trabajo que, en su caso, les hayan sido de aplicación.

#### ***Requisitos de alcance general aplicables a todos los EPI***

Los EPI deberán garantizar una protección adecuada contra los riesgos. Los EPI reunirán las condiciones normales de uso previsibles a que estén destinados, de modo que el usuario tenga una protección apropiada y de nivel tan elevado como sea posible. El grado de protección óptimo que se deberá tener en cuenta será aquel por encima del cual las molestias resultantes del uso del EPI se opongan a su utilización efectiva mientras dure la exposición al peligro o el desarrollo normal de la actividad. Cuando las condiciones de empleo previsibles permitan distinguir diversos niveles de un mismo riesgo, se deberán tomar en cuenta clases de protección adecuadas en el diseño del EPI.

Los EPI a utilizar, en cada caso, no ocasionarán riesgos ni otros factores de molestia en condiciones normales de uso. Los materiales de que estén compuestos los EPI y sus posibles productos de degradación no deberán tener efectos nocivos en la salud o en la higiene del usuario. Cualquier parte de un EPI que esté en contacto o que pueda entrar en contacto con el usuario durante el tiempo que lo lleve estará libre de asperezas, aristas vivas, puntas salientes, etc., que puedan provocar una excesiva irritación o que puedan causar lesiones.

Los EPI ofrecerán los mínimos obstáculos posibles a la realización de gestos, a la adopción de posturas y a la percepción de los sentidos. Por otra parte, no provocarán gestos que pongan en peligro al usuario o a otras personas. Los EPI posibilitarán que el usuario pueda ponérselos lo más fácilmente posible en la postura adecuada y puedan mantenerse así durante el tiempo que se estime se llevarán puestos, teniendo en cuenta los factores ambientales, los gestos que se vayan a realizar y las posturas que se vayan a adoptar. Para ello, los EPI se adaptarán al máximo a la morfología del usuario por cualquier medio adecuado, como pueden ser sistemas de ajuste y fijación apropiados o una variedad suficiente de tallas y números.

Los EPI serán lo más ligeros posible, sin que ello perjudique a su solidez de fabricación ni obstaculice su eficacia. Además de satisfacer los requisitos complementarios específicos para garantizar una protección



eficaz contra los riesgos que hay que prevenir, los EPI para algunos riesgos específicos tendrán una resistencia suficiente contra los efectos de los factores ambientales inherentes a las condiciones normales de uso. Antes de la primera utilización en la obra de cualquier EPI, habrá de contarse con el folleto informativo elaborado y entregado obligatoriamente por el fabricante, donde se incluirá, además del nombre y la dirección del fabricante y/o de su mandatario en la Comunidad Económica Europea, toda la información útil sobre:

Instrucciones de almacenamiento, uso, limpieza, mantenimiento, revisión y desinfección. Los productos de limpieza, mantenimiento o desinfección aconsejados por el fabricante no deberán tener, en sus condiciones de utilización, ningún efecto nocivo ni en los EPI ni en el usuario.

Rendimientos alcanzados en los exámenes técnicos dirigidos a la verificación de los grados o clases de protección de los EPI.

Accesorios que se pueden utilizar en los EPI y características de las piezas de repuesto adecuadas.

Clases de protección adecuadas a los diferentes niveles de riesgo y límites de uso correspondientes.

Fecha o plazo de caducidad de los EPI o de algunos de sus componentes.

Tipo de embalaje adecuado para transportar los EPI.

Este folleto de información estará redactado de forma precisa, comprensible y, por lo menos, en la lengua oficial del Estado español, debiéndose encontrar a disposición del responsable del seguimiento del Plan de Seguridad y Salud.

### ***Exigencias complementarias comunes***

Cuando los EPI lleven sistema de ajuste, durante su uso, en condiciones normales y una vez ajustados, no podrán desajustarse salvo por la voluntad del usuario. Los EPI que cubran las partes del cuerpo que hayan de proteger estarán, siempre que sea posible, suficientemente ventilados, para evitar la transpiración producida por su utilización; en su defecto, y si es posible, llevarán dispositivos que absorban el sudor.

Los EPI del rostro, ojos o vías respiratorias limitarán lo menos posible el campo visual y la visión del usuario. Los sistemas oculares de estos tipos de EPI tendrán un grado de neutralidad óptica que sea compatible con la naturaleza de las actividades más o menos minuciosas y/o prolongadas del usuario.

Si fuera necesario, se tratarán o llevarán dispositivos con los que se pueda evitar el empañamiento. Los modelos de EPI destinados a los usuarios que estén sometidos a una corrección ocular deberán ser compatibles con la utilización de gafas o lentillas correctoras.

Cuando las condiciones normales de uso entrañen un especial riesgo de que el EPI sea enganchado por un objeto en movimiento y se origine por ello un peligro para el usuario, el EPI tendrá un umbral adecuado de resistencia por encima del cual se romperá alguno de sus elementos constitutivos para eliminar el peligro.

Cuando lleven sistemas de fijación y extracción, que los mantengan en la posición adecuada sobre el usuario o que permitan quitarlos, serán de manejo fácil y rápido.



En el folleto figurará una descripción del procedimiento que habrá que aplicar para comprobar sobre el usuario equipado que su EPI está correctamente ajustado y dispuesto para funcionar. Cuando el EPI lleve un dispositivo de alarma que funcione cuando no se llegue al nivel de protección normal, éste estará diseñado y dispuesto de tal manera que el usuario pueda percibirlo en las condiciones de uso para las que el EPI se haya comercializado. Cuando por las dimensiones reducidas de un EPI (o componentes de EPI) no se pueda inscribir toda o parte de la marca necesaria, habrá de incluirla en el embalaje y en el folleto informativo del fabricante.

Los EPI vestimentarios diseñados para condiciones normales de uso, en que sea necesario señalar individual y visualmente la presencia del usuario, deberán incluir uno o varios dispositivos o medios, oportunamente situados, que emitan un resplandor visible, directo o reflejado, de intensidad luminosa y propiedades fotométricas y colorimétricas adecuadas. Cualquier EPI que vaya a proteger al usuario contra varios riesgos que puedan surgir simultáneamente responderá a los requisitos básicos específicos de cada uno de estos riesgos.

## **2.2.8 De las señalizaciones**

### **Normas generales**

El empresario deberá establecer un sistema de señalización de seguridad a efectos de llamar la atención de forma rápida e inteligible sobre objetos y situaciones susceptibles de provocar peligros determinados, así como para indicar el emplazamiento de dispositivos y equipos que tengan importancia desde el punto de vista de seguridad. Se deberá informar a todos los trabajadores, de manera que tengan conocimiento del sistema de señalización establecido.

En el sistema de señalización se adoptarán las exigencias reglamentarias para el caso, según la legislación vigente y nunca atendiendo a criterios caprichosos. Aquellos elementos que no se ajusten a tales exigencias normativas no podrán ser utilizados en la obra. Aquellas señales que no cumplan con las disposiciones vigentes sobre señalización de los lugares de trabajo no podrán ser utilizadas en la obra.

### **Señalización de las vías de circulación**

Las vías de circulación, en el recinto de la obra, por donde transcurran máquinas y vehículos deberán estar señalizadas de acuerdo con lo establecido por la vigente normativa sobre circulación en carretera.

### **Personal auxiliar para labores de señalización**

Cuando un maquinista realice operaciones o movimientos en los que existan zonas que queden fuera de su campo de visión y por ellos deban pasar personas u otros vehículos, se empleará a una o varias personas para efectuar señales adecuadas, de modo que se eviten daños a los demás. Tanto maquinistas como personal auxiliar para señalización de las maniobras serán instruidos y deberán conocer el sistema de señales previamente establecido y normalizado.



### **2.2.9 De los criterios de medición y valoración**

Los criterios de medición y valoración a seguir en obra serán los marcados en los precios descompuestos de este Estudio, o en su defecto, a lo establecido al respecto por la Fundación Codificación y Banco de Precios de la Construcción en la publicación vigente en el momento de redactar este Estudio.

La forma de medición a seguir para cada una de las unidades de seguridad y salud será la especificada en el epígrafe que define cada precio descompuesto.



## **2.3 CONDICIONES DE ÍNDOLE ECONÓMICA**

### **2.3.1 Plan de seguridad y salud**

En el Plan de Seguridad y Salud se deberán recoger todas las necesidades derivadas del cumplimiento de las disposiciones obligatorias vigentes en materia de Seguridad y Salud para las obras objeto del proyecto de ejecución y las derivadas del cumplimiento de las prescripciones recogidas en el presente Estudio, sean o no suficientes las previsiones económicas contempladas en el mismo.

Aunque no se hubiesen previsto en este Estudio de Seguridad y Salud todas las medidas y elementos necesarios para cumplir lo estipulado al respecto por la normativa vigente sobre la materia, y por las normas de buena construcción para la obra a que se refiere el proyecto de ejecución, el empresario vendrá obligado a recoger en el Plan de Seguridad y Salud cuanto sea preciso a tal fin.

Las mediciones, calidades y valoraciones recogidas en este Estudio podrán ser modificadas o sustituidas por alternativas propuestas por el empresario en el Plan de Seguridad y Salud, siempre que sean autorizadas por el Coordinador de Seguridad y Salud.

### **2.3.2 Certificaciones**

Salvo que las normas vigentes sobre la materia o las estipulaciones fijadas en el contrato de las obras dispongan otra cosa, el abono de las unidades de seguridad y salud se efectuará de forma porcentual sobre el importe de la obra ejecutada en el período que se certifique.

Para que sea procedente el abono se requerirá con carácter previo que hayan sido ejecutadas y dispuestas en obra, de acuerdo con las previsiones establecidas en el Estudio de Seguridad y Salud, con las fijadas en el Plan o con las exigidas por la normativa vigente, las medidas de seguridad y salud que correspondan al período a certificar.

La facultad sobre la procedencia de los abonos que se trate de justificar corresponde al Coordinador de Seguridad y Salud.

Para el abono de las partidas correspondientes a formación específica de los trabajadores en materia de Seguridad y Salud, reconocimientos médicos y seguimiento y control interno en obra, será requisito imprescindible la previa justificación al mencionado Coordinador de Seguridad y Salud de que se han cumplido las previsiones establecidas al respecto en dicho Plan, para lo que será preceptivo que el empresario aporte la acreditación documental correspondiente, según se establece en otros apartados de este Pliego.



### **2.3.3 Modificaciones**

Cuando durante el curso de las obras se modificase el proyecto de ejecución aprobado y, como consecuencia de ello fuese necesario alterar el Plan aprobado, el importe económico del nuevo Plan, que podrá variar o ser coincidente con el inicial, se dividirá entre la suma del presupuesto de ejecución material primitivo de las unidades de obra y el que originen, en su caso, las modificaciones de éstas, multiplicando por cien el cociente resultante, para obtener el porcentaje a aplicar para efectuar el abono de las partidas de Seguridad y Salud, de acuerdo con el criterio establecido con anterioridad en este Pliego.

Dicho porcentaje será el que se aplique a origen a la totalidad del presupuesto de ejecución material de las unidades de obra en las certificaciones sucesivas, deduciéndose lo anteriormente certificado.

### **2.3.4 Liquidación**

A no ser que las estipulaciones contractuales dispongan lo contrario, no procederá recoger en la liquidación de las obras variaciones de las unidades de Seguridad y Salud sobre las contempladas en el Plan de Seguridad y Salud vigente en el momento de la recepción de las obras.



### **2.3.5 Valoración de unidades incompletas**

Sin perjuicio de lo dispuesto a tal efecto por las bases contractuales que rijan para la obra, en caso de ser pertinente, por resolución de contrato, valorar unidades incompletas de seguridad y salud, se atenderá a las descomposiciones establecidas en el presupuesto del Estudio para cada precio descompuesto, siempre que se cumplan las condiciones y requisitos necesarios para el abono establecidos en el presente Pliego.



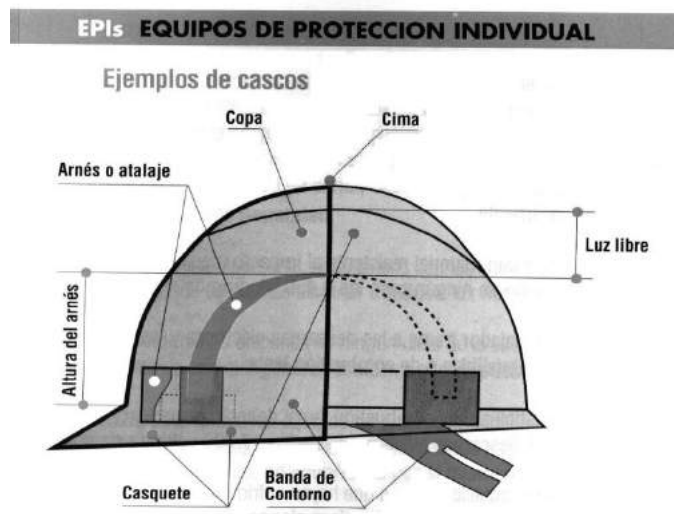




## 3. PLANOS Y FICHAS

### 3.1 PLANOS DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

A continuación se muestran las Fichas/Planos del estudio de seguridad y salud:

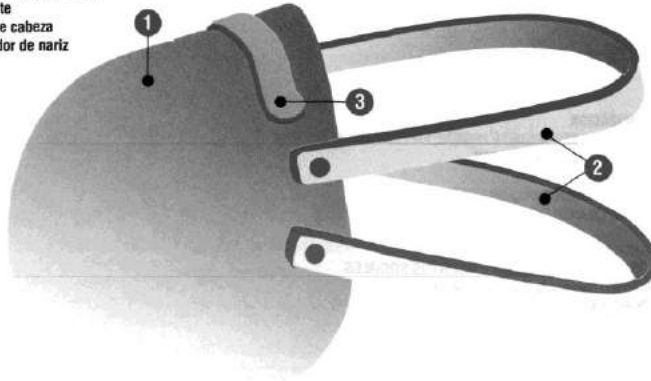




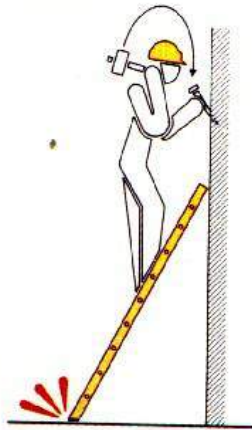
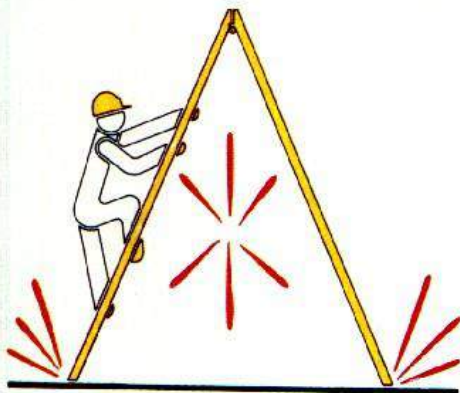


Mascarilla autofiltrante

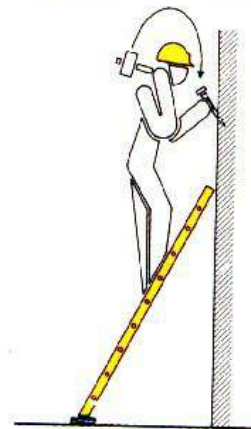
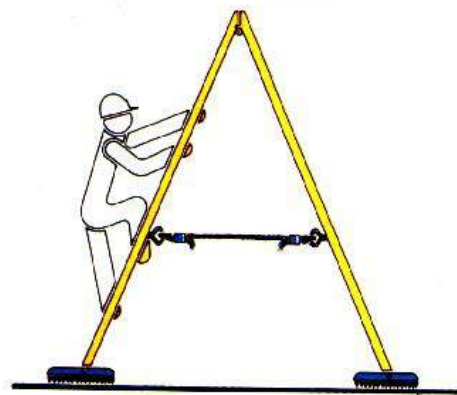
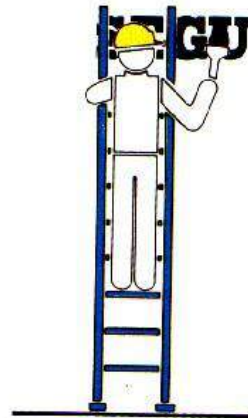
- 1. Cuerpo de la mascarilla autofiltrante
- 2. Arnés de cabeza
- 3. Adaptador de nariz





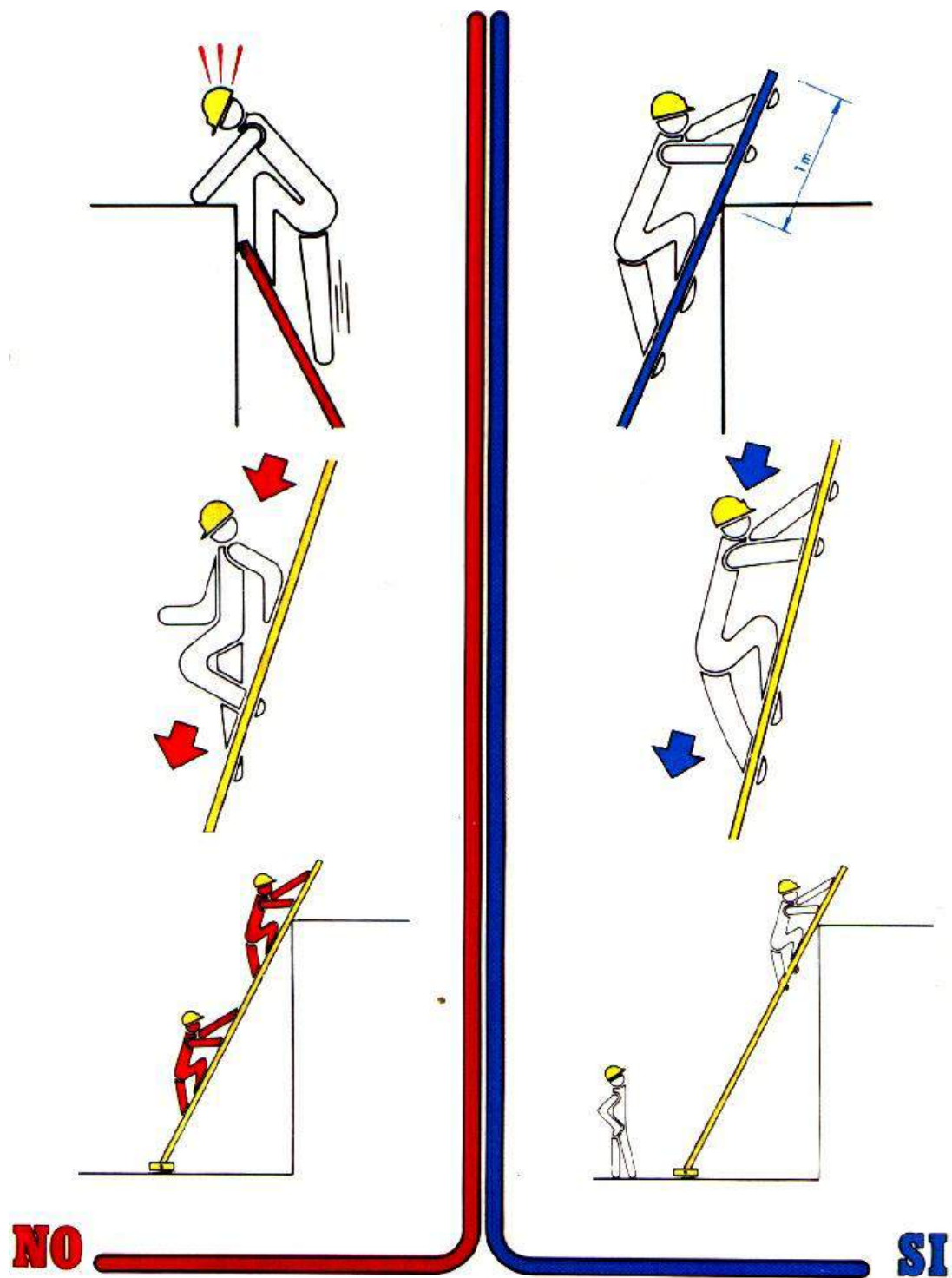


**NO**

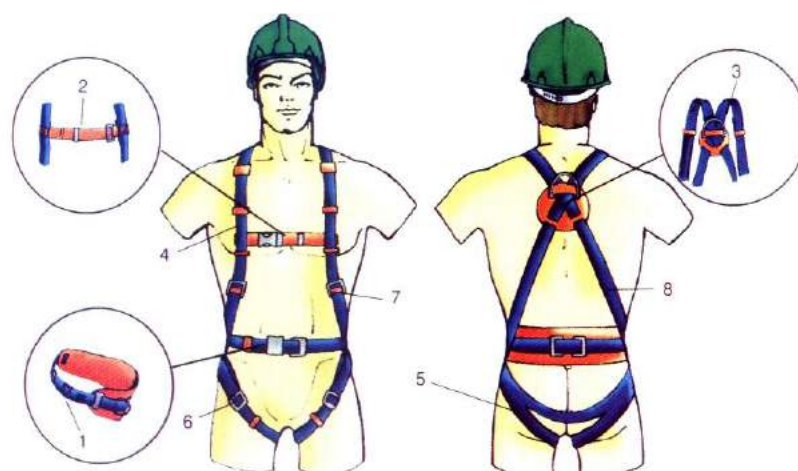


**SI**





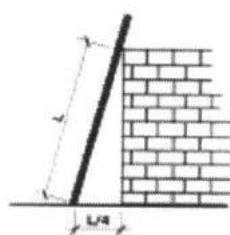
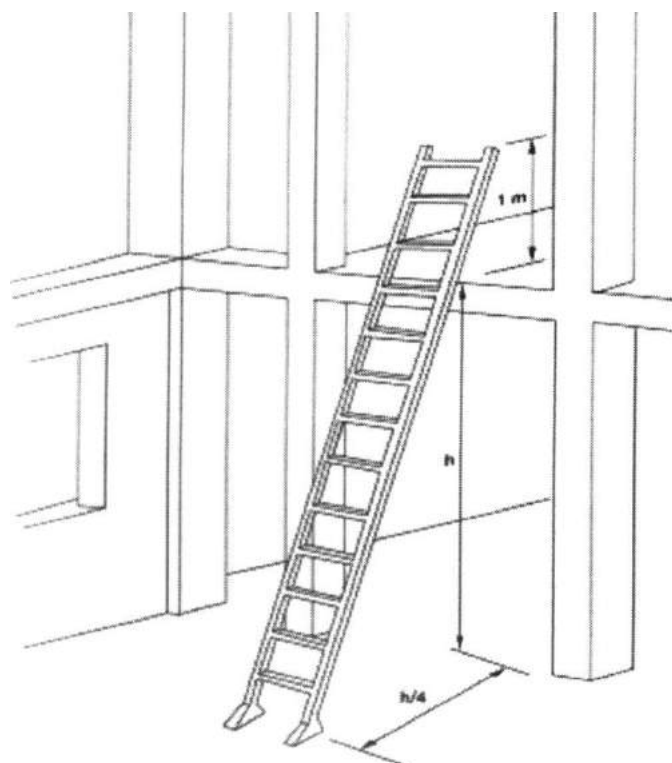




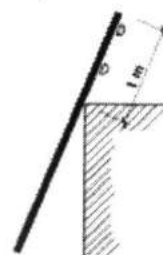
### ELEMENTOS DEL ARNÉS ANTICAÍDA

- |   |                       |
|---|-----------------------|
| 1. Hebillas   | 5. Banda subglútea    |
| 2. Banda secundaria de unión delantera entre tirantes | 6. Banda de muslo     |
| 3. Elemento de enganche                               | 7. Elemento de ajuste |
| 4. Tirante  | 8. Marcado            |

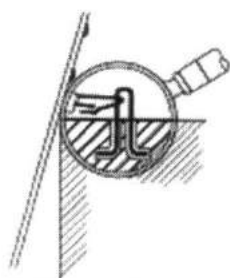




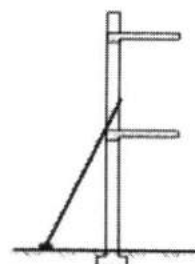
INCLINACIÓN RECOMENDADA



SOBREPASAR 1m. LA COTA MÁXIMA



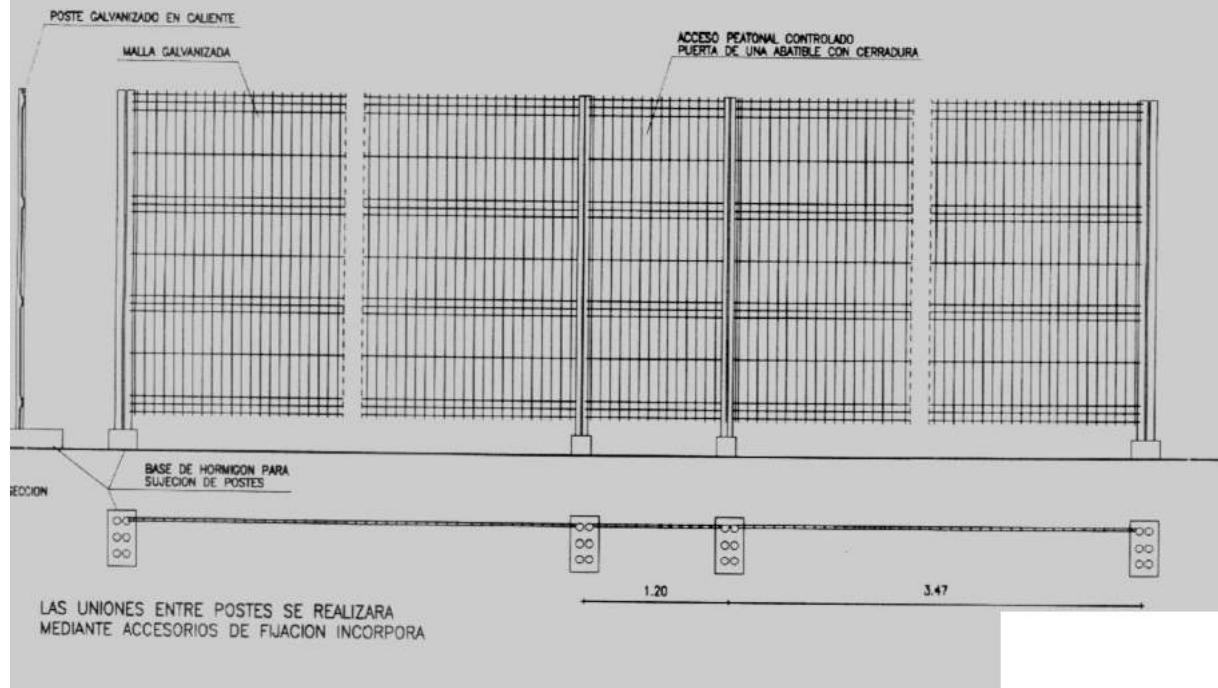
FORMA DE ARRIOSTRAMIENTO



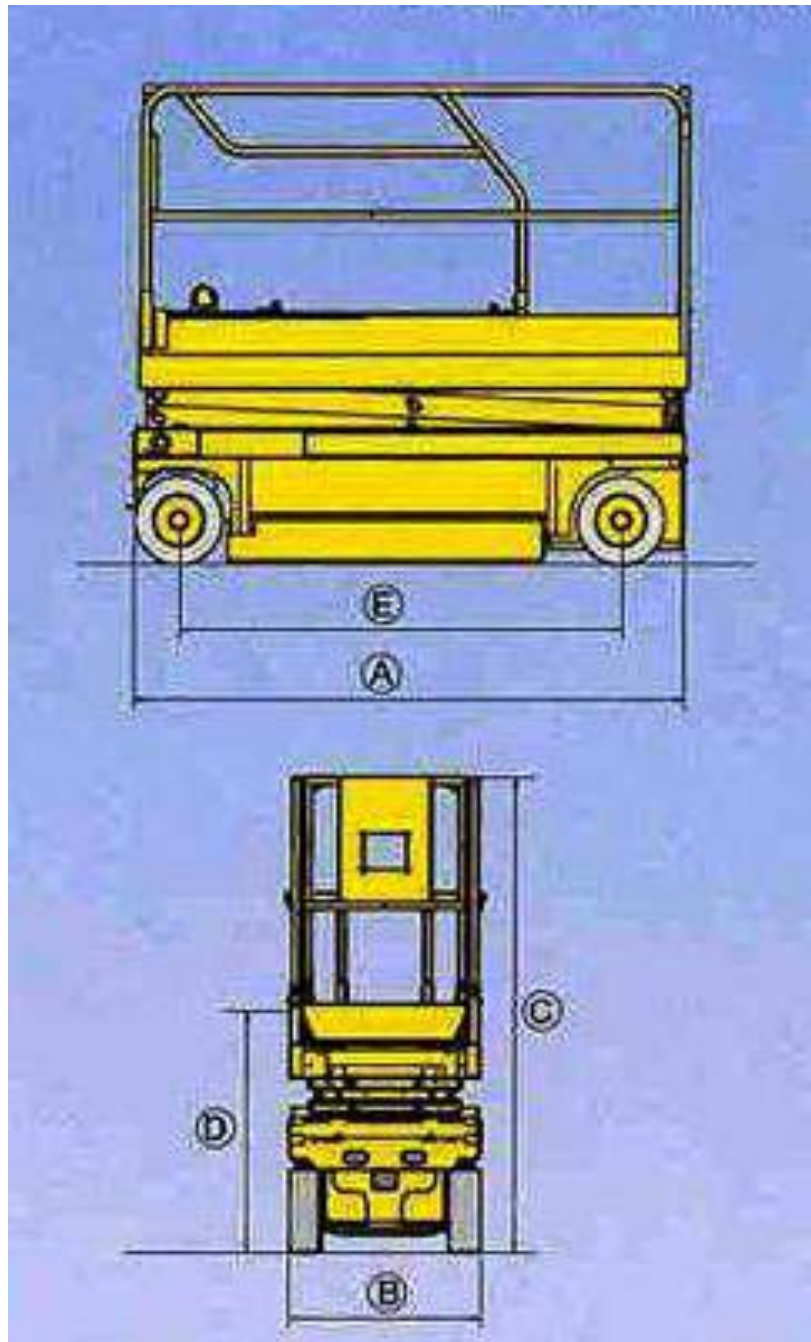
USAR ZAPATAS ANTIDESLIZANTES



## VALLA MOVIL DE PROTECCION METALICA









### Plataformas autopropulsadas de tijera

Este tipo de plataformas se utiliza para trabajos de instalaciones eléctricas, mantenimientos, montajes industriales, etc.

La plataforma es de elevación vertical con alcances máximos de 25 m. y con gran capacidad de personas y equipos auxiliares de trabajo.

Pueden estar alimentadas por baterías, motor de explosión y tracción a las cuatro ruedas.

### SEÑALES DE PELIGRO Y PROHIBICIÓN



Riesgo eléctrico



Peligro en general



Materiales inflamables



Vehículos de manutención



Riesgo de tropezar



Caída a distinto nivel



Cargas suspendidas



Prohibido fumar



Prohibido fumar y encender fuego



Prohibido pasar a los peatones



Prohibido apagar con agua



Entrada prohibida a personas no autorizadas



Agua no potable



Prohibido a los vehículos de manutención



No tocar



## SEÑALES DE OBLIGACIÓN



## SEÑALIZACIÓN CONTRA INCENDIOS





# BLIBLIOGRAFÍA

---

- [1] FERNÁNDEZ GARCÍA, CARLOS; LASSO TÁRRAGA, DAVID y MORENO GIL, JOSÉ. (2016). *Instalaciones eléctricas interiores*.
- [2] BARRERO GONZÁLEZ, FERMÍN; GONZÁLEZ ROMERA, EVA; MILANÉS MONTERO, M. ISABEL Y ROMERO, ENRIQUE. (2012). *Fundamentos de instalaciones eléctricas*.
- [3] CARRASCO HERNÁNDEZ, M.A.; GARCÍA ESPINOSA, L.M.; NÚÑEZ ABAD, J. (2012). *Instalaciones eléctricas básicas*.
- [4] FRAILE VILLARRASA, J. y GAGO CALDERÓN, A. (2012). *Iluminación con tecnología LED*.
- [5] MARTÍN SÁNCHEZ, F. (2012). *Locales técnicos en edificios*.
- [6] COLMENAR SANTOS, A. y HERMÁNDEZ MARTÍN, J.L. (2008). *Instalaciones eléctricas en Baja Tensión: Diseño, cálculo, Dirección, seguridad y montaje*.
- [7] SANZ SERRANO, J.L. (2009). *Instalaciones eléctricas. Soluciones a problemas en Baja y Alta Tensión*.
- [8] GARCÍA TRASANCOS, J. (2009). *Instalaciones eléctricas en Media y Baja Tensión*.
- [9] SANZ SERRANO, J.L. (2008). *Instalaciones eléctricas. Esquemas, aplicaciones y ejercicios resueltos de acuerdo con el R.E.B.T.*
- [10] SANZ SERRANO, J.L.; TOLEDANO GASCA, J.C.; IGLESIAS ÁLVAREZ, E. (2008). *Técnicas y procesos en instalaciones eléctricas de media y baja tensión*.
- [11] GONZÁLEZ SIERRA, C. (2013). *Diseño y cálculo de instalaciones de climatización*.
- [12] SUAY BELENGUER, JUAN MIGUEL. (2010). *Manual de instalaciones contra incendios: el fuego. Agentes extintores. Cálculo hidráulico*.
- [13] MARTÍN RIERA; JOSÉ ROGER. *Problemas de tecnología eléctrica*.
- [14] MARTÍN RIERA; JOSÉ ROGER. *Cálculo de instalaciones eléctricas*.
- [15] CARMONA FERNANDÉZ, DIEGO. *Manual de instalaciones eléctricas*.
- [16] CARMONA FERNANDÉZ, DIEGO. *Cálculo de instalaciones y sistemas eléctricos*.
- [17] REAL DECRETO 842/2002. ACTUALIZADO SEGÚN EL RD 560/2010. (Paraninfo 2013). *Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, y sus instrucciones técnicas complementarias*
- [18] REAL DECRETO 223/2008. (Paraninfo 2012). *Reglamento de Líneas eléctricas de alta Tensión e Instrucciones Técnicas complementarias*



- [19] *Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE)*
- [20] *Reglamento de instalaciones de protección contra incendios.*
- [21] Ley 38/1999 de 5 de Noviembre . *Código Técnico de la Edificación (CTE).*
- [22] Manual teórico-practico Shneider Eléctric
- [23] Manual de Aire Acondicionado, Carrier. Ed. 2009
- [24] Conocimientos técnicos de climatización: Ed. Ceysa, 2007.
- [25] Manual de alumbrado Philips ISBN: 84-283-12363-X 1988
- [26] Guía técnica de condiciones climáticas exteriores de proyectos. IDEA
- [27] ASHRAE (2017). *Manual de climatización.*
- [28] TFG. INSTALACION ELECTRICA Y CONTRA INCENDIOS DE UN CONCESIONARIO DE AUTOMOVILES, López Argenti, Ezequiel, Enero 2017, UPDC
- [29] TFG. CLIMATIZACIÓN DE UNA NAVE INDUSTRIAL, Víctor Fernández Gárate Febrero-2017, UNIVERSIDAD DE CANTABRIA
- [30] TFG. Ahorro energético en iluminación. Por Sergio Gismera Martínez Febrero 2005 de la Universidad Carlos III de Madrid
- [31] [www.cambioenergetico.com](http://www.cambioenergetico.com)
- [32] <http://www.schneider-electric.es/>
- [33] <https://www.keyter.es>
- [34] <https://www.ormazabal.com/es>
- [35] <https://es.wikipedia.org>
- [36] <http://www.legrand.es>
- [37] <https://www.philips.es>
- [38] Normas UNE
- [39] Catálogo general luminarias, PHILIPS.
- [40] Catálogo de Baja Tensión de Legrand.
- [41] Catálogo: “Sistema Modular y Compacto CGMCOSMOS con Aislamiento Integral a gas”, ORMAZABAL.



- [42] Catálogo: “Compact NSX Masterpact, Interpact Vigirex y PowerLogic”, SCHNEIDER
- [43] Catálogo Edificios tipo caseta para centros de transformación, ORMAZABAL.
- [44] Catálogo Prysmian.
- [45] Otros catálogos comerciales