

Proyecto Fin de Máster
Ingeniería Industrial

**DISEÑO DE LA INSTALACIÓN
ELÉCTRICA Y DE PROTECCIÓN CONTRA
INCENDIOS PARA UNA PLANTA DE
TRATAMIENTO Y ENVASADO DE ARROZ**

Autor:

Alejandro Raya Redondo

Tutor:

Pablo Matute Martín

Profesor Asociado

Dpto. de Ingeniería de la Construcción y Proyectos de Ingeniería

Escuela Técnica Superior de Ingeniería

Universidad de Sevilla

Sevilla, 2019

Índice

Agradecimientos	v
Índice	vii
Índice de Tablas.....	xi
Índice de Figuras	xvii
DOCUMENTO N°1: MEMORIA DESCRIPTIVA	1
1. OBJETO DEL PROYECTO	3
2. EMPLAZAMIENTO	3
3. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO	4
3.1. Proceso de recepción de materia prima.....	4
3.2. Proceso de almacenamiento.....	6
3.3. Proceso de Producción	6
3.4. Proceso de envasado	8
3.5. Proceso del subproducto	9
3.6. Listado de equipos del proceso productivo	9
4. LAY OUT DE LA PLANTA.	13
4.1. Recepción de materia prima	14
4.2. Almacenamiento de materia prima.....	14
4.3. Nave industrial	15
4.3.1. Lay-out zona de producción	16
4.3.2. Lay-out zona de envasado	17
4.3.3. Lay-out zona subproducto.....	17
4.3.4. Lay-out almacén producto terminado	17
4.3.5. Lay-out oficinas.....	18
5. NORMATIVA	23
6. INSTALACIÓN DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS.....	25
6.1. Clasificación del establecimiento.....	25
6.2. Requisitos constructivos del establecimiento	27
6.2.1. Estabilidad y resistencia al fuego de los elementos constructivos	28

6.2.2.	Evacuación del establecimiento industrial	28
6.2.3.	Ventilación y eliminación de humos	29
6.3.	Requisitos de las instalaciones de Protección Contra Incendios	29
6.3.1.	Sistemas automáticos de detección de incendio	29
6.3.2.	Sistemas manuales de alarma de incendio.....	30
6.3.3.	Sistemas de comunicación de alarma.....	31
6.3.4.	Sistemas de hidrantes exteriores.....	31
6.3.5.	Sistemas de bocas de incendio equipadas.....	31
6.3.6.	Sistemas de rociadores automáticos de agua	32
6.3.7.	Sistemas de abastecimiento de agua contra incendios	33
6.3.8.	Extintores de incendio	33
6.3.9.	Sistemas de alumbrado de emergencia.....	33
6.3.10.	Señalización	34
6.4.	Definición de los equipos y la instalación de protección contra incendios	34
6.4.1.	Equipos e instalación del sistema de detección y alarma de incendios	34
6.4.2.	Equipos e instalación de los extintores de incendio	37
6.4.3.	Equipos e instalación de las bocas de incendio equipadas	39
6.4.4.	Equipos e instalación del sistema de rociadores automáticos	40
6.5.	Instalación de Protección Contra Incendios	42
6.5.1.	Sector 1 de incendio	42
6.5.2.	Sector 2 de incendio	44
6.5.3.	Sector 3 de incendio	44
7.	ALUMBRADO INTERIOR Y EXTERIOR	47
7.1.	Métodos de iluminación.....	47
7.2.	Sistemas de iluminación.....	47
7.3.	Niveles de iluminación	48
7.4.	Instalación de Alumbrado	50
7.5.	Diseño del Alumbrado	50
7.5.1.	Luminarias Empleadas	51
7.5.2.	Diseño de la iluminación interior	52
7.5.3.	Diseño de la iluminación exterior.....	57
7.5.4.	Potencia instalada	57
8.	BALANCE DE POTENCIAS DE LA PLANTA INDUSTRIAL	59
9.	INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE MEDIA TENSIÓN	63
9.1.	Suministro de energía eléctrica	63
9.2.	Línea de acometida de red	64

9.3. Centro de transformación	65
10. INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN.....	69
10.1. Instalación de enlace	69
10.1.1. Caja de Protección y medida (CPM)	70
10.1.2. Derivación individual (DI).....	70
10.1.3. Dispositivos Generales de Mando y Protección (DGMP)	71
10.2. Instalación Interior	71
10.2.1. Circuitos de alimentación de cuadros principales	72
10.2.2. Circuitos cuadro principal 1 – Zona exterior	73
10.2.3. Circuitos cuadro principal 2 – Recepción de MP y almacenamiento	73
10.2.4. Circuitos cuadro principal 3 – Nave industrial	75
10.2.5. Circuitos cuadro principal 4 – Sala PCI	80
10.3. Protecciones.....	81
10.3.1. Protección contra sobreintensidades	81
10.3.2. Protección contra sobrecargas.....	81
10.3.3. Protección contra contactos directos e indirectos	81
10.3.4. Equipos de protección seleccionados	82
10.4. Instalación de puesta a tierra.....	85
ANEJOS DE CÁLCULO	87
Índice de Anejos	89
ANEJO I: CÁLCULO PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS	91
ANEJO II: CÁLCULO DE LA ILUMINACIÓN INTERIOR Y EXTERIOR.....	115
ANEJO III: CÁLCULO INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE MEDIA TENSIÓN.....	155
ANEJO IV: CÁLCULO INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN.....	163
DOCUMENTO Nº2: PLANOS	197
DOCUMENTO Nº3: PRESUPUESTO	211
DOCUMENTO Nº4: PLIEGO DE CONDICIONES	221
Índice Pliego de Condiciones.....	223
DOCUMENTO Nº5: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	243
Índice Estudio de Seguridad y Salud	245

Índice de Tablas

Tabla 1 - Listado máquinas recepción materia prima	6
Tabla 2 - Listado de máquinas recepción materia prima	10
Tabla 3 - Listado máquinas almacenamiento.....	10
Tabla 4 - Listado máquinas producción.....	11
Tabla 5 - Listado máquinas envasado	12
Tabla 6 - Listado máquinas línea subproducto	12
Tabla 7 - Zonas de la planta industrial.	14
Tabla 8 - Superficies de la nave industrial.....	15
Tabla 9 - Criterios grados de asociación.....	15
Tabla 10 - Asociación entre zonas de la nave industrial	15
Tabla 11 - Criterio grado de asociación.....	19
Tabla 12 - Tabla asociación departamentos.....	19
Tabla 13 - Superficie oficina planta baja.	20
Tabla 14 - Superficies oficina planta alta.	21
Tabla 15 - Sectores de incendio	26
Tabla 16 - Nivel de Riesgo por sector.....	26
Tabla 17 - Superficie máxima admitida por Riesgo	27
Tabla 18 - Estabilidad al fuego por sector.....	28
Tabla 19 - Instalación sistemas de detección.....	30
Tabla 20 - Instalación pulsadores incendio.....	30
Tabla 21 - Instalación BIE	31
Tabla 22 - Instalación rociadores	32
Tabla 23 - Nivel de Iluminación Oficinas	49
Tabla 24 - Nivel de Iluminación Zonas de Tráfico.....	49
Tabla 25 - Nivel de Iluminación Zona Industrial.....	50
Tabla 26 - Resumen iluminarias y potencia	57
Tabla 27 - Balance de potencias de la zona exterior.....	59
Tabla 28 - Balance de potencias de la nave industrial	60
Tabla 29 - Potencia total instalada y prevista	61
Tabla 30 - Potencia contratada	61
Tabla 31 - Distribución de cuadros principales de BT	72
Tabla 32 - Secciones circuitos alimentación cuadros principales	72
Tabla 33 - Cargas Cuadro Principal 1 - Zona Exterior	73
Tabla 34 - Secciones cuadro principal 1 - zona exterior.....	73
Tabla 35 - Cargas Cuadro Principal 2 - Recepción MP y Almacenamiento	73
Tabla 36 - Cargas Cuadro Secundario 2.1 - Almacenamiento	74
Tabla 37 - Secciones cuadro principal 2 - Recepción MP	74
Tabla 38 – Secciones cuadro secundario 2.1 - Almacenamiento	75

Tabla 39 - Cuadros secundarios del cuadro principal 3	75
Tabla 40 - Secciones cuadro principal 3 - Nave industrial.....	75
Tabla 41 - Cargas cuadro secundario 3.1 - Envasado	76
Tabla 42 - Cargas Cuadro Secundario 3.2 - Subproducto.....	76
Tabla 43 - Cargas Cuadro Secundario 3.3 - Producción	77
Tabla 44 - Cargas Cuadro Secundario 3.4 – Sala Compresores.....	78
Tabla 45 - Cargas Cuadro Secundario 3.5 – Oficinas e Iluminación	78
Tabla 46 - Secciones cuadro secundario 3.1 - Envasado	78
Tabla 47 - Secciones cuadro secundario 3.2 - Subproducto	78
Tabla 48 - Secciones cuadro secundario 3.3 - Producción	79
Tabla 49 – Secciones cuadro secundario 3.4 – Sala compresores	79
Tabla 50 - Cargas Cuadro Principal 4 Sala PCI	80
Tabla 51 - Protecciones cuadros principales.....	82
Tabla 52 - Protecciones circuitos cuadro secundario 2.1 - Almacenamiento	83
Tabla 53 - Protecciones circuitos cuadro principal 3 - Nave industrial	83
Tabla 54 - Protecciones circuitos cuadro secundario 3.1 - Envasado	83
Tabla 55 - Protecciones circuitos cuadro secundario 3.2 - Subproducto.....	83
Tabla 56 - Protecciones circuitos cuadro secundario 3.3 - Producción	84
Tabla 57 - Protecciones circuitos cuadro secundario 3.4 - Sala compresores	84
Tabla 58 - Protecciones circuitos cuadro principal 4 - PCI	84
Tabla 59 - ANEJO I: PCI - Actividades.....	91
Tabla 60 - ANEJO I: PCI - Coeficiente peligrosidad	92
Tabla 61 - ANEJO I: PCI - Densidad carga fuego media - Sector 1.....	92
Tabla 62 – ANEJO I: PCI - Densidad carga de fuego media - Sector 2	93
Tabla 63 – ANEJO I: PCI - Densidad carga de fuego media - Sector 3	93
Tabla 64 - ANEJO I: PCI - Densidad de carga de fuego para cada sector.....	94
Tabla 65 - ANEJO I: PCI - 1.3. Nivel de riesgo	95
Tabla 66 - ANEJO I: PCI - Nivel de Riesgo por sector.....	95
Tabla 67- ANEJO I: PCI - 2.1. Superficie máxima admitida	95
Tabla 68 - ANEJO I: PCI – Superficie máxima admitida por riesgo	96
Tabla 69 - ANEJO I: PCI - Estabilidad al fuego elementos portantes.....	96
Tabla 70 - ANEJO I: PCI - Estabilidad al fuego por sector	96
Tabla 71 - ANEJO I: PCI - 3.1. Hidrantes exteriores	97
Tabla 72 - ANEJO I: PCI - Instalación BIE.....	98
Tabla 73 - ANEJO I: PCI - Tipo BIE y necesidades de agua	98
Tabla 74 - ANEJO I: PCI - Instalación rociadores.....	99
Tabla 75 - ANEJO I: PCI - Cuadro resumen abastecimiento de agua.....	100
Tabla 76 - ANEJO I: PCI - Eficacia mínima de extintor	101
Tabla 77 - ANEJO I: PCI - Altura máxima almacenamiento RO3.....	102
Tabla 78 - ANEJO I: PCI - Criterios de diseño RO	103
Tabla 79 - ANEJO I: PCI - Tipo de rociador y factor K	103
Tabla 80 - ANEJO I: PCI - Criterios de cálculo rociadores sector 1	105
Tabla 81 - ANEJO I: PCI - Diámetros de tubería en el cálculo del sector 2	106
Tabla 82 - ANEJO I: PCI - Resultados hidráulicos sector 1 en OmniCADD	106
Tabla 83 - ANEJO I: PCI - Resultados cálculo hidráulico sector 1	106
Tabla 84 - ANEJO I: PCI - Reserva abastecimiento de agua sector 1	107
Tabla 85 - ANEJO I: PCI - Categoría productos almacenados.....	108
Tabla 86 - ANEJO I: PCI - Limitaciones para configuraciones de almacenamiento	108

Tabla 87 - ANEJO I: PCI - Criterios de diseño para REA con protección solo en techo.....	109
Tabla 88 - ANEJO I: PCI - Tipo de rociador y factor K	110
Tabla 89 - ANEJO I: PCI - Criterios cálculo rociadores sector 2	111
Tabla 90 - ANEJO I: PCI - Diámetros de tubería en el cálculo del sector 2	112
Tabla 91 - ANEJO I: PCI - Resultados hidráulicos sector 2 en OmniCADD	113
Tabla 92 - ANEJO I: PCI - Resultados cálculo hidráulico sector 2	113
Tabla 93 - ANEJO I: PCI - Reserva abastecimiento de agua sector 2	113
Tabla 94 - ANEJO II: ILUMINACIÓN - Lista luminarias exterior.....	116
Tabla 95 - ANEJO II: ILUMINACIÓN - Lista luminarias oficinas	139
Tabla 96 - ANEJO III: MT - Condiciones estándar intensidad máxima admisible.....	155
Tabla 97 - ANEJO III: MT - Intensidades máximas admisibles (A) para cables unipolares aislados hasta 18/30 kV bajo tubo.	156
Tabla 98 - ANEJO III: MT - Factor de corrección por temperatura del terreno.....	156
Tabla 99 - ANEJO III: MT - Factor de corrección por diferencia de resistividad térmica del terreno.	157
Tabla 100 - ANEJO III: MT - Factores de corrección de la instalación.	157
Tabla 101 - ANEJO III: MT - Intensidad Máxima Admisible.	157
Tabla 102 - ANEJO III: MT - Intensidad cortocircuito de la red.	158
Tabla 103 - ANEJO III: MT: Sección mínima por cortocircuito.	158
Tabla 104 - ANEJO III: MT - Resistencia y reactancia del cable Prysmian.	159
Tabla 105 - ANEJO III: MT - Caída de tensión	159
Tabla 106 - ANEJO III: MT - Intensidad nominal y de cortocircuito en Media y Baja Tensión ..	161
Tabla 107 - ANEJO IV: BT - Intensidades admisibles estándar	165
Tabla 108 - ANEJO IV: BT - Intensidades admisibles para modo instalación soterrado D	166
Tabla 109 - ANEJO IV: BT - Factor corrección de intensidad admisible para temperaturas ambiente diferente de 40°C en instalaciones al aire	166
Tabla 110 - ANEJO IV: BT - Factor de corrección de intensidad admisible para temperatura ambiente del terreno diferente a 25°C en conductos enterrados	166
Tabla 111 - ANEJO IV: BT – Factor de corrección de intensidad admisible para cables soterrados en terrenos de resistividad térmica diferente a 2,5 K·m/W	166
Tabla 112 - ANEJO IV: BT - Factor corrección de intensidad admisible para agrupación de circuitos enterrados tipo D1.....	167
Tabla 113 - ANEJO IV: BT - Factor corrección de intensidad máxima por agrupamiento de cables unipolares al aire (método F).....	167
Tabla 114 - ANEJO IV: BT - Intensidad de diseño circuitos alimentación Cuadros Principales ..	168
Tabla 115 - ANEJO IV: BT - Intensidad máxima admisible circuitos alimentación cuadros principales	168
Tabla 116 - ANEJO IV: BT - Intensidad diseño circuitos cuadro principal 1 – Zona Exterior	168
Tabla 117 - ANEJO IV: BT - Intensidad máxima admisible circuitos cuadro principal 1 – Zona exterior	169
Tabla 118 - ANEJO IV: BT - Intensidad diseño circuitos cuadro principal 2 – Recepción MP....	169
Tabla 119 - ANEJO IV: BT - Intensidad máxima admisible circuitos cuadro principal 2 – Recepción MP.....	169
Tabla 120 - ANEJO IV: BT - Intensidad diseño circuitos cuadro secundario 2.1 - Almacenamiento	170
Tabla 121 - ANEJO IV: BT - Intensidad máxima admisible circuitos cuadro secundario 2.1 - Almacenamiento	170
Tabla 122 - ANEJO IV: BT - Intensidad diseño circuitos cuadro principal 3 – Nave Industrial ..	170

Tabla 123 - ANEJO IV: BT - Intensidad máxima admisible circuitos cuadro principal 3 – Nave Industrial	171
Tabla 124 - ANEJO IV: BT - Intensidad diseño circuitos cuadro secundario 3.1 - Envasado	171
Tabla 125 - ANEJO IV: BT - Intensidad máxima admisible circuitos cuadro secundario 3.1 - Envasado	171
Tabla 126 - ANEJO IV: BT - Intensidad diseño circuitos cuadro secundario 3.2 - Subproducto	171
Tabla 127 - ANEJO IV: BT - Intensidad máxima admisible circuitos cuadro secundario 3.2 - Subproducto.....	172
Tabla 128 - ANEJO IV: BT - Intensidad diseño circuitos cuadro secundario 3.3 - Producción....	172
Tabla 129 - ANEJO IV: BT - Intensidad máxima admisible circuitos cuadro secundario 3.3 - Producción	173
Tabla 130 - ANEJO IV: BT - Intensidad diseño circuitos cuadro secundario 3.4 - Sala compresores.....	173
Tabla 131 - ANEJO IV: BT - Intensidad máxima admisible circuitos cuadro secundario 3.4 - Sala compresores.....	174
Tabla 132 - ANEJO IV: BT - Intensidad diseño cuadro principal 4 - PCI	174
Tabla 133 - ANEJO IV: BT - Intensidad máxima admisible circuitos cuadro principal 4 - PCI....	174
Tabla 134 - ANEJO IV: BT - Caída tensión Circuitos alimentación cuadros principales.....	175
Tabla 135 - ANEJO IV: BT - Caída de tensión circuitos cuadro principal 1 - Zona exterior.....	175
Tabla 136 - ANEJO IV: BT - Caída de tensión circuitos cuadro principal 2 - Recepción MP	176
Tabla 137 - ANEJO IV: BT - Caída de tensión circuitos cuadro secundario 2.1 - Almacenamiento	176
Tabla 138 - ANEJO IV: BT - Caída de tensión circuitos cuadro principal 3 - Nave industrial	177
Tabla 139 - ANEJO IV: BT - Caída de tensión circuitos cuadro secundario 3.1 - Envasado	177
Tabla 140 - ANEJO IV: BT - Caída de tensión circuitos cuadro secundario 3.2 - Subproducto..	177
Tabla 141 - ANEJO IV: BT - Caída de tensión circuitos cuadro secundario 3.3 - Producción	178
Tabla 142 - ANEJO IV: BT - Caída de tensión circuitos cuadro secundario 3.4 - Compresores .	178
Tabla 143 -ANEJO IV: BT - Caída de tensión circuitos cuadro principal 4 - PCI	179
Tabla 144 - ANEJO IV: BT - Secciones circuitos alimentación cuadros principales	180
Tabla 145 - ANEJO IV: BT - Secciones circuitos cuadro principal 1 - Zona exterior.....	180
Tabla 146 - ANEJO IV: BT - Secciones circuitos cuadro principal 2 - Recepción MP	180
Tabla 147 - ANEJO IV: BT - Secciones circuitos cuadro secundario 2.1 - Almacenamiento	181
Tabla 148 - ANEJO IV: BT - Secciones circuitos cuadro principal 3 - Nave industrial	181
Tabla 149 - ANEJO IV: BT - Secciones circuitos cuadro secundario 3.1 - Envasado	181
Tabla 150 - ANEJO IV: BT - Secciones circuitos cuadro secundario 3.2 - Subproducto.....	181
Tabla 151 - ANEJO IV: BT - Secciones circuitos cuadro secundario 3.1 - Producción	182
Tabla 152 - ANEJO IV: BT - Secciones circuitos cuadro secundario 3.4 - Sala compresores	182
Tabla 153 - ANEJO IV: BT - Secciones circuitos cuadro principal 4 - PCI	182
Tabla 154 - ANEJO IV: BT - Impedancia acometida Q	184
Tabla 155 - ANEJO IV: BT - Impedancia Línea Subestación - CT	185
Tabla 156 - ANEJO IV: BT - Impedancia Transformador	185
Tabla 157 - ANEJO IV: BT - Impedancia Líneas BT	186
Tabla 158 - ANEJO IV: BT - Intensidades cortocircuito en juego de barras de cuadros eléctricos	187
Tabla 159 - ANEJO IV: BT - Cálculos aparenta cuadros principales.....	188
Tabla 160 - ANEJO IV: BT - Cálculo aparenta cuadro principal 2 - Recepción MP.....	189
Tabla 161 - ANEJO IV: BT - Cálculo aparenta cuadro secundario 2.1 - Almacenamiento	189
Tabla 162 - ANEJO IV: BT - Cálculo aparenta cuadro principal 3 - Nave industrial	190

Tabla 163 - ANEJO IV: BT - Cálculo aparenta cuadro secundario 3.1 - Envasado	190
Tabla 164 - ANEJO IV: BT - Cálculo aparenta cuadro secundario 3.2 - Subproducto.....	190
Tabla 165 - ANEJO IV: BT - Cálculo aparenta cuadro secundario 3.3 - Producción	191
Tabla 166 - ANEJO IV: BT - Cálculo aparenta cuadro secundario 3.4 - Sala compresores ...	191
Tabla 167 - ANEJO IV: BT - Cálculo aparenta cuadro principal 4 - PCI	192

Índice de Figuras

Figura 1 - Localización planta industrial	3
Figura 2 - Diagrama procesos recepción materia prima	4
Figura 3 - Diagrama de procesos línea 1 producción	7
Figura 4 - Descascaradora de arroz	7
Figura 5 - Arroz entero y partido	8
Figura 6 - Diagrama de procesos líneas de envasado	8
Figura 7 - Diagrama procesos subproducto	9
Figura 8 - Lay out de la planta industrial	13
Figura 9 - Lay out de la nave industrial.	16
Figura 10 - Lay out almacén producto terminado.....	18
Figura 11 - Lay-out oficina planta baja.....	20
Figura 12 - Lay-out oficina primera planta.....	21
Figura 13 - Establecimiento Tipo C.....	26
Figura 14 - Detector analógico óptico Aritech DP2061N	35
Figura 15 - Distancias normativas detectores de humo.....	35
Figura 16 - Pulsador direccional de alarma UTC DM2010.	36
Figura 17 - Señal Pulsador de alarma	36
Figura 18 - Central de incendios analógica Aritech.....	37
Figura 19 - Extintor de polvo ABC 6kg.....	38
Figura 20 - Extintor CO2 5kg.....	38
Figura 21 - Señal Extintor.	39
Figura 22 – Boca de Incendio Equipada	39
Figura 23 - Señal Boca de Incendio	40
Figura 24 - Sprinkler montante Viking.....	41
Figura 25 - Instalación PCI zona producción	42
Figura 26 - Instalación PCI zona envasado	43
Figura 27 - Instalación PCI zona subproducto	43
Figura 28 - Instalación PCI almacén producto terminado	44
Figura 29 - Instalación PCI Oficina planta baja	44
Figura 30 - Instalación PCI Oficina planta alta.....	45
Figura 31 - Luminaria oficina Philips	51
Figura 32 - Luminaria oficina Philips	51
Figura 33 - Luminaria interior Philips BY120P para nave industrial	51
Figura 34 - Luminaria interior Philips BY481X para nave industrial	52
Figura 35 - Luminaria exterior Philips BGP323.....	52
Figura 36 - Luminaria exterior Philips BVP506.....	52
Figura 37 - Ubicación luminarias nave industrial	53
Figura 38 - Distribución 3D luminarias nave industrial	54
Figura 39 - Ubicación luminarias oficina planta baja	55

Figura 40 - Distribución 3D oficina planta baja	55
Figura 41 - Distribución luminarias oficina planta alta.....	56
Figura 42 - Distribución 3D luminarias oficina planta alta	56
Figura 43 - Iluminación exterior de la planta industrial	57
Figura 44 - Linea Media Tensión desde la subestación.....	63
Figura 45 - Casetas PFU centro de transformación.	65
Figura 46 - Transformador Ormazabal	66
Figura 47 - Esquema eléctrico celda cgmcosmos-l.....	67
Figura 48 - Esquema eléctrico celda cgmcosmos-p	67
Figura 49 - Esquema eléctrico celda interruptor pasante	67
Figura 50 - Esquema eléctrico celda cgmcosmos-m	68
Figura 51 - Casetas prefabricadas PFU-7	68
Figura 52 - Esquema general instalación de enlace	69
Figura 53 - Esquema caída de tensión admisible por normativa	72
Figura 54 - Esquema TT puesta a tierra.....	85
Figura 55 - ANEJO I: PCI - Diseño malla rociadores sector 1	104
Figura 56 - ANEJO I: PCI - Diagrama de flujo rociadores sector 1	105
Figura 57 - ANEJO I: PCI - Curva de presión y caudal sector 1.	106
Figura 58 - ANEJO I: PCI: Diseño malla rociadores sector 2	111
Figura 59 - ANEJO I: PCI – Diagrama de flujo rociadores sector 2.....	112
Figura 60 - ANEJO I: PCI - Curva de presión y caudal sector 2.	113
Figura 61 - ANEJO II: ILUMINACIÓN - Planta exterior	116
Figura 62 - ANEJO II: ILUMINACIÓN - Lista luminarias interior nave	126
Figura 63 - ANEJO II: ILUMINACIÓN - Nave industrial.....	126
Figura 64 - ANEJO II: ILUMINACIÓN - Oficina Planta Baja	140
Figura 65 - ANEJO II: ILUMINACIÓN - Oficina planta alta.....	146
Figura 66 - ANEJO III: MT - Características técnicas transformador ormazabal 1600 kVA	161
Figura 67 - ANEJO IV: BT - Modo de instalación tipo D1	164
Figura 68 - ANEJO IV: BT - Modo de instalación tipo F.....	164
Figura 69 - ANEJO IV: BT - Modo de instalación tipo B1	165
Figura 70 - ANEJO IV: BT - Esquema caída de tensión admisible por normativa	174

DOCUMENTO N°1: MEMORIA DESCRIPTIVA

1. OBJETO DEL PROYECTO

El objeto del presente proyecto es el diseño, cálculo y descripción de las instalaciones principales de electricidad de Baja y Media Tensión, y de Protección contra Incendios de una planta industrial dedicada al tratamiento y producción de arroz.

2. EMPLAZAMIENTO

La instalación objeto de este proyecto se encuentra situada en el polígono industrial “Cabeza Hermosa” situado en el municipio de Alcalá de Guadaira, en la provincia de Sevilla.

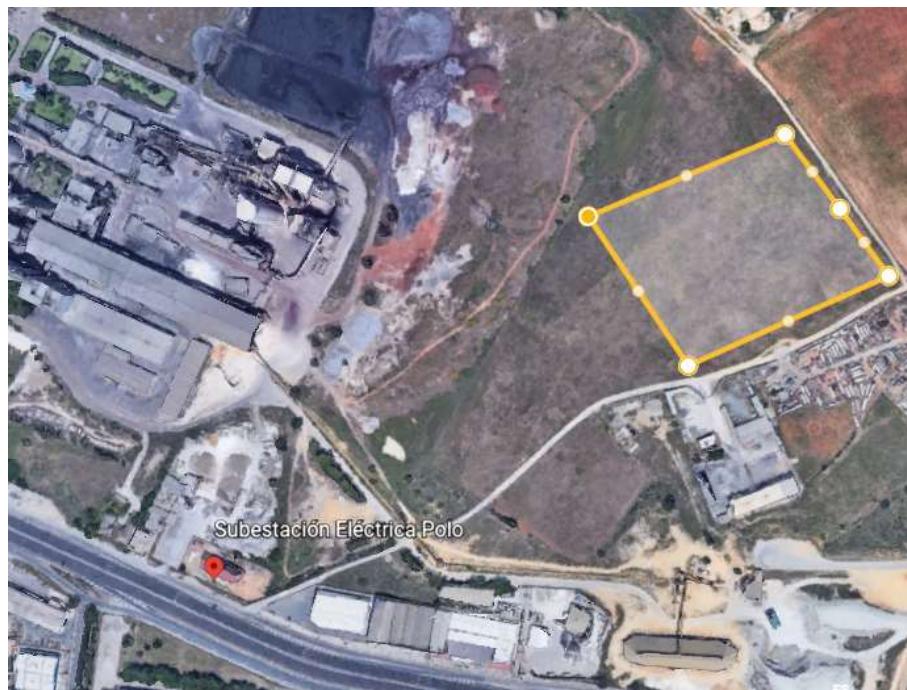


Figura 1 - Localización planta industrial

La nave industrial se sitúa en una parcela con una superficie de 35.000 m².

La localización geográfica está cerca del principal foco de proveedores de arroz en bruto, las marismas del Guadalquivir (Isla Mayor).

3. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO

La planta industrial del presente proyecto se dedicará a la producción y tratamiento de arroz, albergando todos los recursos necesarios para llevar dicho proceso a cabo de forma óptima.

En la planta industrial, se llevará a cabo un proceso principal de producción correspondiente a la producción de arroz, y un proceso de producción del subproducto obtenido durante el proceso principal.

3.1. Proceso de recepción de materia prima

La materia prima necesaria para llevar a cabo la actividad industrial de la planta es el arroz, procedente de los proveedores principalmente en camiones. A cada camión, se le toma una pequeña muestra de materia prima y se lleva al laboratorio para analizar la calidad y humedad de la misma. Tras realizarle una serie de pruebas, se decide si es aceptada o no.

El criterio de aceptación de la materia prima será que la humedad del arroz sea inferior al 15%. Si la carga es aceptada, el camión la transporta a la zona de recepción donde se descarga en tolvas enterradas, las cuales transportan la materia prima hasta las máquinas de pre-limpieza.

El diagrama de procesos de la recepción de materia prima es el siguiente:

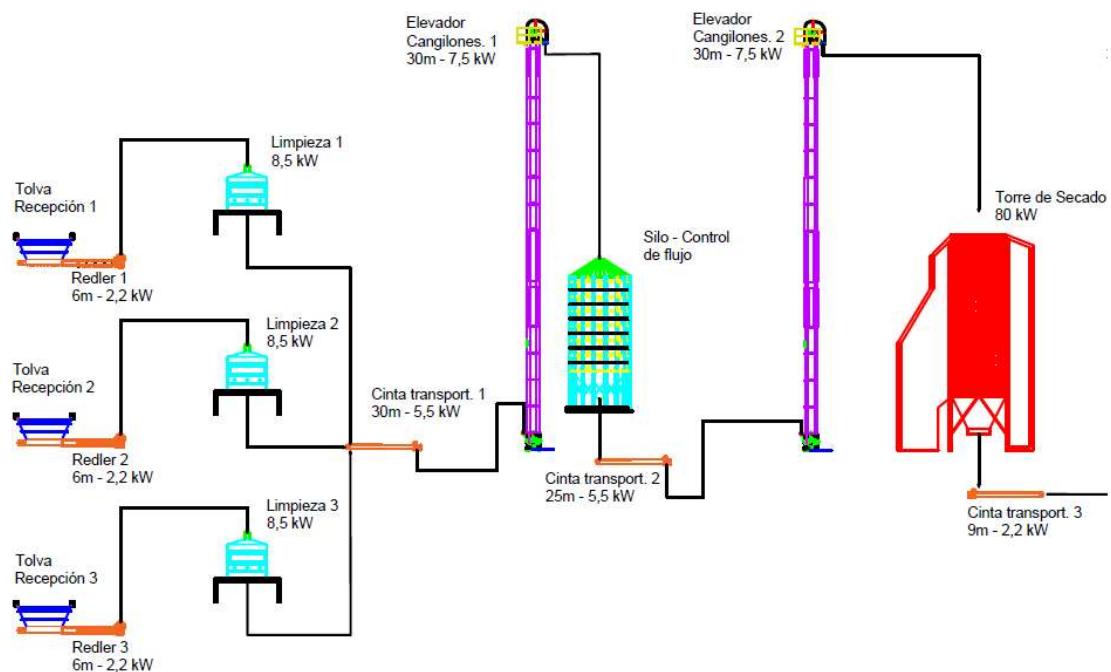


Figura 2 - Diagrama procesos recepción materia prima

En el proceso de recepción de la materia prima se dispone de 3 tolvas de recepción, donde descargan los camiones el arroz. Cada tolva dispone de un redler que transporta el arroz hacia la máquina de limpieza.

- **Limpieza**

El arroz que llega se somete a un proceso para eliminar las impurezas tales como piedras y espigas secas para dejar únicamente los granos de arroz cáscara. El arroz seco, llega al molino, donde es cargado y llevado dentro de una máquina de limpieza, que dispone de un sistema vibrante que permite hacer la separación de las impurezas.

Se dispone de un sistema de aire comprimido para eliminar ciertas partículas y mediante un mecanismo similar a una manga se separan las partículas más pesadas. De manera que se realiza una separación constante e independiente del tamaño y condiciones de los granos.

Una vez liberada la materia prima de impurezas, se transporta la materia prima hasta un silo de control de flujo mediante una cinta transportadora y un elevador de cangilones. El silo de control de flujo regula la salida de materia prima hacia la torre de secado dependiendo del nivel de producción de dicha torre.

- **Torre de secado**

Para que el arroz pueda ser almacenado en los silos, se le aplica un proceso de secado para minimizar la humedad del arroz y asegurar las condiciones de almacenamiento. El secado del arroz se lleva a cabo mediante una torre de secado garantizando un flujo continuo y un control de las temperaturas requeridas para el proceso.

Una vez el arroz obtiene el nivel de humedad óptimo, se transporta hacia los silos de almacenamiento mediante un elevador de cangilones.

El proceso de recepción de arroz de la planta está compuesto por los siguientes equipos y máquinas:

LISTADO DE MÁQUINAS – RECEPCIÓN MP			
MÁQUINA	MARCA	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	
		CAPACIDAD T/h	POTENCIA (kW)
RECEPCIÓN MATERIA PRIMA - ARROZ			
REDLER 1	AGROMAY T45	60	2.2
LIMPIEZA 1	ZACCARIA PLZ-7	7.2	8.5
REDLER 2	AGROMAY T45	60	2.2
LIMPIEZA 2	ZACCARIA PLZ-7	7.2	8.5

REDLER 3	AGROMAY T45	60	2.2
LIMPIEZA 3	ZACCARIA PLZ-7	7.2	8.5
CINTA TRANSPORTADORA 1	AGROMAY	50	5.5
ELEVADOR DE CANGILONES 1	AGROMAY T53	50	7.5
SILO CONTROL FLUJO			
CINTA TRANSPORTADORA 2	AGROMAY	50	5.5
ELEVADOR DE CANGILONES 2	AGROMAY T53	50	7.5
SECADO	KRONOS 6000 K	25	80
CINTA TRANSPORTADORA 3	AGROMAY	50	2.2
ELEVADOR DE CANGILONES 3	AGROMAY T53	50	11
CINTA TRANSPORTADORA 4	AGROMAY	50	7.5
CINTA TRANSPORTADORA 5	AGROMAY	50	7.5
CINTA TRANSPORTADORA 6	AGROMAY	50	7.5

Tabla 1 - Listado máquinas recepción materia prima

3.2. Proceso de almacenamiento

Tras el proceso de limpieza y secado, el arroz seco se almacena en silos de acero inoxidable, donde es conservado hasta su utilización en el proceso productivo.

Se dispone de 9 silos de almacenamiento ubicados en 3 filas de 3 silos. Cada fila de silos de almacenamiento cuenta con una cinta transportadora de llenado y otra de vaciado. Además, se dispone de un elevador de cangilones para el llenado, y otro elevador de cangilones para el transporte de arroz desde los silos hasta la nave de producción.

3.3. Proceso de Producción

El proceso de producción se realiza en el interior de la nave industrial. La planta cuenta con tres líneas de producción equipadas con la maquinaria necesaria para el tratamiento del arroz.

La secuencia de la línea de producción es la siguiente:

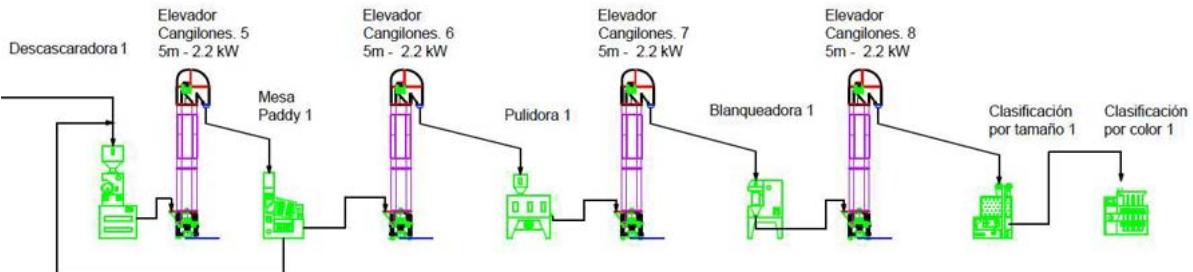


Figura 3 - Diagrama de procesos línea 1 producción

• Descascarado

En esta fase se elimina la cascarilla dura que protege al grano cuando está en la espiga. Así se obtiene el arroz integral, rico en vitaminas del grupo B, minerales y fibra.

El arroz que sale de la descascarado se hace pasar por una “mesas paddy”, para determinar si fue eliminada la cáscara del arroz o no. Aquellos granos que no han sido descascarados son reconducidos para que vuelvan a pasar por la máquina descascaradora. Una vez el grano de arroz está libre de la cáscara pasa a la sección de pulido si va a convertirse en arroz blanco, si por el contrario va a ser arroz integral no pasa por la sección de pulido.

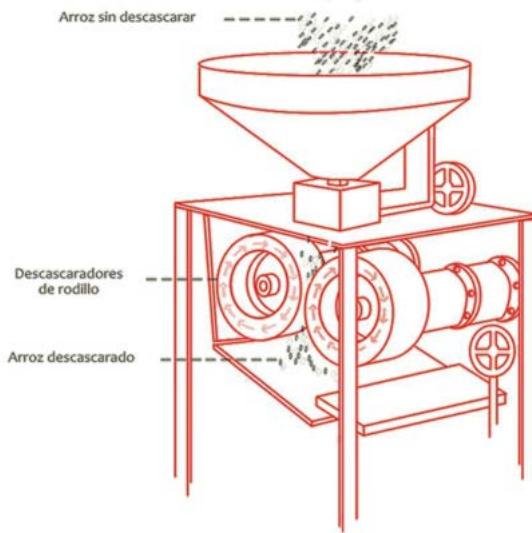


Figura 4 - Descascaradora de arroz

La cascarilla del arroz surge como residuo del proceso. Para su aprovechamiento, se recoge como subproducto para optimizar el proceso de producción. Por tanto, la cascarilla se transporta a la zona de subproducto donde se prensará previamente a ser quemada en la torre de secado.

- **Pulido (Blanqueo)**

Esta fase solo se realiza para el arroz blanco, ya que el arroz integral no se pule. El objetivo de esta fase es eliminar el germen totalmente. Una de las ventajas que se obtiene es que se evita que el arroz se enrancie mientras esté almacenado, pero por el contrario, se reduce notablemente su calidad nutritiva.

- **Clasificado**

Se realiza una criba al arroz blanco, mediante una máquina rotatoria para detectar los granos partidos y defectuosos para que sean separados. Estos granos defectuosos tendrán salida como subproducto, para alimentación de ganado, por ejemplo.



Figura 5 - Arroz entero y partido

El arroz blanco, pulido y entero se clasifica según su tamaño y color para estandarizar el producto final. Para ello se utilizan máquinas con tecnología de sensores ópticos para realizar la clasificación.

3.4. Proceso de envasado

Por último, antes de ser empaquetado y con el fin de evitar que algún metal llegue a ser introducido en un paquete, se realiza un último proceso de detección de metales. Para ello se emplea un detector de metales que emplea tecnología de sensores para la detección.

El diagrama de procesos del envasado es el siguiente:

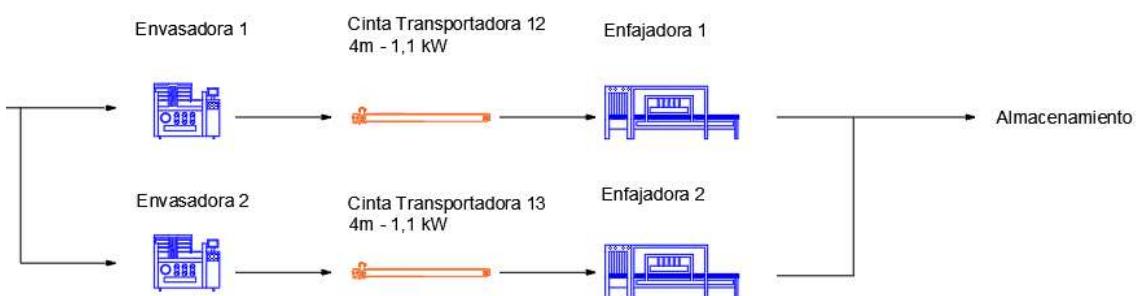


Figura 6 - Diagrama de procesos líneas de envasado

La planta dispone de dos líneas de envasado para cubrir toda la capacidad de producción. Cada línea de envasado está compuesta por una envasadora y una enfajadora, disponiendo de paquetes de diferentes capacidades según la gama de producto.

3.5. Proceso del subproducto

El arroz como materia prima contiene una cascarilla que lo envuelve, la cual se separa del arroz en la etapa de producción de descascarado. Esta cascarilla es un residuo del proceso, el cual puede utilizarse para conseguir subproducto y optimizar el proceso.

Existen diferentes opciones de aprovechamiento de la cascarilla como subproducto, entre ellas, la venta para pienso animal, harina de arroz, fabricación de pellets, etc.

En la planta, la cascarilla se recogerá y se utilizará como combustible en la torre de secado, optimizando el proceso.

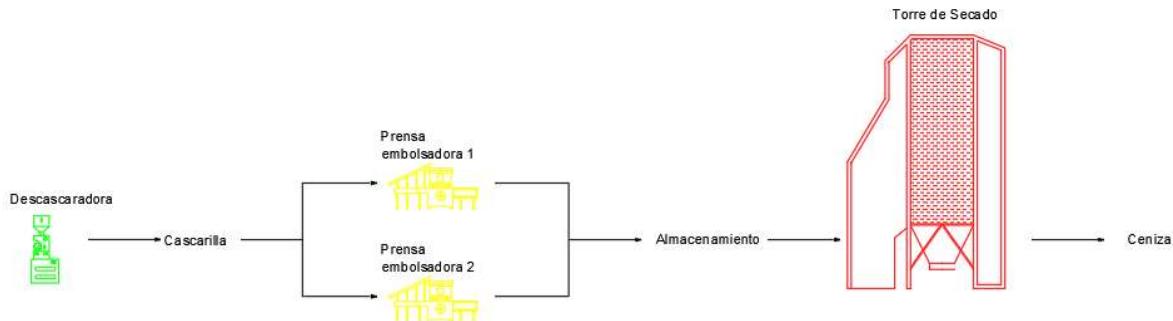


Figura 7 - Diagrama procesos subproducto

La cascarilla de arroz se recoge desde la descascaradora y se transporta hasta la zona de subproducto donde se compacta y empaca para poder ser almacenada y transportada con facilidad.

La cascarilla se transporta a la torre de secado para su combustión en la medida necesaria dependiendo del flujo de producción de la planta. Una vez quemada, la ceniza producida en la combustión se recoge y almacena para posteriormente ser vendida para la fabricación de cemento, obteniendo así una optimización del proceso.

3.6. Listado de equipos del proceso productivo

Cada etapa del proceso productivo dispone de la maquinaria y equipos necesarios. El número de equipos o líneas de producción se definen en función de la capacidad de producción que requiere la planta.

En el proceso de recepción de la materia prima procedente de los campos de cultivo se disponen de los siguientes equipos:

LISTADO DE MÁQUINAS			
MÁQUINA	MARCA	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	
		CAPACIDAD T/h	POTENCIA (kW)
RECEPCIÓN MATERIA PRIMA - ARROZ			
BÁSCULA-PUENTE MODELO RV-2000	ROBER-VAS - RV-2000		
TOLVA RECEPCIÓN			
REDLER 1	AGROMAY T45	60	2.2
LIMPIEZA 1	ZACCARIA PLZ-7	7.2	8.5
REDLER 2	AGROMAY T45	60	2.2
LIMPIEZA 2	ZACCARIA PLZ-7	7.2	8.5
REDLER 3	AGROMAY T45	60	2.2
LIMPIEZA 3	ZACCARIA PLZ-7	7.2	8.5
CINTA TRANSPORTADORA 1	AGROMAY	50	5.5
ELEVADOR DE CANGILONES 1	AGROMAY T53	50	7.5
SILO CONTROL FLUJO			
CINTA TRANSPORTADORA 2	AGROMAY	50	5.5
ELEVADOR DE CANGILONES 2	AGROMAY T53	50	7.5
SECADO	KRONOS 6000 K	25	80
CINTA TRANSPORTADORA 3	AGROMAY	50	2.2
ELEVADOR DE CANGILONES 3	AGROMAY T53	50	11
CINTA TRANSPORTADORA 4	AGROMAY	50	7.5
CINTA TRANSPORTADORA 5	AGROMAY	50	7.5
CINTA TRANSPORTADORA 6	AGROMAY	50	7.5

Tabla 2 - Listado de máquinas recepción materia prima

Tras la recepción, limpieza y secado, la materia prima se almacena en 9 silos, desde donde se transporta el arroz hasta la zona de producción en la nave para el tratamiento del mismo. El listado de equipos de esta fase es el siguiente:

LISTADO DE MÁQUINAS			
MÁQUINA	MARCA	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	
		CAPACIDAD T/h	POTENCIA (kW)
ALMACENAMIENTO			
SILOS			
CINTA TRANSPORTADORA 7	AGROMAY	50	7.5
CINTA TRANSPORTADORA 8	AGROMAY	50	7.5
CINTA TRANSPORTADORA 9	AGROMAY	50	7.5
ELEVADOR DE CANGILONES 4	AGROMAY T53	50	11

Tabla 3 - Listado máquinas almacenamiento

La planta cuenta con tres líneas de producción para satisfacer la demanda de producción necesaria, con capacidad suficiente para posibles aumentos de producción. El listado de equipos es el siguiente:

LISTADO DE MÁQUINAS			
MÁQUINA	MARCA	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	
		CAPACIDAD T/h	POTENCIA (kW)
LÍNEA DE PRODUCCIÓN 1			
CINTA TRANSPORTADORA 10	AGROMAY	50	7.5
DESCASCARADORA 1	ZACCARIA DAZ 7000	6.4	13
ELEVADOR DE CANGILONES 5	AGROMAY T53	25	2.2
MESAS PADDY - SEPARADO 1	ZACCARIA SMAZ-3	6.4	3
ELEVADOR DE CANGILONES 6	AGROMAY T53	25	2.2
PULIDORA 1	ZACCARIA BHZ-3	7	78.5
ELEVADOR DE CANGILONES 7	AGROMAY T53	25	2.2
BLANQUEADORA 1	BUHLER TOPWHITE	7	55
ELEVADOR DE CANGILONES 8	AGROMAY T53	25	2.2
CLASIFICADORA POR TAMAÑO 1	ZACCARIA CPRZI-4M	7	2.2
CLASIFICADORA POR COLOR 1	SATAKE EVO 4	7	4.6
LÍNEA DE PRODUCCIÓN 2			
DESCASCARADORA 2	ZACCARIA DAZ 7000	6.4	13
ELEVADOR DE CANGILONES 9	AGROMAY T53	25	2.2
MESAS PADDY - SEPARADO 2	ZACCARIA SMAZ-3	6.4	3
ELEVADOR DE CANGILONES 10	AGROMAY T53	25	2.2
PULIDORA 2	ZACCARIA BHZ-3	7	78.5
ELEVADOR DE CANGILONES 11	AGROMAY T53	25	2.2
BLANQUEADORA 2	BUHLER TOPWHITE	7	55
ELEVADOR DE CANGILONES 12	AGROMAY T53	25	2.2
CLASIFICADORA POR TAMAÑO 2	ZACCARIA CPRZI-4M	7	2.2
CLASIFICADORA POR COLOR 2	SATAKE EVO 4	7	4.6
LÍNEA DE PRODUCCIÓN 3			
DESCASCARADORA 3	ZACCARIA DAZ 7000	6.4	13
ELEVADOR DE CANGILONES 13	AGROMAY T53	25	2.2
MESAS PADDY - SEPARADO 3	ZACCARIA SMAZ-3	6.4	3
ELEVADOR DE CANGILONES 14	AGROMAY T53	25	2.2
PULIDORA 3	ZACCARIA BHZ-3	7	78.5
ELEVADOR DE CANGILONES 15	AGROMAY T53	25	2.2
BLANQUEADORA 3	BUHLER TOPWHITE	7	55
ELEVADOR DE CANGILONES 16	AGROMAY T53	25	2.2
CLASIFICADORA POR TAMAÑO 3	ZACCARIA CPRZI-4M	7	2.2
CLASIFICADORA POR COLOR 3	SATAKE EVO 4	7	4.6
CINTA TRANSPORTADORA 11	AGROMAY	50	7.5
ELEVADOR DE CANGILONES 17	AGROMAY T53	25	2.2

Tabla 4 - Listado máquinas producción

Para cubrir las necesidades de envasado de productos, se dispone de dos líneas de envasado con maquinaria adecuada para el envasado de los diferentes productos de venta.

LISTADO DE MÁQUINAS			
MÁQUINA	MARCA	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	
		CAPACIDAD T/h	POTENCIA (kW)
LÍNEA DE ENVASADO			
ENVASADORA 1	IRTA GROUP - VS STB DOY	10	5.5
CINTA TRANSPORTADORA 12	AGROMAY	25	1.1
ENFAJADORA 1	ZORPACK - ZEA/90 + APILADOR	10	24
ENVASADORA 2	IRTA GROUP - VS STB DOY	10	5.5
CINTA TRANSPORTADORA 13	AGROMAY	25	1.1
ENFAJADORA 2	ZORPACK - ZEA/90 + APILADOR	10	24

Tabla 5 - Listado máquinas envasado

Por último, para la mejora de la eficiencia del proceso productivo, se implementa un proceso de subproducto con la cascarilla desecharada durante el descascarado. Los equipos necesarios son:

LISTADO DE MÁQUINAS			
MÁQUINA	MARCA	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	
		CAPACIDAD T/h	POTENCIA (kW)
LÍNEA SUBPRODUCTO			
PRENSA EMBOLSADORA HORIZONTAL CON BALANZA 1	ENERPAT - HBA-B180	2.8	37
PRENSA EMBOLSADORA HORIZONTAL CON BALANZA 2	ENERPAT - HBA-B180	2.8	37

Tabla 6 - Listado máquinas línea subproducto

4. LAY OUT DE LA PLANTA.

El lay-out de una planta industrial consiste en la distribución y organización de todos los elementos partícipes en el proceso productivo, cuyo objetivo es obtener la disposición más óptima para desarrollar el proceso productivo.

En el lay-out se deben considerar las superficies necesarias para desarrollar los flujos de personas, materiales, máquinas y vehículos necesarios para cada proceso optimizando el espacio, tiempo y recursos.

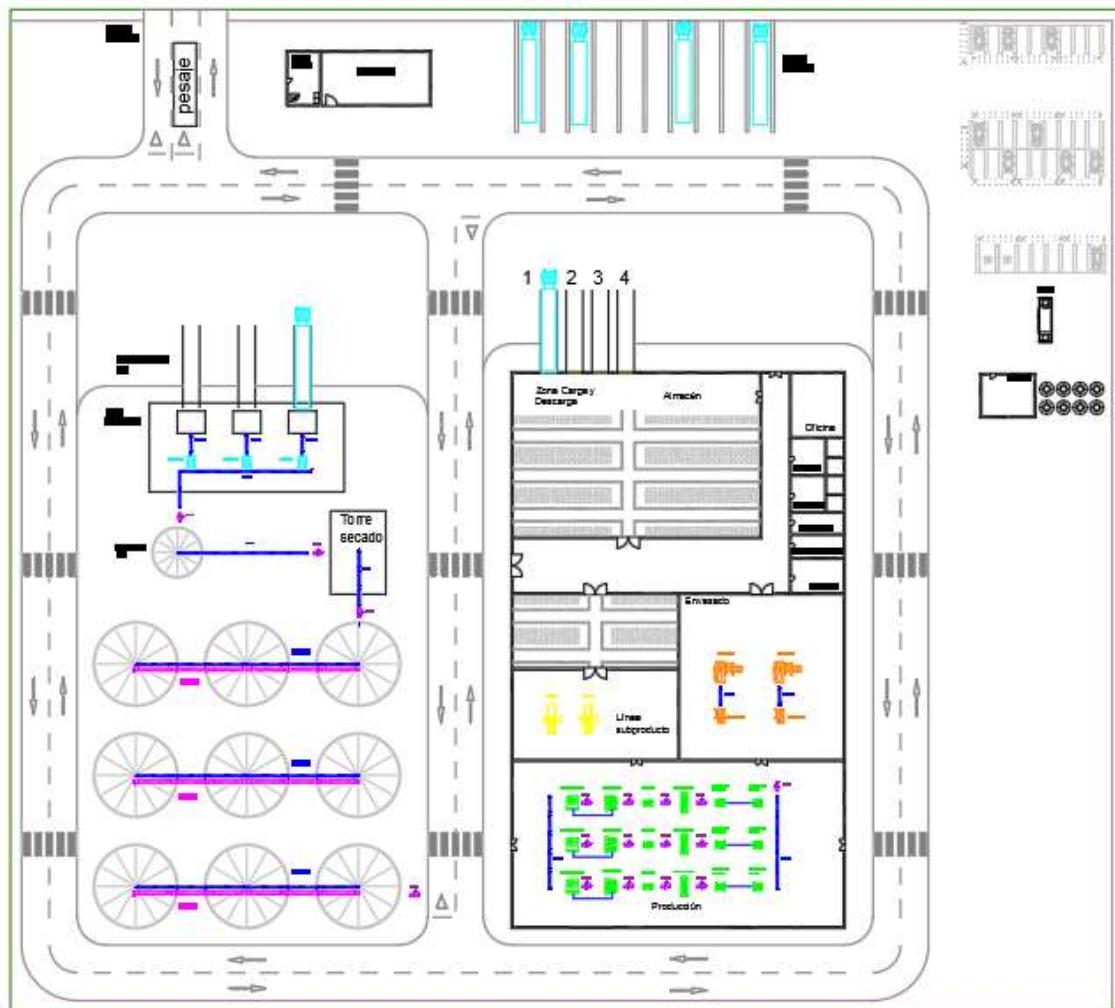


Figura 8 - Lay out de la planta industrial

La planta industrial dispone de una superficie total de 35.000 m² para desarrollar la actividad industrial, donde se ubican todas las instalaciones necesarias como la recepción de la materia prima, una zona de almacenamiento y una nave para la producción industrial. Además, contará con zonas de aparcamiento y carriles de circulación de vehículos y personas.

Las superficies de las principales zonas de la planta industrial son los siguientes:

ZONAS PLANTA INDUSTRIAL	
ZONA	SUPERFICIE (m ²)
CONTROL DE ACCESOS	25
LABORATORIO	200
ZONA RECEPCIÓN MATERIA PRIMA	560
ZONA ALMACENAMIENTO SILOS	3025
ZONA PARKING CAMIONES	720
ZONA PARKING VEHÍCULOS	1200
NAVE INDUSTRIAL	6000

Tabla 7 - Zonas de la planta industrial.

4.1. Recepción de materia prima

A la entrada de las instalaciones se ubica la caseta para el control de acceso. Desde el acceso, se dispone de carriles de circulación que permite el flujo de camiones.

Antes de aceptar la recepción de la materia prima, se lleva a cabo un muestreo y una prueba de calidad para determinar si la materia prima es aceptada. Para ello, se dispone de una báscula puente de 16 metros para pesar a los camiones, y un edificio de 200 m² destinado a laboratorio, donde se llevan a cabo todas las pruebas necesarias para determinar la calidad de la materia prima.

Una vez se acepte la materia prima, se debe realizar un proceso de limpieza y secado previo a ser almacenado. Por tanto, próximo al laboratorio se ubican las instalaciones de recepción y pre-limpieza del arroz. En esta actividad se dispone de 3 tolvas de recepción con sus respectivas máquinas de pre-limpieza. Para protegerlos de las condiciones ambientales, se dispone de una zona techada de 560 m².

Por último, anexo a la recepción, se ubica el silo de control de flujo y la torre de secado de arroz para minimizar la distancia de flujo de material. Para la ceniza, se dispone de un espacio reservado para almacenarla hasta que se proceda a su venta.

4.2. Almacenamiento de materia prima

Tras la recepción de la materia prima y realizar la etapa de limpieza y secado, el arroz es transportado por cintas y elevadores de cangilones para ser almacenado en silos. Para ello, la planta dispone de una superficie de 3.025 m² donde se ubican 9 silos metálicos de 15 m de diámetro y 30 m de alto.

Para facilitar el flujo de materia prima, y optimizar tiempos y recursos, se ubican a continuación de la zona de recepción, limpieza y secado de arroz, y cercana a la zona de producción donde será procesado para obtener el producto final.

Con esta ubicación, se consigue que las primeras etapas y actividades se encuentren en línea, lo que optimiza el espacio y tiempo de producción.

4.3. Nave industrial

La planta industrial dispone de una nave industrial de 6.000 m² donde llevar a cabo las actividades de producción de arroz y las actividades de la línea de producción de subproducto. Además la nave cuenta con una zona diseñada para almacenaje y una zona de oficinas.

Las superficies de las principales zonas de la planta industrial son los siguientes:

SUPERFICIES NAVE INDUSTRIAL	
ZONA	SUPERFICIE (m ²)
LÍNEA PRODUCCIÓN	1764.18
LÍNEA SUBPRODUCTO	478.17
LÍNEA ENVASADO	873.18
ALMACÉN	1305.36
ALMACÉN SUBPRODUCTO	395.01
TALLER MANTENIMIENTO	56.4
SALA COMPRESORES	37.6
SALA CUADRO ELÉCTRICO	34.78
VESTUARIO FEMENINO	58.75
VESTUARIO MASCULINO	58.75
OFICINAS	240

Tabla 8 - Superficies de la nave industrial.

El lay-out de la nave industrial se organiza en función del grado de asociación de las diferentes zonas que componen la nave industrial. El criterio de asociación entre zonas es el siguiente:

TIPO	RELACIÓN DE ASOCIACIÓN
A	ABSOLUTAMENTE NECESARIA
E	ESPECIALMENTE IMPORTANTE
I	IMPORTANTE
O	ORDINARIA
U	SIN IMPORTANCIA
X	NO DESEABLE

Tabla 9 - Criterios grados de asociación

La tabla de relaciones de la nave industrial es la siguiente:

ZONA	PROD	ENVASADO	SUBPROD	ALMACÉN	ALMACÉN SUBPROD	TALLER MTTO	SALA COMP.	SALA CUADRO ELÉCTRICO	VESTUARIO	OFICINAS
PRODUCCIÓN		A	E	U	U	O	O	O	U	X
ENVASADO	A		O	I	U	O	U	U	U	X
SUBPRODUCTO	E	O		I	A	O	U	U	U	X
ALMACÉN	U	I	I		I	U	U	U	U	U
ALMACÉN SUBPRODUCTO	U	U	A	I		U	U	U	U	U
TALLER MANTENIMIENTO	O	O	O	U	U		O	O	U	X
SALA COMPRESORES	O	U	U	U	U	O		O	U	X
SALA CUADRO ELÉCTRICO	O	U	U	U	U	O	O		U	O
VESTUARIOS	U	U	U	U	U	U	U	U		U
OFICINAS	X	X	X	U	U	X	X	O	U	

Tabla 10 - Asociación entre zonas de la nave industrial

La zona de producción debe estar situada anexa a la zona de envasado para facilitar el flujo de actividades del proceso productivo de la planta. La zona de subproducto también debe estar próxima a la zona de producción, donde se produce el subproducto, minimizando la distancia y tiempo de flujo de cascarilla de arroz por el edificio. El almacén de subproducto se ubicará a continuación de la zona de producción de subproducto.

El almacén de producto terminado se ubicará en la zona de la nave con el acceso más próximo a los carriles de circulación de camiones que dispone la planta, facilitando el flujo de los camiones y las actividades de carga y descarga. Por último, las oficinas se ubican alejadas de la zona de trabajo, taller de mantenimiento y sala de compresores para minimizar el ruido y vibraciones.

El lay-out diseñado de la nave industrial se muestra a continuación:

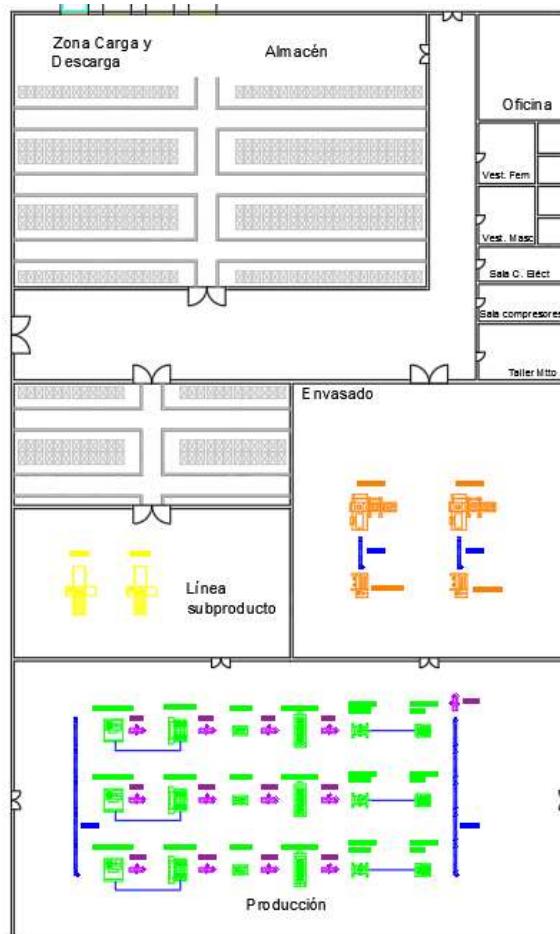


Figura 9 - Lay out de la nave industrial.

A continuación, se desarrollan las zonas principales de la nave de producción.

4.3.1. Lay-out zona de producción

La zona de producción principal cuenta con una superficie de 1.800 m² donde se ubican todas las máquinas y elementos necesarios para llevar a cabo el proceso de tratamiento del arroz. Está compuesta por 3 líneas de producción, encargadas de producir la capacidad total de producción de la planta.

Cada línea de producción está compuesta de 6 máquinas, conectadas por cintas transportadoras y tuberías, de manera que transportan la materia prima a lo largo del proceso.

Para optimizar la zona, se tienen en cuenta las dimensiones y espacio requerido por cada máquina del proceso, ubicándolas en línea para minimizar las distancias y tiempo de flujo de material de un proceso a otro.

Por otro lado, la zona de producción dispone de carriles de circulación de personas entre las diferentes líneas de 2 m de ancho a lo largo de toda la línea para que los trabajadores puedan circular con seguridad.

La zona de producción tiene acceso/salida al exterior, y está comunicada a la zona de subproducto y a la zona de envasado.

4.3.2. Lay-out zona de envasado

La zona de envasado cuenta con una superficie de 873 m² ubicada a continuación y anexa a la zona de producción, facilitando el flujo de producto y optimizando el lay-out de la nave.

Se dispone de dos líneas de envasado con las máquinas y herramientas necesarias para llevar a cabo el proceso. Además, las máquinas se colocan en línea siguiendo el orden de actuación en el proceso, consiguiendo una mejora del tiempo de envasado.

Por otro lado, la zona de envasado cuenta con una zona de almacenamiento previo de los pallets de producto terminado hasta que son transportados y almacenados adecuadamente en el almacén de producto terminado. Por tanto, la zona de envasado dispone de acceso al pasillo central que comunica con dicho almacén de producto terminado.

4.3.3. Lay-out zona subproducto

Durante el descascarado en la fase de producción de arroz, se obtiene cascarilla de arroz como desecho de la materia prima. Para optimizar el rendimiento del proceso, esta cascarilla como subproducto se utilizará como carburante en la torre de secado para minimizar el gasto de energía.

Para poder almacenar y posteriormente transportar la cascarilla de arroz, se dispone de una prensa embolsadora la cual compacta el subproducto y lo embolsa en pacas de 40 kg y dimensiones 750 x 430 x 330 mm.

Una vez se disponga de la cascarilla en pacas, se paletiza y se almacena para su posterior traslado a la torre de secado. Se dispone de 395 m² de almacenamiento de cascarilla de arroz en palets europeos.

El almacén de subproducto cuenta con carriles de circulación para carretillas elevadoras considerando las distancias mínimas de seguridad dispuestas de la *NTP 214: carretillas elevadora para carril de sólo una máquina (ancho de la máquina + 1 metro)*.

Además dispone de acceso al pasillo central y un acceso al exterior, cercano a la torre de secado.

4.3.4. Lay-out almacén producto terminado

La nave dispone de un almacén de 1.305 m² de superficie para el almacenamiento de materiales y los productos terminados. Cuenta con zonas diferenciadas como la zona de carga y descarga, la zona de preparación de pedidos y la zona de almacenamiento.

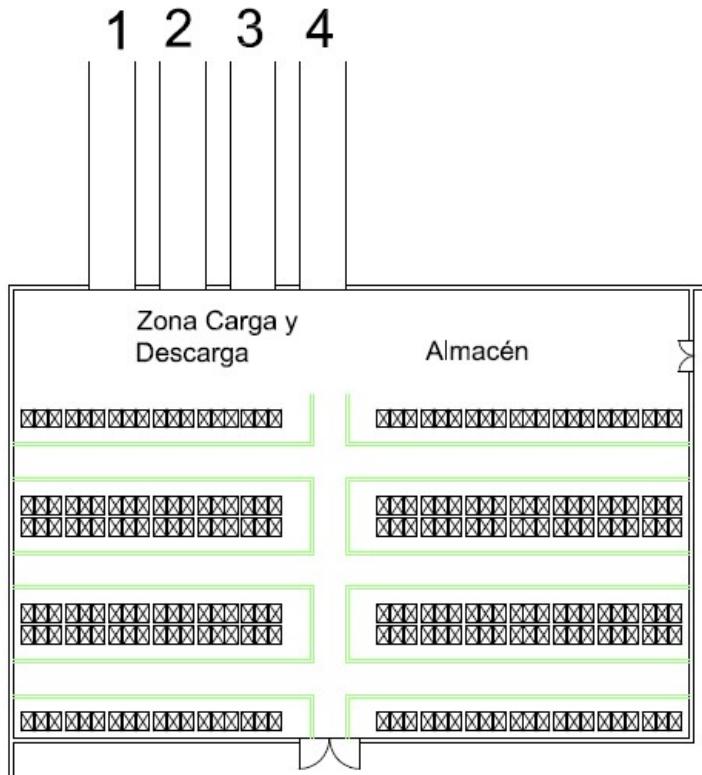


Figura 10 - Lay out almacén producto terminado.

El estudio del lay-out del almacén se plantea en una distribución de flujo en U. Con este tipo de distribución de almacén, se consigue una unificación de los muelles obteniendo mayor flexibilidad en las actividades de carga y descarga.

Para que el lay-out sea óptimo, la zona de carga y descarga, debe estar contigua a los muelles y disponer de superficie necesaria para gestionar el volumen de las entradas y salidas de mercancías durante la jornada de trabajo.

Se cuenta con 4 muelles de carga y descarga de 3 metros de ancho por 3,6 metros de alto, separados una distancia óptima entre el eje central de cada puerta de 4,6 metros como se recomienda en *NTP – I.076: Muelles de carga y descarga*.

El almacén dispone de almacenaje en estanterías, de forma que la logística de almacenaje se fija según los siguientes criterios para optimizar los tiempos de trabajo:

- Los productos con mayor índice de transporte se almacenarán en la zona próxima de salida minimizando el tiempo de transporte.
- Los productos pesados y difíciles de transportar se almacenarán en zonas de fácil manejo y movimiento.
- El almacenamiento en altura se utilizará sólo en productos ligeros.

El almacén dispone de carriles de circulación para vehículos y pasillos de circulación de 1 metro para los trabajadores.

4.3.5. Lay-out oficinas

Las oficinas de la planta industrial se encuentran ubicadas en el interior de la nave industrial, disponiendo de dos plantas de 120 m² cada una. Contará con un acceso desde el exterior por la zona de recepción de la planta baja.

Cada planta de oficina se distribuye con los diferentes departamentos, los cuales se han diseñado en función de las necesidades requeridas de personal y actividad.

Se emplea una tabla de relaciones entre actividades para determinar el grado de asociación que tiene cada departamento con el resto, consiguiendo así agrupar los departamentos con mayor afinidad y colaboración, de forma que se faciliten las comunicaciones y se reduzcan los tiempos de trabajo.

El criterio de asociación utilizado es el siguiente:

TIPO	RELACIÓN DE ASOCIACIÓN
A	ABSOLUTAMENTE NECESARIA
E	ESPECIALMENTE IMPORTANTE
I	IMPORTANTE
O	ORDINARIA
U	SIN IMPORTANCIA
X	NO DESEABLE

Tabla 11 - Criterio grado de asociación

Para cada departamento, se define el grado de asociación estimado con cada uno de los departamentos de la planta. Los resultados se muestran a continuación:

DEPARTAMENTO	PROD	ENVASADO	LOGISTICA	COMPRAS	VENTAS	ADMIN
PRODUCCIÓN		E	I	O	O	U
ENVASADO	E		E	O	O	U
LOGISTICA	I	E		I	I	U
COMPRAS	O	O	I		I	O
VENTAS	O	O	I	I		O
ADMINISTRACIÓN	U	U	U	O	O	

Tabla 12 - Tabla asociación departamentos

Un grupo de afinidad está compuesto por los departamentos de producción, envasado y logística. Por su implicación con la actividad industrial, se plantea ubicar estos departamentos en la planta baja de las oficinas, facilitando el acceso y las comunicaciones con el personal y las instalaciones de fábrica.

Por otro lado, se agrupan los departamentos de compras y ventas por su grado de relación. Estos junto al departamento de administración, se ubican en la planta superior de la oficina, junto al despacho de dirección y la sala de reuniones.

A continuación, se muestra el lay out de la planta baja de oficinas:

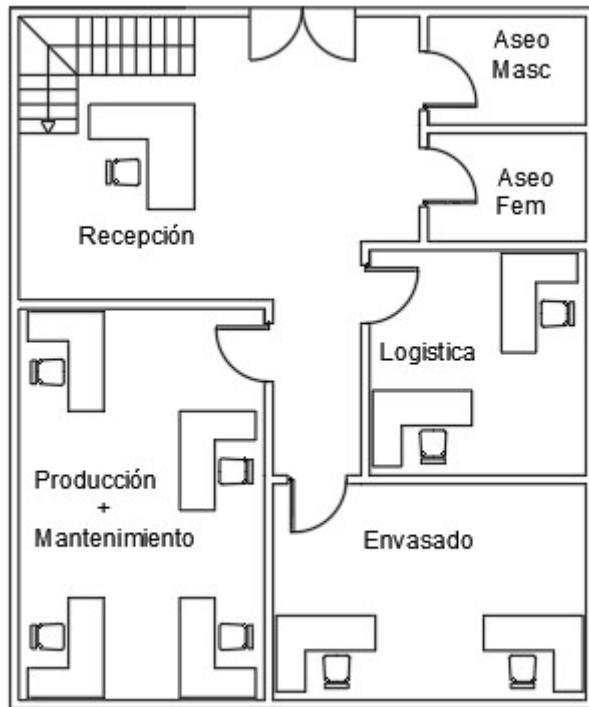


Figura 11 - Lay-out oficina planta baja

Las superficies de cada departamento de la planta baja son:

OFICINA - PLANTA BAJA	
ZONA	SUPERFICIE (m ²)
DPTO PRODUCCIÓN Y MANTENIMIENTO	31.5
DPTO ENVASADO	22
DPTO LOGÍSTICA	16
RECEPCIÓN	9
ASEO MASCULINO	6
ASEO FEMENINO	6

Tabla 13 - Superficie oficina planta baja.

El lay out de la planta baja de oficinas es el siguiente:

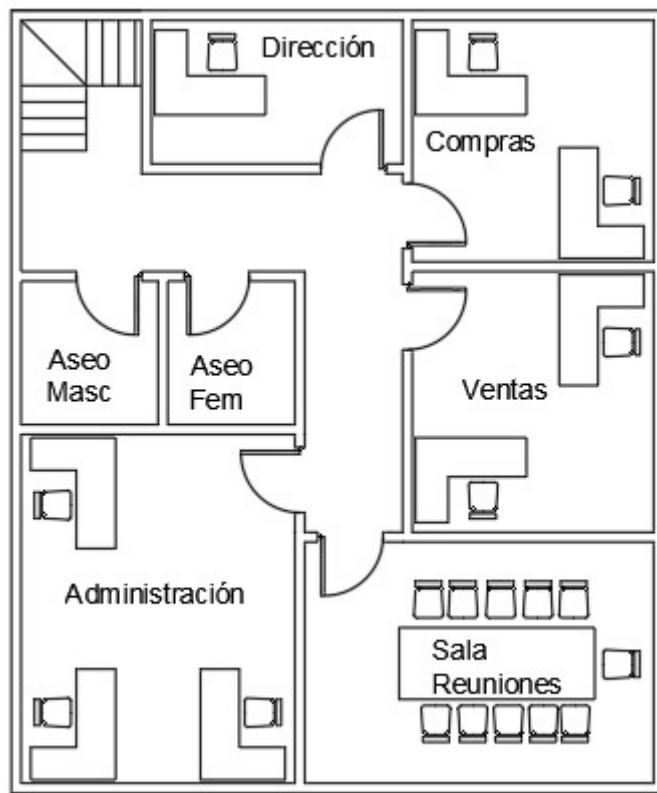


Figura 12 - Lay-out oficina primera planta

Y las superficies de cada departamento de la planta baja son:

OFICINA - PLANTA ALTA	
ZONA	SUPERFICIE (m ²)
DPTO ADMINISTRACIÓN	24.75
DPTO COMPRAS	16
DPTO VENTAS	16
SALA REUNIONES	22
DIRECCIÓN GENERAL	10
ASEO MASCULINO	5.6
ASEO FEMENINO	5.6

Tabla 14 - Superficies oficina planta alta.

5. NORMATIVA

En el presente proyecto se han tenido en cuenta las siguientes disposiciones legales:

- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 513/2017, de 22 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios.
- Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales. (BOE 17.12.04)
- Norma UNE 23007-14: Sistemas de detección y alarma de incendios. Planificación, diseño, puesta en servicio, uso y mantenimiento.
- Norma UNE-EN 12845:2016 – Sistemas fijos de lucha contra incendios. Sistemas de rociadores automáticos. Diseño, instalación y mantenimiento.
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
Real Decreto 1890/2008, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior y sus Instrucciones técnicas complementarias EA-01 a EA-07.
- Normas particulares de “Endesa”
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, Instrucciones técnicas complementarias y normas UNE de aplicación.

6. INSTALACIÓN DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

La instalación de protección contra incendios tiene por objeto definir y establecer los requisitos necesarios que deben cumplir las instalaciones industriales para prevenir la aparición, limitar la propagación y extinguir el incendio, minimizando las pérdidas de personas o bienes.

Como se indica en el “*RD 2267/2004, de 3 de diciembre: Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales*” se deberá proteger frente a incendio las zonas de actividades industriales, zonas de almacenamiento industrial y talleres de reparación y estacionamientos de vehículos destinados al servicio de transporte de personas y transporte de mercancía.

Si en un establecimiento industrial coexisten actividades industriales con otras actividades de otro fin, cuya normativa de protección contra incendios es la norma básica de la edificación, se puede considerar zona no industrial si superan los siguientes límites:

- Zona comercial: superficie construida superior a 250 m².
- Zona administrativa: superficie construida superior a 250 m².
- Salas de reuniones: capacidad superior a 100 personas sentadas.

Por tanto, la zona de oficinas no supera el límite, y se considerará una zona de uso industrial, por lo que no será considerada una zona independiente regida por el Código Técnico de la Edificación.

6.1. Clasificación del establecimiento

Teniendo en cuenta las indicaciones y especificaciones descritas en el ANEXO I “*Caracterización de los establecimientos industriales en relación con la seguridad contra incendios*”, los establecimientos industriales se caracterizan por la ubicación en relación con su entorno, y su nivel de riesgo intrínseco.

Según el anexo de dicho reglamento, los establecimientos pueden clasificarse en diferentes tipos dependiendo de su ubicación con el entorno. La nave industrial objeto del presente estudio, se clasifica como **TIPO C**, ocupando totalmente el edificio, y situado a una distancia mayor de 3 metros de cualquier otro establecimiento. Las distancias deben encontrarse libre de elementos susceptibles de propagar un incendio.

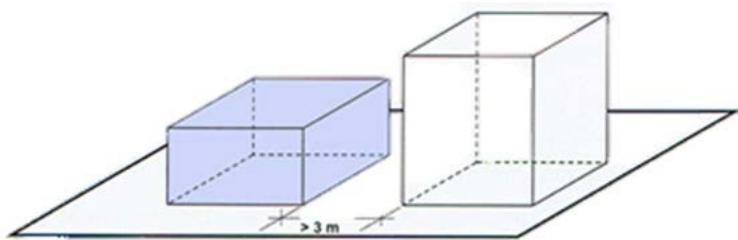


Figura 13 - Establecimiento Tipo C

Conocido el tipo de establecimiento, se estudia el nivel de riesgo intrínseco de cada sector que compone el edificio. Para ello, se debe calcular la densidad de carga de fuego de cada zona atendiendo a las actividades que se desarrollen en cada zona. Para ello, se emplea la tabla de valores de densidad de fuego media y riesgo de activación asociado Ra para cada actividad descrita proporcionada por la norma.

En la nave se consideran 3 sectores de fuego independientes. Uno correspondiente a la zona de producción, envasado y subproducto. Otro sector lo formará el almacén de producto terminado y por último, el tercer sector lo forma la sala compresores, el taller de mantenimiento y las oficinas. Las zonas de pasillo y aseos no se toman en consideración debido a que no aportan carga de fuego.

SECTOR DE INCENDIO	ZONA	SUPERFICIE (m ²)
1	Zona de producción	1764.18
	Zona de envasado	868.77
	Zona de subproducto	476.685
	Almacén subproducto	389.07
2	Almacén producto terminado	1305.36
3	Taller mantenimiento	56.4
	Sala de compresores	37.6
	Sala Cuadro Eléctrico	34.78
	Oficinas	240

Tabla 15 - Sectores de incendio

A partir de la densidad de carga de fuego ponderada y corregida de cada sector, se deduce el nivel de riesgo intrínseco correspondiente:

SECTOR	DENSIDAD DE CARGA DE FUEGO PONDERADA Y CORREGIDA - Q _s (MJ/m ²)	NIVEL DE RIESGO
1	2609.23	MEDIO 5
2	45696.00	ALTO 8
3	662.70	BAJO 2

Tabla 16 - Nivel de Riesgo por sector.

Dependiendo del tipo de establecimiento y el nivel de riesgo intrínseco, la normativa limita la máxima superficie construida admitida. Se comprueba que cada sector de la nave industrial cumple con la normativa:

SECTOR	TIPO ESTABLECIMIENTO	NIVEL DE RIESGO	MÁXIMA SUPERFICIE ADMISIBLE	SUPERFICIE SECTOR	¿CUMPLE NORMATIVA?
1	C	MEDIO 5	3500	3498.705	SI
2	C	ALTO 8	2000	1305.36	SI
3	C	BAJO 2	6000	368.78	SI

Tabla 17 - Superficie máxima admitida por Riesgo

Por normativa, para configuraciones tipo C con distancias a límites de parcela superiores a 10 metros, si disponen de una instalación fija automática de extinción, pueden tener cualquier superficie. El sector 1 cumple ajustadamente por lo que se instalará un sistema de rociadores de agua para aumentar la superficie máxima admisible según normativa.

6.2. Requisitos constructivos del establecimiento

Los requisitos constructivos están establecidos en el *ANEXO II: “REQUISITOS CONSTRUCTIVOS DE LOS ESTABLECIMIENTOS INDUSTRIALES SEGÚN SU CONFIGURACIÓN, UBICACIÓN Y NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO”*.

Los requisitos constructivos corresponden con la protección pasiva, la cual tiene como objetivo prevenir la aparición de un incendio, impidiendo y evitando la propagación. Además, tiene como función facilitar la extinción de dicho incendio, y favorecer la evacuación.

Existen unas exigencias de seguridad que el establecimiento debe cumplir en relación con su seguridad contra incendios:

- Fachadas accesibles: se debe disponer de huecos que permitan el acceso a los servicios de extinción de incendios. Por tanto, no se deben instalar elementos que dificulten o impidan el acceso.
- Condiciones de entorno: deben facilitar la movilidad y el asentamiento de los vehículos de los servicios de extinción.
- Condiciones de aproximación: condiciones mínimas para asegurar que los viales de aproximación hasta las fachadas accesibles y espacios de maniobras permitan la llegada de los servicios de extinción.

6.2.1. Estabilidad y resistencia al fuego de los elementos constructivos

La estabilidad al fuego de un elemento constructivo portante se define por el tiempo en minutos que debe mantener la capacidad portante.

El nivel de estabilidad al fuego de elementos estructurales portantes de cada sector depende del tipo de establecimiento y del nivel de riesgo intrínseco. De la *TABLA 2.2 “ESTABILIDAD AL FUEGO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES PORTANTES”* se definen las exigencias para cada sector:

SECTOR	TIPO ESTABLECIMIENTO	NIVEL DE RIESGO	ESTABILIDAD AL FUEGO
1	C	MEDIO 5	R 60
2	C	ALTO 8	R 90
3	C	BAJO 2	R 30

Tabla 18 - Estabilidad al fuego por sector.

Por otro lado, la resistencia al fuego de un elemento constructivo de cerramiento o delimitador se define por el tiempo que el elemento debe mantener la capacidad portante R, la integridad al paso de llamas o gases calientes y el aislamiento térmico.

La resistencia al fuego de los elementos constructivos delimitadores de un sector de incendio no será inferior a la estabilidad al fuego exigida para los elementos constructivos portantes de dicho sector de incendio. Además, las puertas de paso entre dos sectores de incendio requieren al menos la mitad de la exigida al elemento separador de ambos sectores.

6.2.2. Evacuación del establecimiento industrial

Todo establecimiento industrial debe disponer de recorridos de evacuación en caso de incendio, entendiéndose por el recorrido desde un origen de evacuación hasta una salida. Se consideran recorridos de evacuación aquellos exceptos de elementos que dificulten el paso como escaleras mecánicas o tornos.

Los recorridos de evacuación hasta la salida no deben exceder de 50 m. En los sectores clasificados como Riesgo Alto, deberán contar con dos salidas alternativas. Los sectores de Riesgo Medio, dispondrán de dos salidas cuando se supere los 50 empleados.

Las puertas de salida serán abatibles de eje vertical con sistema de fácil y rápida apertura en sentido de la evacuación, sin necesidad de llave.

Los pasillos y escaleras deben cumplir los requisitos de seguridad dispuestos en el Documento Básico del CTE “Seguridad de utilización”, por lo que la anchura de los pasillos no será inferior a 0,80 m.

La evacuación deberá estar señalizada e iluminada, visible desde todo origen de evacuación indicando la dirección de los recorridos sin inducir a error en caso de alternativas, aclarando el recorrido correcto. Para ello, se emplean diferentes señales:

- Salida: Rótulo para las salidas del establecimiento.
- Salida de emergencia: Rótulo para las salidas previstas de uso exclusivo en caso de emergencia.

- **No salida:** Rótulo junto a puertas que no sean de salida e induzcan en confusión durante la evacuación.

Las señales deberán ser visibles incluso si el alumbrado general falla.

6.2.3. Ventilación y eliminación de humos

En función del establecimiento industrial, del nivel de riesgo intrínseco y la superficie ocupada de cada sector de incendios, se debe disponer de ventilación para la eliminación de humos y gases.

Siempre que la ubicación del sector de incendios lo permita, la ventilación será natural en vez de forzada. Por tanto, se instalarán huecos repartidos uniformemente en la cubierta o en las zonas altas de fachada, siendo practicables manual o automáticamente. Además, se debe disponer de entradas de aire en la parte baja del sector.

6.3. Requisitos de las instalaciones de Protección Contra Incendios

Los requisitos de la Protección activa contra incendios se definen en el ANEXO III “REQUISITOS DE LAS INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS DE LOS ESTABLECIMIENTOS INDUSTRIALES”.

Los objetivos de la protección activa son detectar, controlar y extinguir el incendio.

6.3.1. Sistemas automáticos de detección de incendio

Los sistemas automáticos son aquellos cuya función es detectar el incendio y emitir señales de alarma para poder llevar a cabo las medidas necesarias para prevenir, controlar y extinguir el incendio.

Se deberán instalar sistemas automáticos de detección dependiendo del tipo de establecimiento, del nivel de riesgo intrínseco y la superficie de cada sector,

En establecimientos tipo C, los requisitos para los sectores con actividades de producción son:

- Nivel de riesgo MEDIO y superficie construida superior a 3.000 m².
- Nivel de riesgo ALTO y superficie construida superior a 2.000 m².

Los requisitos para la instalación en sectores con actividades de almacenamiento son:

- Nivel de riesgo MEDIO y superficie construida superior a 1.500 m².
- Nivel de riesgo ALTO y superficie construida superior a 800 m².

Para los sectores de la nave industrial, comprobamos que en el sector 1 de producción y en el sector 2 de almacenamiento, es obligatorio la instalación de sistemas automáticos de detección de incendios.

SISTEMAS AUTOMÁTICOS DE DETECCIÓN DE INCENDIOS					
SECTOR	TIPO ACTIVIDAD	NIVEL DE RIESGO	SUPERFICIE CONSTRUIDA (m ²)	SUPERFICIE NORMATIVA	INSTALACIÓN
1	PRODUCCIÓN	MEDIO 5	3498.705	3000	OBLIGATORIO
2	ALMACENAMIENTO	ALTO 8	1305.36	800	OBLIGATORIO
3	PRODUCCIÓN	BAJO 2	368.78	-	NO

Tabla 19 - Instalación sistemas de detección

En el sector 3, a pesar de que no es obligatoria la instalación de sistemas de detección de incendios, se instalarán para proteger la zona en caso de que se produzca un incendio.

6.3.2. Sistemas manuales de alarma de incendio

Los sistemas manuales de alarma están formados por pulsadores que transmiten una señal a la central de incendio, identificando la zona donde ha sido activado.

Se instalarán pulsadores manuales de incendio en los sectores como en las áreas de incendio donde existan pilares o paredes que permitan su instalación.

Se instalarán en actividades de producción si su superficie total construida es igual o superior a 1.000 m². En actividades de almacenamiento, se instalarán si la superficie construida es igual o mayor a 800 m².

SISTEMAS MANUALES DE ALARMA DE INCENDIOS					
SECTOR	TIPO ACTIVIDAD	NIVEL DE RIESGO	SUPERFICIE CONSTRUIDA (m ²)	SUPERFICIE NORMATIVA	INSTALACIÓN
1	PRODUCCIÓN	MEDIO 5	3498.705	1000	OBLIGATORIO
2	ALMACENAMIENTO	ALTO 8	1305.36	800	OBLIGATORIO
3	PRODUCCIÓN	BAJO 2	368.78	-	NO

Tabla 20 - Instalación pulsadores incendio.

Por tanto, será obligatorio instalar pulsadores manuales de alarma en el sector 1 y 2. En el sector 3, al ser de riesgo bajo y tener poca superficie construida, no será obligatorio instalarlos. A pesar de ello, se instalarán para proteger el sector.

Se instalarán pulsadores manuales de incendio junto a cada salida de evacuación del sector de incendio, y la distancia máxima hasta alcanzar un pulsador no debe superar los 25 m. Los pulsadores se instalarán de forma que la parte superior quede entre 80 cm y 120 cm de altura sobre el suelo.

6.3.3. Sistemas de comunicación de alarma

El sistema de comunicación de alarma emite señales visuales y/o acústicas a los ocupantes del establecimiento, integrándose en el sistema automático de detección de incendios del sistema.

Se deberán instalar sistemas de comunicación de alarma en todos los sectores si la superficie construida de todos los sectores del establecimiento es superior a 10.000 m².

El establecimiento, al disponer de una superficie total construida inferior a 10.000 m², no será obligatorio la instalación de dicho sistema.

6.3.4. Sistemas de hidrantes exteriores

Los hidrantes exteriores son sistemas de abastecimiento de agua para uso exclusivo del Cuerpo de Bomberos y personal debidamente formado. Los hidrantes contra incendios, serán de tipo columna o bajo tierra.

Como los sectores de incendio no superan las superficies necesarias por normativa, no será necesario la instalación de hidrantes exteriores en el establecimiento.

6.3.5. Sistemas de bocas de incendio equipadas

Los sistemas de bocas de incendio equipadas están formados por una fuente de abastecimiento de agua, una red de alimentación y los equipos de bocas de incendio equipadas (BIE) necesarios. Pueden estar equipadas con manguera semirrígida o plana. En el caso de BIE con toma adicional de 45 mm con manguera semirrígida para uso de servicios de bomberos, deberá estar equipada con racor, válvula y tapón.

Será de obligatoria instalación en establecimientos tipo C, con nivel de riesgo MEDIO y superficie total construida superior a 1.000 m². Además, será obligatoria su instalación en sectores de riesgo ALTO y superficie total construida superior a 800 m².

SISTEMAS DE BOCAS DE INCENDIO EQUIPADAS					
SECTOR	TIPO ACTIVIDAD	NIVEL DE RIESGO	SUPERFICIE CONSTRUIDA (m ²)	SUPERFICIE NORMATIVA	INSTALACIÓN
1	PRODUCCIÓN	MEDIO 5	3498.705	1000	OBLIGATORIO
2	ALMACENAMIENTO	ALTO 8	1305.36	800	OBLIGATORIO
3	PRODUCCIÓN	BAJO 2	368.78	-	NO

Tabla 21 - Instalación BIE

Por tanto, se instalarán Bocas de Incendio Equipadas (BIE) en el sector 1 y 2 de forma obligatoria. El sector 3 está excepto de obligatoriedad de instalar BIEs.

Teniendo en cuenta el nivel de riesgo intrínseco del establecimiento, para el sector 1 con nivel de riesgo MEDIO, se instalarán BIE de DN 45 mm y con un tiempo de autonomía de 60 min. Para el sector 2, con nivel de riesgo ALTO, se instalarán BIE de DN 45 mm y tiempo de autonomía de 90 minutos.

Las BIE de 45 mm solo deberán ser utilizadas por personal debidamente formado. Además, deberá comprobarse la presión en la punta para que no supere los 5 bar ni disminuya de 2 bar.

Las BIE deberán instalarse de forma que la boquilla, válvula de apertura manual y el sistema de apertura del armario quede como máximo a 1,50 m sobre el nivel del suelo. Por otro lado, deberán ubicarse a una distancia no superior de 5 m de las salidas del sector de incendio, y se distribuirán de manera que la distancia de recorrido real entre BIE no sea superior a 50 m.

6.3.6. Sistemas de rociadores automáticos de agua

Se instalarán sistemas de rociadores automáticos de agua en los sectores de incendio que cumplan los requisitos de la normativa RICIEI para los establecimientos tipo C:

En actividades de producción:

- Nivel de riesgo intrínseco MEDIO y superficie total construida superior a 3.500 m².
- Nivel de riesgo intrínseco ALTO y superficie total construida superior a 2.000 m².

En actividades de almacenamiento:

- Nivel de riesgo intrínseco MEDIO y superficie total construida superior a 2.000 m².
- Nivel de riesgo intrínseco ALTO y superficie total construida superior a 1.000 m².

En el establecimiento, se disponen de los siguientes datos:

SISTEMAS DE ROCIADORES AUTOMÁTICOS DE AGUA					
SECTOR	TIPO ACTIVIDAD	NIVEL DE RIESGO	SUPERFICIE CONSTRUIDA (m ²)	SUPERFICIE NORMATIVA	INSTALACIÓN
1	PRODUCCIÓN	MEDIO 5	3498.705	3500	SI
2	ALMACENAMIENTO	ALTO 8	1305.36	1000	OBLIGATORIO
3	PRODUCCIÓN	BAJO 2	368.78	-	NO

Tabla 22 - Instalación rociadores

El sector 1 y 2 de incendios dispondrá de instalación de rociadores automáticos de agua. El diseño y las condiciones de instalación de los sistemas de rociadores automáticos serán conformes a la norma UNE-EN 12845.

6.3.7. Sistemas de abastecimiento de agua contra incendios

Se deberá instalar un sistema de abastecimiento de agua para dar servicio adecuadamente en caudal, presión y reserva a aquellos sistemas de protección contra incendios que lo requieran. Como en la instalación existen varios sistemas, se considera la simultaneidad mínima de operación para la determinación de las condiciones necesarias del sistema de abastecimiento.

En nuestro sistema, coexisten el sistema de bocas de incendio equipadas BIE y el sistema de rociadores automáticos, por tanto, siguiendo las indicaciones según normativa, se deberá instalar el caudal de agua requerido por los rociadores automáticos (Q_{RA}) y la reserva de agua necesaria para los rociadores (R_{RA}).

6.3.8. Extintores de incendio

En un establecimiento industrial, se deben instalar extintores en todos los sectores de incendio. Dependiendo del nivel de riesgo intrínseco del sector de incendio, los extintores deberán ser de una eficacia mínima por normativa.

En el sector 1, con nivel de riesgo MEDIO, la eficacia mínima del extintor deberá ser 21 A. En el sector 2, con nivel de riesgo ALTO, la eficacia mínima del extintor deberá ser de 34 A, y por último, en el sector 3, con nivel de riesgo BAJO, el extintor deberá tener una eficacia mínima de 21 A.

En las zonas donde se ubiquen aparatos, cuadros y otros elementos bajo tensión eléctrica superior a 24 V, no se permiten agentes extintores conductores de la electricidad. En estos casos, se emplearán extintores de dióxido de carbono de 5 kg o extintores de polvo ABC de 6 kg.

Los extintores deberán ser ubicados de forma que sean visibles y accesibles, distribuidos en recorrido real máximo que no supere los 15 metros desde cualquier origen de evacuación hasta un extintor. Preferentemente, se ubicaran próximos a las salidas de evacuación, y sobre soportes fijados a paramentos verticales de forma que la parte superior del extintor quede entre 80 y 120 cm sobre el suelo.

6.3.9. Sistemas de alumbrado de emergencia

El alumbrado de emergencia se utiliza en caso de fallo en el alumbrado normal. El alumbrado de emergencia puede tener diferentes modos de funcionamiento: alerta, emergencia y reposo.

Se deberá disponer de instalación de alumbrado de emergencia en las vías de evacuación y en las zonas donde estén instalados los equipos centrales de los sistemas de protección contra incendios.

Las instalaciones de alumbrado de emergencia cumplirán con los requerimientos establecidos por el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, en la ITC-BT-28.

El sistema de alumbrado de emergencia deberá ser fijo, provisto de autonomía de servicio de 60 minutos y deberá entrar en funcionamiento a partir de un fallo del 70% de la tensión de servicio.

Deberá proporcionar como mínimo un lux de iluminancia a nivel de suelo en las vías de evacuación, y de 5 lux en el resto de zonas.

6.3.10. Señalización

Se deberá señalizar las salidas de uso habitual como las de emergencia, además de todos los medios de protección contra incendios de utilización manual para que sean fácilmente localizables. Por tanto, se señalizará todos los sectores y áreas de incendio del establecimiento.

Las señales serán acordes a la normativa correspondiente, y cumplirán los requisitos necesarios para que sean fácilmente identificables y visibles. Se dispondrá de un número imprescindible de señales para satisfacer las condiciones sin llegar a un número excesivo de señales, ya que podría inducir en confusión para los ocupantes.

6.4. Definición de los equipos y la instalación de protección contra incendios

El diseño, instalación y uso de los sistemas de detección y alarma de incendio deberán ser de acuerdo con la norma UNE 23007-14.

6.4.1. Equipos e instalación del sistema de detección y alarma de incendios

El sistema de detección y alarma de incendios estará compuesto por los detectores de humo, los pulsadores de alarma y la central de incendio que los controlará. Estarán conectado mediante cable de lazo a la central, que actuará de flujo de comunicación.

Se implementará un sistema de detección analógico. Este sistema dispone de altas capacidades de configuración. La instalación se dispone en lazos de lectura bidireccional donde se ubican intercalados los detectores, pulsadores y sirenas de incendio. Cada elemento dispone de una dirección asignada que reconoce la central y permite ubicar y etiquetar cada elemento con su tipo de elemento y zona donde se encuentra, obteniendo un tiempo de respuesta más óptimo que en otros tipos de sistemas como los convencionales. Por lo tanto, se optimiza el mantenimiento y gestión de averías en el sistema de incendios.

La central analógica permite programar acciones y respuestas frente alarmas, por lo que la central requiere de un software de programación.

6.4.1.1. Detector analógico de humos

Para la detección, se emplearán detectores analógicos ópticos de humo. Éstos se utilizan para detección puntual. En su interior hay un haz de luz que al entrar el humo lo interrumpe la transmisión, lo que provoca que el detector emita la señal de alarma al sistema.

Se instalarán **detectores analógicos de humos Aritech - DP2061N** con salida de piloto remoto, sensor óptico con cámara intercambiable, con fácil direccionamiento numérico, robusto protocolo de comunicaciones y completo autodiagnóstico.



Figura 14 - Detector analógico óptico Aritech DP2061N

En la instalación de detectores analógicos ópticos de humos hay que tener en cuenta los siguientes requerimientos:

- No deben instalarse en corrientes de aire procedentes de instalaciones de aire acondicionado, ventilación o climatización.
- Se distribuirán en mallas de 6x6 metros, teniendo en cuenta que no se instalarán a menos de 0,5 m de cualquier pared, y como máximo la distancia media de separación entre detectores.
- El elemento sensible debe instalarse de manera que quede a menos del 5% de la altura de la cubierta.

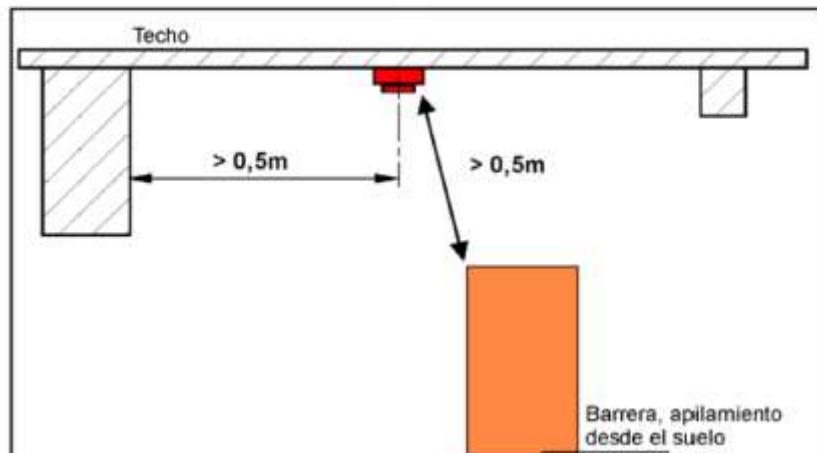


Figura 15 - Distancias normativas detectores de humo

6.4.1.2. Pulsadores manuales de alarma

El sistema de alarma estará compuesto por pulsadores manuales de alarma. Los pulsadores están definidos y programados de manera que cuando son activados en caso de incendio mediante el botón, transmiten una señal de alarma a la central de incendios.

Se instalarán **pulsadores direccionables de alarma rearmables** de marca **UTC DM2010**, con led indicador de alarma, fácil direccionamiento y alimentación por lazo.



Figura 16 - Pulsador direccional de alarma UTC DM2010.

Para el diseño de instalación del sistema manual de alarma se tienen en cuenta las siguientes consideraciones:

- Se instalará un pulsador a una distancia máxima de 5 m junto a cada salida de evacuación.
- Se distribuirán en distancias no superiores a 25 m de recorrido real.
- La parte superior del pulsador deberá quedar instalada a 1 metro sobre el nivel del suelo.

Cada pulsador, deberá estar señalizado con señal fotoluminiscente de PVC con pictograma “PULSADOR” colocando el borde inferior a una altura de 2,4 m del suelo.



Figura 17 - Señal Pulsador de alarma

6.4.1.3. Central de incendios

La central de incendios analógica se encarga del control y gestión del sistema de detección y alarma de incendios instalado.

Se empleará una **central de incendios analógica GE Aritech 2X-F2-09** de 2 lazos ampliable a 4 con hasta 256 zonas.



Figura 18 - Central de incendios analógica Aritech

La central de incendios Aritech cuenta con las siguientes características:

- Autoconfiguración, puerto Ethernet TCP/IP y puertos USB.
- LCD gráfico y Jog Dail con 4 botones para un control simple.
- Fuente de alimentación y baterías, proporcionando hasta 72 horas en reposo y 30 min en alarma.
- Cuenta con un registro de memoria hasta 9999 eventos.

La central de incendios se ubicará accesible en la oficina, quedando la pantalla de la central a 1,6 m de altura del suelo. Se instalará con cable par trenzado 2x1.5 mm² R/N L.H. (estándar) que transcurrirá siempre con la ida y la vuelta por tubos diferentes. La fuente de alimentación se colocará justo encima de la central y de manera accesible.

6.4.2. Equipos e instalación de los extintores de incendio

Los extintores son equipos portátiles para combatir un incendio incipiente, evitando la propagación y que se produzca un incendio mayor. Los extintores contienen diferentes sustancias en su interior dependiendo del tipo de fuego a tratar.

Hay diferentes clases de fuegos:

- Clase A: para fuegos con combustibles sólidos.
- Clase B: para fuegos con combustibles líquidos.
- Clase C: para fuegos con combustibles gaseosos.
- Clase F: para fuegos derivados de aceites y grasas.
- Clase D: para fuegos con combustibles metales.

Por otro lado, los extintores pueden contener diferentes agentes extintores:

- Extintores de agua: eficaces en fuegos de tipo A y B. No deben usarse nunca en presencia de corriente eléctrica.
- Extintores de Espuma: para tipos A y B y sin presencia de electricidad.
- Extintores de Polvo ABC: los más usados y eficaces para clase A, B y C. Además, al ser de polvo evita el riesgo eléctrico.
- Extintores de CO2: al contener un gas no conduce la electricidad. Eficaces frente a fuegos de clase A, B y C, y empleados en lugares con elementos de valor que el resto de agentes extintores producirían más daños que el propio fuego.

En las zonas de oficina y almacenamiento se emplearan extintores de polvo ABC de 6 kg con eficacia 27A-183B. Junto a los cuadros eléctricos se instalarán extintores de polvo ABC de 60 kg apto hasta 50 kV con eficacia 43A-233B.



Figura 19 - Extintor de polvo ABC 6kg

En la zona de máquinas, se emplearán extintores de CO2 de 5 kg con eficacia 89B.



Figura 20 - Extintor CO2 5kg

Los extintores se deberán instalar de manera que la parte superior de los mismos quede a 1 metro sobre el nivel del suelo. Se instalará uno en cada acceso, y el resto se distribuirán en recorrido real no superior a 15 metros en oficinas y en distancia no superior a 10 metros en almacén debido al nivel de riesgo alto.

Todos los extintores deberán estar señalizados mediante una señal fotoluminiscente de PVC con pictograma “EXTINTOR” colocando el borde inferior a una altura de 2,4m.



Figura 21 - Señal Extintor.

6.4.3. Equipos e instalación de las bocas de incendio equipadas

Las bocas de incendio equipadas (BIE) son equipos de protección contra incendios que deben proporcionar las condiciones de presión y caudal necesarias en el tiempo estipulado para proteger la zona en caso de incendio.

Las BIE son un conjunto de elementos formado por: devanadera, manguera, válvula, lanza y armario.



Figura 22 – Boca de Incendio Equipada

Las BIE deberán instalarse de forma que la boquilla, válvula de apertura manual y el sistema de apertura del armario quede como máximo a 1,50 m sobre el nivel del suelo. Por otro lado, deberán ubicarse a una distancia no superior de 5 m de las salidas del sector de incendio, y se distribuirán de manera que la distancia de recorrido real entre BIE no sea superior a 50 m.

Se instalarán BIE de 45 en el sector 1 y 2 de la nave industrial cumpliendo con las obligaciones por normativa. En las oficinas, no es obligatorio la instalación, pero se instalarán BIE de 25 junto a los accesos por prevención.

Cada BIE deberá estar señalizada con una señal fotoluminiscente de PVC con pictograma “BOCA DE INCENDIO” quedando el borde inferior a una altura de 2,4 metros de altura.



Figura 23 - Señal Boca de Incendio

6.4.4. Equipos e instalación del sistema de rociadores automáticos

Una instalación de rociadores está compuesta por un puesto de control principal y una red de tuberías dotadas de rociadores. Las cabezas de rociadores se instalan en la cubierta o techo y funcionan a temperaturas determinadas. Una vez que alcanzan la temperatura, descargan agua sobre la parte inferior afectada. El flujo de agua por la válvula de alarma emite una señal de alarma de incendios.

Los criterios y requisitos de la instalación contra incendios vienen definidos por la norma UNE-EN 12845.

La instalación del sector 1 se clasifica como Riesgo Ordinario 3 (**RO3**), y los criterios de diseño de la red de rociadores son los siguientes:

- Densidad de diseño: **5 mm/min**
- Área de operación: **216 m²**
- Duración mínima: **60 min**
- K=**80**

La instalación del sector 2 se clasifica como Riesgo Extra Almacenamiento (**REA**) de **categoría II**, y el almacenamiento tiene una configuración ST4: estantería paletizada, por tanto los criterios de diseño de la red de rociadores del sector 2 son los siguientes:

- Altura máxima de almacenamiento: **5,6 m**
- Densidad de diseño: **15 mm/min**
- Área de operación: **260 m²**
- Duración mínima: **90 min**
- K=**115**

6.4.4.1. Rociadores

Los rociadores o sprinklers son los elementos difusores del agua sobre la zona bajo incendio. Poseen una ampolla con líquido termosensible. En caso de incendio, el líquido se dilata y produce la rotura de la ampolla, liberando el cierre y permitiendo que circule el agua a través de él. El agua choca contra el deflector logrando una pulverización homogénea del agua sobre la zona de incendio.

Los rociadores pueden ser montantes o colgantes, y hay diferentes ampollas según temperatura de funcionamiento.

Los rociadores elegidos tienen las siguientes características:

- Marca: **Viking**
- Tipo: **Montante**
- Temperatura: **68°C**
- Factor K: **80/115**



Figura 24 - Sprinkler montante Viking

6.4.4.2. Puesto de control

El puesto de control se instalará a la salida del grupo y estará compuesto por los siguientes equipos principales:

- **Válvula de alarma:** válvula permite el flujo de agua hacia la instalación de rociadores y además impide el flujo contrario.
- **Alarma hidromecánica:** produce una alarma acústica cuando fluye agua hacia la instalación de rociadores.
- **Cámara de retardo:** equipo diseñado para evitar falsas alarmas producidas por fluctuaciones de la presión de acometida.
- **Válvulas de prueba de alarma:** válvulas para probar el correcto funcionamiento de la alarma hidráulica y el presostato eléctrico.
- **Manómetros:** se instalan aguas arriba y aguas abajo del puesto de control para medir la presión en cada punto.

6.4.4.3. Abastecimiento de agua

El sistema de abastecimiento cumplirá los requisitos descritos por la normativa UNE 23500 “Sistemas de abastecimiento de agua contra incendios”.

El abastecimiento de agua debe ser capaz de suministrar las condiciones de presión y caudal del sistema. Se deberá tener en cuenta si hay otros sistemas, para que el abastecimiento tenga la capacidad suficiente de abastecer el caudal y presión necesarios para la duración mínima de **90 min** para sistemas **Riesgo Extra Almacenamiento** y una duración mínima de **60 min** para **Riesgo Ordinario 3**.

El equipo de abastecimiento de agua no debe estar ubicado en edificios con riesgos de explosión.

El abastecimiento de agua, válvulas y puesto de control se debe instalar de manera que sean accesibles incluso en caso de incendios. El compartimento se ubicará en un edificio separado con acceso directo desde el exterior y deberá estar protegido por rociadores.

El abastecimiento tendrá como mínimo una reserva de agua de **202 m³**.

6.5. Instalación de Protección Contra Incendios

A continuación se muestran los diseños de las instalaciones de cada zona de la nave industrial.

6.5.1. Sector 1 de incendio

El sector 1 está compuesto por la zona de producción, subproducto y envasado. El diseño de la instalación de cada zona del sector es la siguiente:

- Zona de producción:

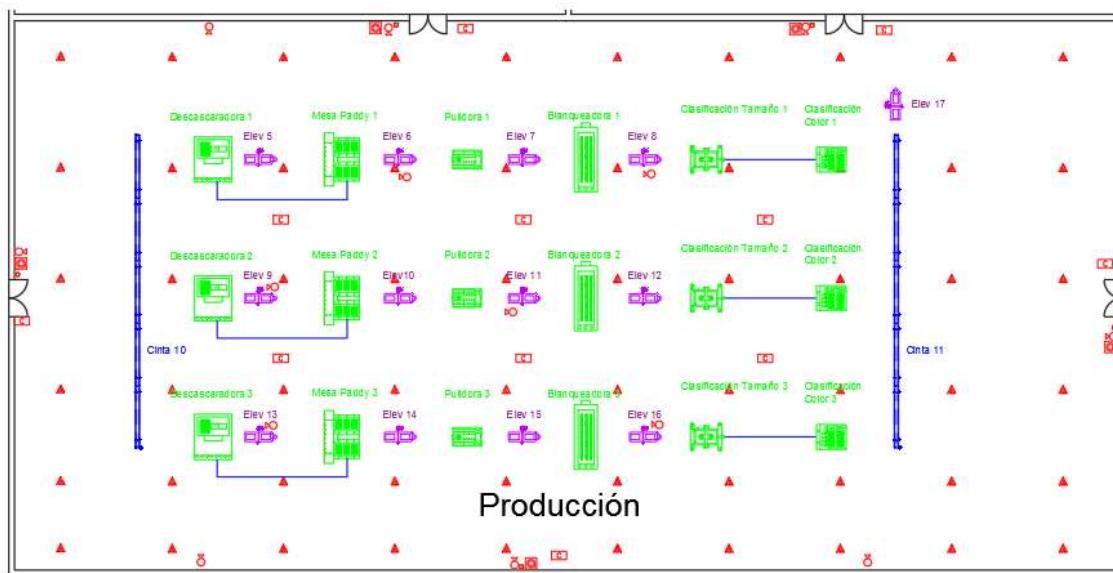


Figura 25 - Instalación PCI zona producción

- Zona de envasado:

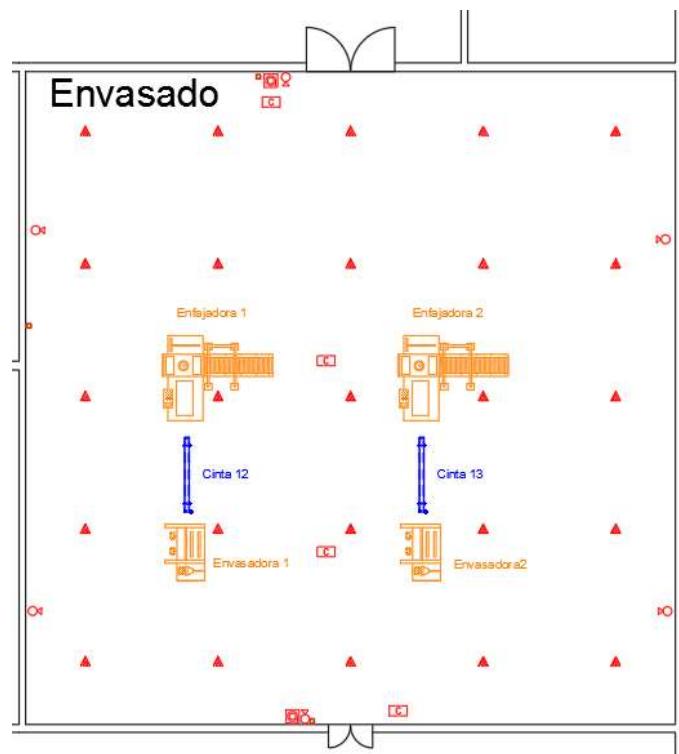


Figura 26 - Instalación PCI zona envasado

- Zona subproducto:

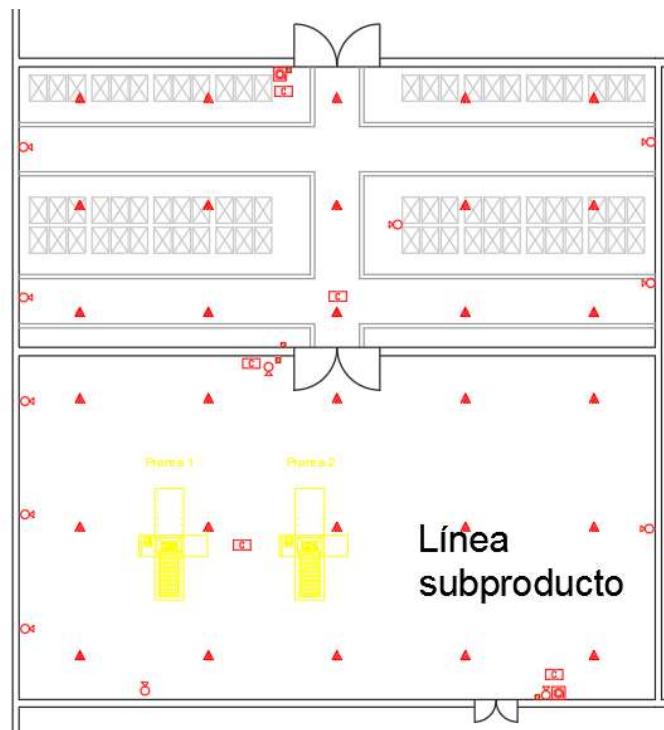


Figura 27 - Instalación PCI zona subproducto

6.5.2. Sector 2 de incendio

El sector 2 de incendios está formado por el almacén de producto terminado:

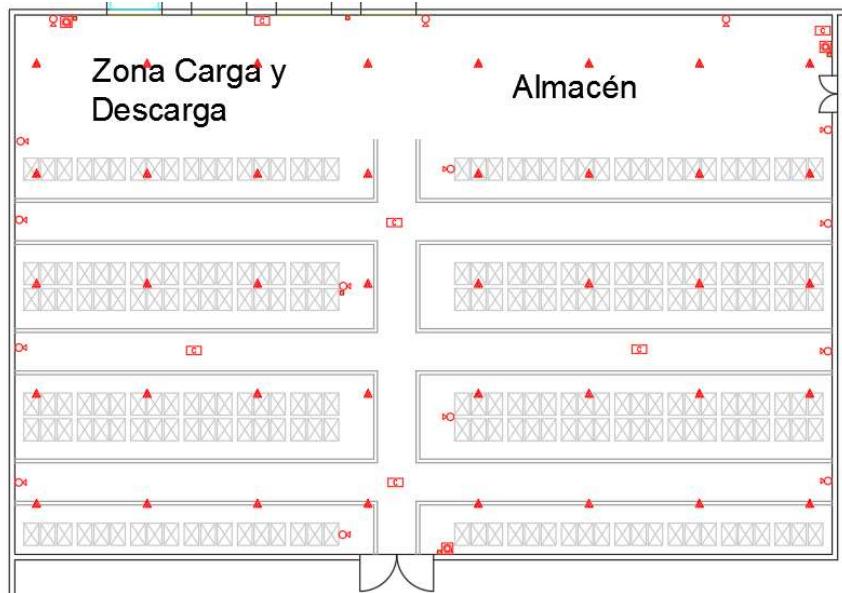


Figura 28 - Instalación PCI almacén producto terminado

6.5.3. Sector 3 de incendio

El sector 1 de incendio está formado por las oficinas, las salas de máquinas auxiliares, los vestuarios y el pasillo.

- Oficina Planta Baja:

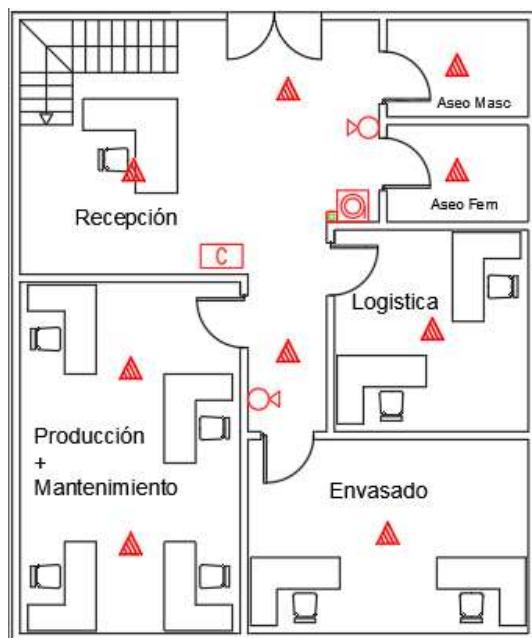


Figura 29 - Instalación PCI Oficina planta baja

- Oficina Planta Alta:

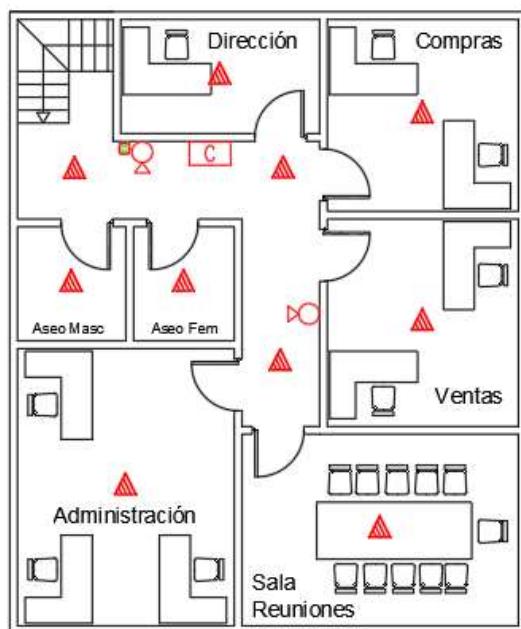


Figura 30 - Instalación PCI Oficina planta alta

7. ALUMBRADO INTERIOR Y EXTERIOR

La iluminación como requerimiento ambiental posee una gran importancia, debido a que es una condición esencial para la realización confortable y segura de cualquier tipo de trabajo.

La iluminación adecuada depende de las tareas visuales a realizar en el local. Por tanto, una correcta iluminación debe atender la cantidad y calidad de luz, proporcionando confort de manera que la tarea visual se desempeñe sin esfuerzo.

7.1. Métodos de iluminación

Existen diferentes sistemas de iluminación básicos, dependiendo de las condiciones y necesidades de las actividades que se llevarán a cabo en cada lugar.

Alumbrado general: El alumbrado general pretende asegurar un nivel de iluminación homogéneo determinado en el local.

Alumbrado general localizado: El alumbrado general localizado no asegura una iluminación homogénea en todo el local, sino centrado en iluminación por zonas dependiendo de los niveles requeridos.

Alumbrado localizado: El alumbrado localizado es un complemento al alumbrado general. Se localiza en el propio puesto de trabajo y asegura el nivel de iluminación requerido para la tarea a realizar.

7.2. Sistemas de iluminación

Alumbrado directo: Proyecta un 90-100% del flujo, consiguiendo niveles altos de iluminación. Por el contrario, presenta sombras intensas. Utilizado en locales de gran altura.

Alumbrado semidirecto: Proyecta un flujo luminoso del 60-90%. Menor nivel de iluminación pero el flujo indirecto recude los contrastes en las sombras. Utilizado en locales de altura reducida.

Alumbrado difuso: Proyecta un flujo luminoso del 50% consiguiendo poco deslumbramiento y sin sombras.

Alumbrado semindirecto: Proyecta apenas un 10-40% del flujo luminoso directo a la superficie. Evita deslumbramientos y tiene un efecto calmado.

Alumbrado indirecto: Proyecta sólo un 10% del flujo a la superficie a alumbrar. Posee una calidad similar a la luz natural pero tiene bajo rendimiento.

7.3. Niveles de iluminación

Un local de trabajo bien iluminado no implica una cantidad excesiva de luz, sino la adecuada cantidad junto a unas condiciones de confort visual.

Por ejemplo, cambios bruscos de luz, exceso o falta de luz, perjudica al ojo durante la realización de cualquier actividad. Por tanto, para cada actividad a realizar, se indican unos requerimientos mínimos, recomendados y máximos a tener en cuenta para el diseño de la iluminación.

Para cumplir con estos requerimientos, hay que tener en cuenta la superficie, ya que afecta en el número de luminarias necesarias para conseguir dicho nivel lumínico. Además, se debe tener en cuenta la luz solar.

Los niveles de iluminación recomendados para algunas actividades industriales, según la norma UNE-EN 12464-1 son las siguientes:

Oficinas:

En esta área de trabajo hay que tener en cuenta el trabajo que está destinado a realizarse. Hay ciertos tipos de trabajos que deben tener especial atención, debido a las necesidades de alta visualización que requieren, como por ejemplo salas de delineación de dibujo o comprobación de planos. Se debe procurar una iluminación adecuada para realizar el trabajo sin esfuerzo visual e importante evitar los deslumbramientos

En zonas de trabajo con pantallas de visualización de datos se requiere necesidades visuales menores, pero imprescindible evitar deslumbramiento en las pantallas para ayudar a la adaptación del ojo.

La iluminación de salas de reunión tiene como objetivo una comunicación clara evitando iluminaciones difusas que impidan apreciar los gestos con claridad. Además, debe proporcionar una iluminación flexible para adaptarse a las diferentes actividades visuales:

- Conversación.
- Proyección de diapositivas o video.
- Lectura de documentos.

OFICINAS			
TIPO DE INTERIOR, TAREA ACTIVIDAD	Em (Lux)	UGR	Ra
ARCHIVO, COPIAS, ETC	300	19	80
ESCRITURA, ESCRITURA A MÁQUINA, LECTURA Y TRATAMIENTO DE DATOS	500	19	80
DIBUJO TÉCNICO	750	16	80
PUESTOS DE TRABAJO DE CAD	500	19	80
SALAS DE CONFERENCIAS Y REUNIONES	500	19	80
MOSTRADOR DE RECEPCIÓN	300	22	80
ARCHIVOS	200	25	80

Tabla 23 - Nivel de Iluminación Oficinas

Zonas de tráfico y áreas comunes:

En las zonas de tráfico de personas, hay que tener en cuenta que la iluminancia se mide al nivel del suelo, siendo el nivel de iluminación mayor si hay vehículos en el recorrido. Además, se evita el deslumbramiento entre vehículos y peatones.

En zonas de almacenaje con ocupación continua, se eleva el nivel de iluminación a 200 lux.

ZONAS DE TRÁFICO			
TIPO DE INTERIOR, TAREA ACTIVIDAD	Em (Lux)	UGR	Ra
ÁREAS DE CIRCULACIÓN Y PASILLOS	100	28	40
ESCALERAS, CINTAS TRANSPORTADORAS, RAMPAS/TRAMOS DE CARGA	150	25	40
SALAS DE DESCANSO			
SALAS DE DESCANSO	100	22	80
VESTURARIOS, SERVICIOS	200	25	90
SALAS DE ALMACENAMIENTO			
ALMACENES Y CUARTO DE ALMACÉN	100	25	60
MANIPULACIÓN DE PAQUETES Y EXPEDICIÓN	300	25	60

Tabla 24 - Nivel de Iluminación Zonas de Tráfico

Zona actividad industrial:

PRODUCTOS ALIMENTICIOS E INDUSTRIA DE ALIMENTOS DE LUJO			
TIPO DE INTERIOR, TAREA ACTIVIDAD	Em (Lux)	UGR	Ra
ZONAS DE TRABAJO EN GENERAL	200	25	80
CLASIFICACIÓN Y LAVADO DE PRODUCTOS (MOLIENDA, MEZCLADO Y ENVASADO)	300	25	80
ZONAS DE TRABAJO CRÍTICAS (MOLINOS, FILTRADO)	500	25	80
LABORATORIOS	500	19	80
INSPECCIÓN DE COLORES PRODUCTOS (ENVASADO, MOLIENDA)	1000	16	80

Tabla 25 - Nivel de Iluminación Zona Industrial

7.4. Instalación de Alumbrado

La instalación de alumbrado interior se rige por la normativa de las instalaciones de baja tensión, y cumplirá con todo los requisitos dispuestos en el reglamento electrotécnico de baja tensión.

La instalación de alumbrado exterior se rige por el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, siguiendo los requerimientos descritos en la **ITC-BT-09: Instalaciones de alumbrado exterior**.

Como se indica en dicha instrucción, en cada punto de luz deberá corregirse el factor de potencia hasta 0,9. Además, desde el origen hasta cada punto de la instalación, la caída de tensión máxima será menor o igual que 3%.

Para la red de alimentación, se emplearán cables multipolares o unipolares con conductor de cobre y tensión 0,6/1 kV. Además, el conductor neutro de cada circuito no podrá ser utilizado por otro circuito del cuadro de partida. La sección mínima para conductores y neutro será de 4 mm², excepto en distribuciones trifásicas tetrapolares con sección superior a 10 mm², que la sección del neutro será como mínimo la mitad de la sección de fase.

Respecto a las luminarias, deben cumplir los requisitos de la normativa UNE-EN 60.598-2-3 y la UNE-EN 60.598-2-5 en caso de proyectores. Dispondrán de un grado de protección IP-54 según lo dispuesto en la UNE20.324, e IK 8 según lo dispuesto en UNE-EN 50.102. La altura mínima de montaje será de 2,5 m sobre nivel de suelo. Además, cada equipo deberá estar protegido contra sobreintensidades.

7.5. Diseño del Alumbrado

Siguiendo las indicaciones de la norma UNE-EN 12464-1 para los niveles de iluminación mínimos anteriormente mencionados, se emplea el software de cálculo DIALUX para dimensionar las diferentes zonas que componen la planta industrial, tanto el diseño interior de la nave industrial de producción y las oficinas, como el alumbrado exterior de la planta.

7.5.1. Luminarias Empleadas

Se emplearán luminarias específicas para alumbrado interior y alumbrado exterior. Se eligen luminarias LED, aportando mayor eficacia, ahorro de energía y menor emisión de carbono que las luminarias convencionales.

7.5.1.1. Luminarias de interior

Las luminarias utilizadas para el alumbrado interior de las oficinas son elegidas de la marca Philips, cumpliendo la normativa para alumbrado interior de oficinas.

Para la iluminación interior de las oficinas, se han elegido los siguientes dos modelos LED de misma potencia (33 W) pero diferente flujo luminoso para alcanzar los niveles recomendados de iluminación. Las luminarias se muestran a continuación:

PHILIPS RC133V W62L62 1 xLED34S/830 OC

Nº de artículo:

Flujo luminoso (Luminaria): 3400 lm

Flujo luminoso (Lámparas): 3400 lm

Potencia de las luminarias: 33.0 W

Clasificación luminarias según CIE: 100

Código CIE Flux: 58 87 98 100 100

Lámpara: 1 x LED34S/830/- (Factor de corrección 1.000).

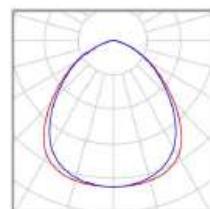


Figura 31 - Luminaria oficina Philips

PHILIPS RC133V W62L62 1 xLED36S/840 OC

Nº de artículo:

Flujo luminoso (Luminaria): 3600 lm

Flujo luminoso (Lámparas): 3600 lm

Potencia de las luminarias: 33.0 W

Clasificación luminarias según CIE: 100

Código CIE Flux: 58 87 98 100 100

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

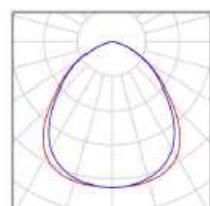


Figura 32 - Luminaria oficina Philips

En el alumbrado interior de la nave industrial se han empleado las siguientes luminarias:

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).

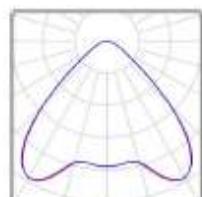


Figura 33 - Luminaria interior Philips BY120P para nave industrial

PHILIPS BY481X ACW 1 xLED250S/840 WB
 N° de artículo:
 Flujo luminoso (Luminaria): 25000 lm
 Flujo luminoso (Lámparas): 25000 lm
 Potencia de las luminarias: 162.0 W
 Clasificación luminarias según CIE: 100
 Código CIE Flux: 69 98 100 100 100
 Lámpara: 1 x LED250S/840/- (Factor de corrección 1.000).

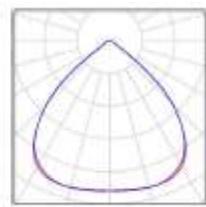


Figura 34 - Luminaria interior Philips BY481X para nave industrial

7.5.1.2. Luminarias de exterior

Para el alumbrado público de carreteras y viales de circulación dentro de la planta industrial se emplean farolas con luminarias Philips de tipo LED, con alta eficiencia y con bajas necesidades de mantenimiento. Además, estas luminarias no generan emisiones de carbono.

PHILIPS BGP323 T35 1xEKO287-3S/657 DW
 N° de artículo:
 Flujo luminoso (Luminaria): 27090 lm
 Flujo luminoso (Lámparas): 30100 lm
 Potencia de las luminarias: 243.0 W
 Clasificación luminarias según CIE: 100
 Código CIE Flux: 39 75 97 100 89
 Lámpara: 1 x EKO287-3S/657 (Factor de corrección 1.000).

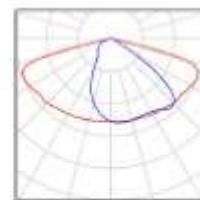


Figura 35 - Luminaria exterior Philips BGP323.

Para el resto de áreas y aparcamientos, se emplean proyectores con luminaria Philips de alta eficiencia y con tecnología LED, siendo óptimos para iluminación de grandes áreas.

PHILIPS BVP506 GC T15 1xEKO226-3S/757 DC
 N° de artículo:
 Flujo luminoso (Luminaria): 20944 lm
 Flujo luminoso (Lámparas): 23800 lm
 Potencia de las luminarias: 199.0 W
 Clasificación luminarias según CIE: 100
 Código CIE Flux: 45 81 98 100 88
 Lámpara: 1 x EKO226-3S/757 (Factor de corrección 1.000).

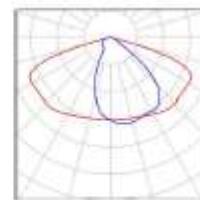


Figura 36 - Luminaria exterior Philips BVP506.

7.5.2. Diseño de la iluminación interior

A continuación, se muestran las distribuciones adoptadas para cada zona de la iluminación interior:

- Nave industrial

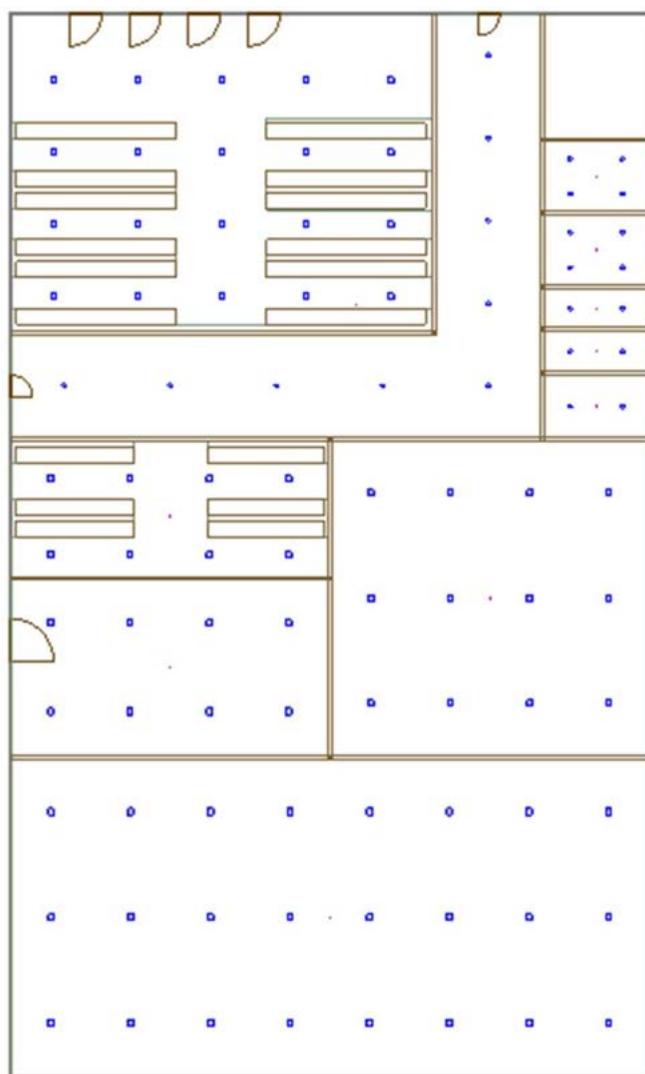


Figura 37 - Ubicación luminarias nave industrial

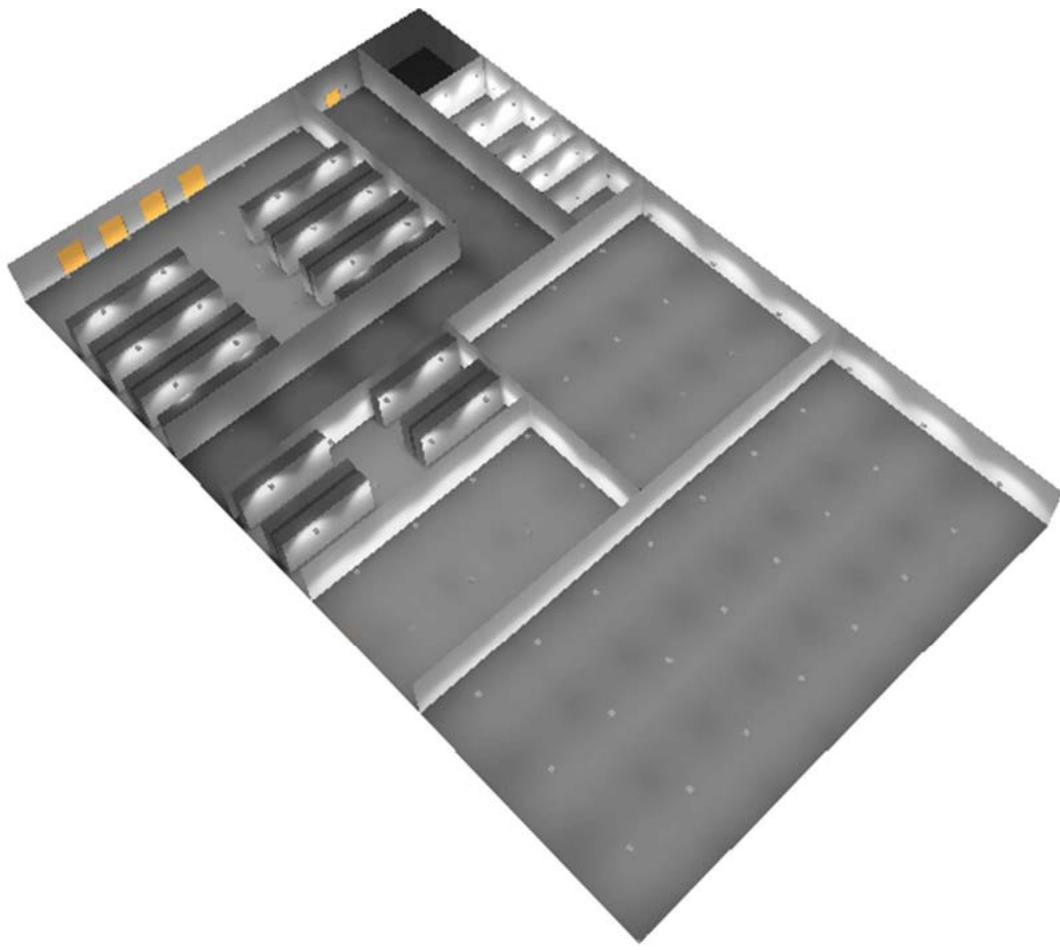


Figura 38 - Distribución 3D luminarias nave industrial

El alumbrado interior de los almacenes se ha diseñado de forma que las luminarias queden ubicadas sobre los pasillos de circulación, consiguiendo una iluminación óptima sobre viales y estanterías de almacenamiento.

Respecto a la zona de producción, se diseña para se obtenga la iluminación adecuada sobre la zona de trabajo de los operarios de cada una de las tres líneas de producción, y sobre los viales de circulación de personal entre los diferentes equipos y máquinas.

- Oficina planta baja

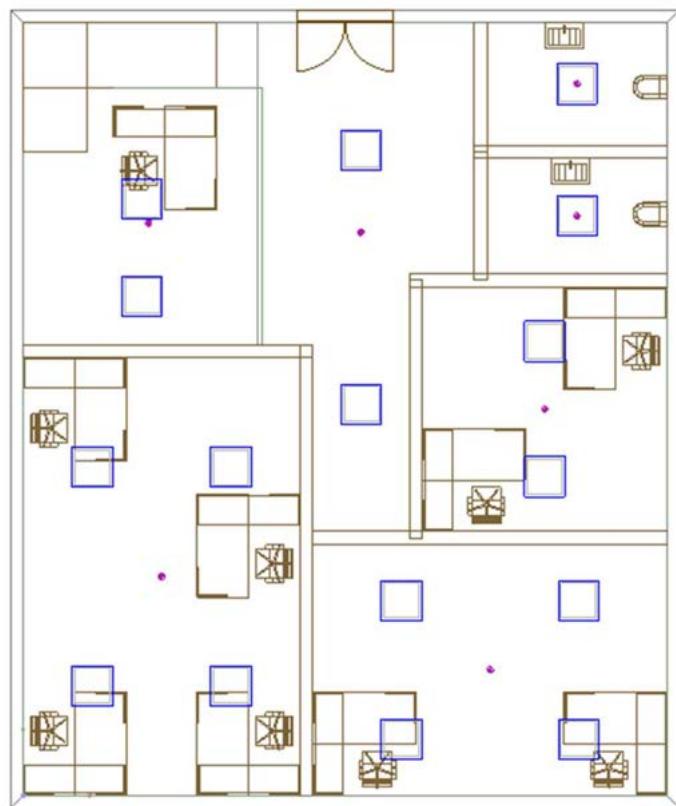


Figura 39 - Ubicación luminarias oficina planta baja

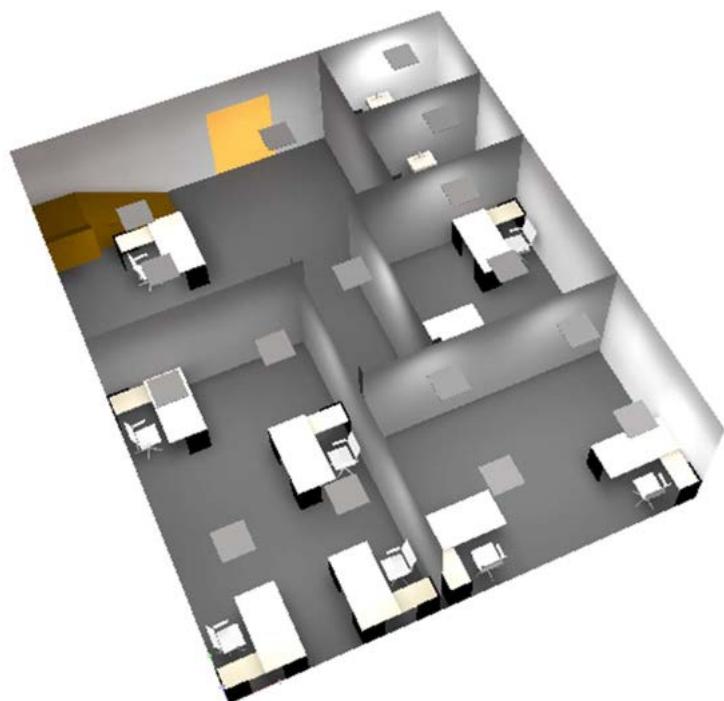


Figura 40 - Distribución 3D oficina planta baja

- Oficina planta alta

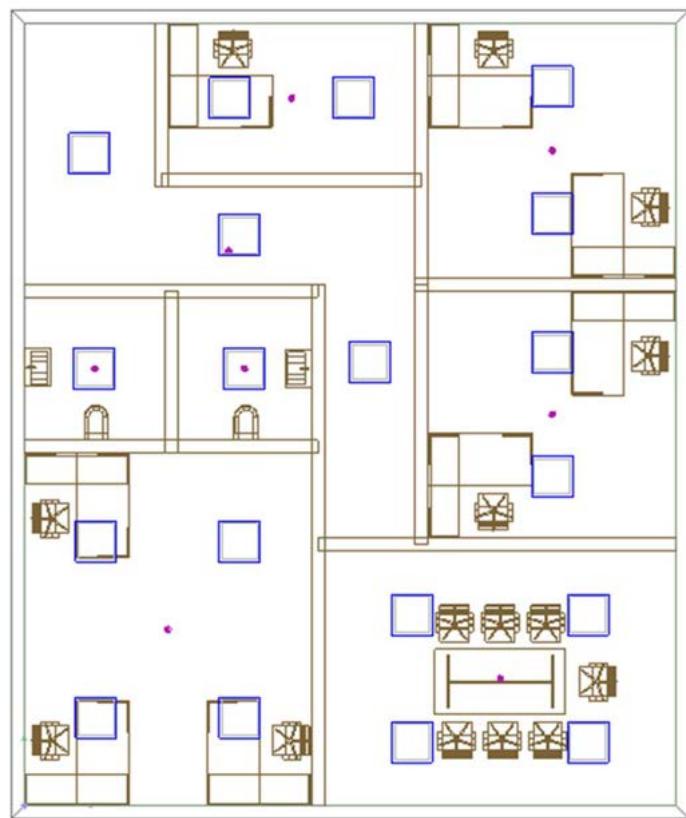


Figura 41 - Distribución luminarias oficina planta alta

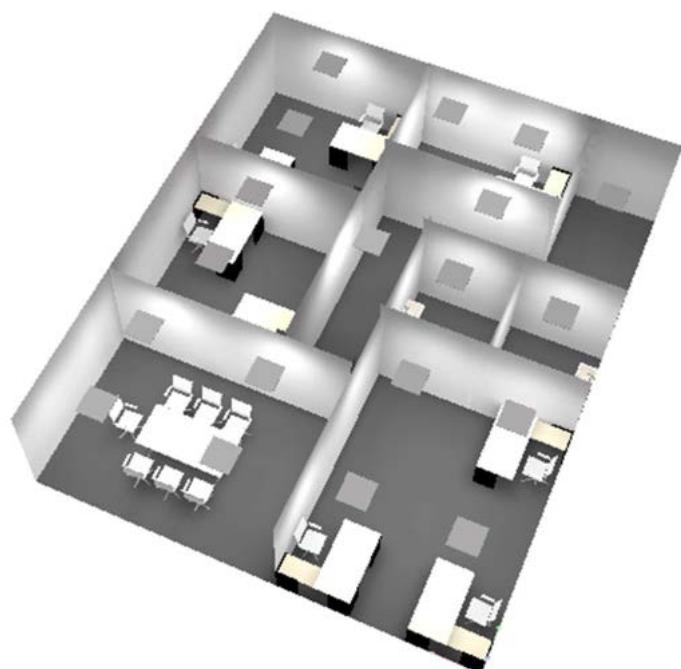


Figura 42 - Distribución 3D luminarias oficina planta alta

7.5.3. Diseño de la iluminación exterior

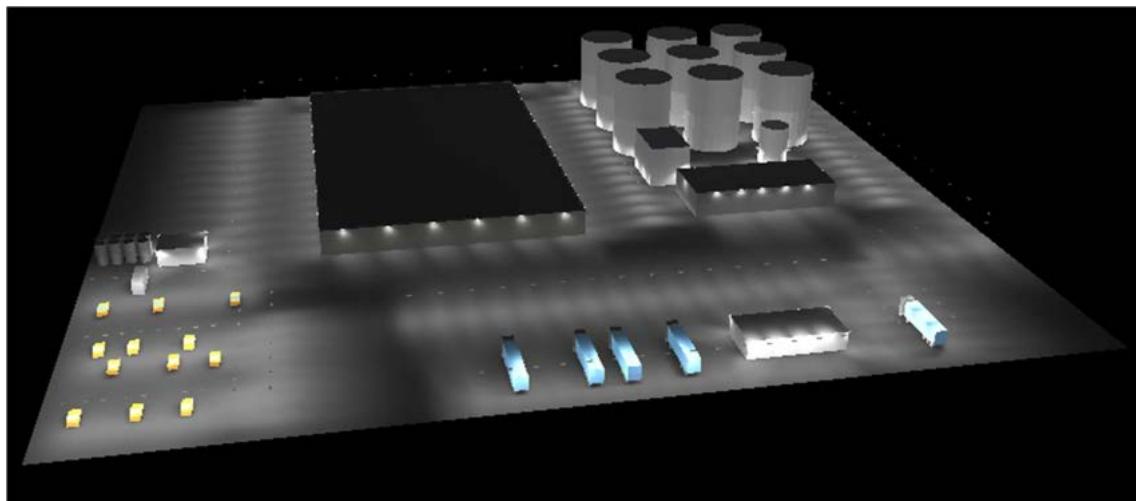


Figura 43 - Iluminación exterior de la planta industrial

7.5.4. Potencia instalada

La instalación de alumbrado interior y exterior está compuesta por 130 luminarias de interior con una potencia instalada de 14774 W y 213 luminarias de exterior con una potencia instalada de 48.503 W de potencia instalada.

ZONA	SECTOR	LUMINARIA	Nº LUMINARIAS	POTENCIA LUMINARIA (W/ud)	POTENCIA TOTAL (W)
NAVE INDUSTRIAL	OFICINA PLANTA BAJA	PHILIPS RC133V W62L62 1xLED34S/830 OC	8	33	264
		PHILIPS RC133V W62L62 1xLED36S/840 OC	8	33	264
	OFICINA PLANTA ALTA	PHILIPS RC133V W62L62 1xLED36S/840 OC	19	33	627
		PHILIPS BY120P G3 1xLED105S/840 WB	23	85	1955
	ZONA INDUSTRIAL	PHILIPS BY481X ACW 1xLED250S/840 WB	72	162	11664
					14774
<hr/>					
PLANTA INDUSTRIAL-EXTERIOR	ZONA EXTERIOR	PHILIPS BGP323 T35 1xEKO287-3S/657 DW	164	243	39852
		PHILIPS BVP506 GCT15 1xEKO226-3S/757 DC	74	199	14726
					54578

Tabla 26 - Resumen iluminarias y potencia

8. BALANCE DE POTENCIAS DE LA PLANTA INDUSTRIAL

La potencia requerida por la planta industrial es el conjunto de la potencia de fuerza de todos los equipos y la potencia requerida por el alumbrado.

Se diferencia entre potencia instalada y demanda prevista de potencia que requerirá la planta industrial. La potencia instalada corresponde a la potencia del equipo y la potencia de demanda prevista se obtiene aplicando diversos factores a la potencia instalada. Los factores a tener en cuenta son:

- **Factor de utilización k_u :** Factor que mide la eficiencia del uso de la energía eléctrica. Se aplica individualmente a cada carga.
- **Factor de simultaneidad k_s :** relación entre la potencia máxima y el número de equipos que se conectan al mismo tiempo.

El balance de la zona exterior es el siguiente:

Sector	Zona	Carga	Nº Uds	Potencia Instalada (W/ud)	Potencia total instalada (W)	Factor utilización (Fu)	Factor simultaneidad (Fs)	Factor mayoración	Previsión demanda (W)
ZONA EXTERIOR - Recepción de Materia Prima	Laboratorio + control accesos	Toma de corriente 16 A	12	3680	44160	1	0.2	1	8832
		Balanza de pesaje	1	5000	5000	0.75	1	1	3750
		Total Laboratorio			49160				12582
	Recepción materia prima	REDLER 1	1	2200	2200	0.75	1	1.25	2062.5
		LIMPIEZA 1	1	8500	8500	0.75	1	1.25	7968.75
		REDLER 2	1	2200	2200	0.75	1	1.25	2062.5
		LIMPIEZA 2	1	8500	8500	0.75	1	1.25	7968.75
		REDLER 3	1	2200	2200	0.75	1	1.25	2062.5
		LIMPIEZA 3	1	8500	8500	0.75	1	1.25	7968.75
		CINTA TRANSPORTADORA 1	1	5500	5500	0.75	1	1.25	5156.25
		ELEVADOR DE CANGILONES 1	1	7500	7500	0.75	1	1.25	7031.25
		CINTA TRANSPORTADORA 2	1	5500	5500	0.75	1	1.25	5156.25
		CINTA TRANSPORTADORA 2	1	5500	5500	0.75	1	1.25	5156.25
		ELEVADOR DE CANGILONES 2	1	7500	7500	0.75	1	1.25	7031.25
		SECADO	1	80000	80000	0.75	1	1.25	75000
		CINTA TRANSPORTADORA 3	1	2200	2200	0.75	1	1.25	2062.5
		ELEVADOR DE CANGILONES 3	1	11000	11000	0.75	1	1.25	10312.5
		CINTA TRANSPORTADORA 4	1	7500	7500	0.75	1	1.25	7031.25
		CINTA TRANSPORTADORA 5	1	7500	7500	0.75	1	1.25	7031.25
		CINTA TRANSPORTADORA 6	1	7500	7500	0.75	1	1.25	7031.25
	Total Recepción			179300					168093.75
Almacenamiento	CINTA TRANSPORTADORA	7	1	7500	7500	0.75	1	1.25	7031.25
		8	1	7500	7500	0.75	1	1.25	7031.25
		9	1	7500	7500	0.75	1	1.25	7031.25
		ELEVADOR DE CANGILONES 4	1	11000	11000	0.75	1	1.25	10312.5
	Total Recepción			33500					31406.25
Sala bombeo PCI	Grupo presión PCI		1	75000	75000	0.75	1	1.25	70312.5
	Toma de corriente 16 A		2	3680	7360	1	0.1	1	736
	Total Sala bombeo PCI			82360					71048.5
	POTENCIA INSTALADA (W)				344320	DEMANDA PREVISTA (W)		283130.5	

Tabla 27 - Balance de potencias de la zona exterior

El balance de potencias de la nave industrial es el siguiente:

Sector	Zona	Carga	Nº Uds	Potencia Instalada (W/ud)	Potencia total instalada (W)	Factor utilización (Fu)	Factor simultaneidad (Fs)	Factor mayoración	Previsión demanda (W)
NAVE INDUSTRIAL	Línea de producción 1	CINTA TRANSPORTADORA 10	1	7500	7500	0.75	1	1.25	7031.25
		DESCASCARADORA 1	1	13000	13000	0.75	1	1.25	12187.5
		ELEVADOR DE CANGILONES 5	1	2200	2200	0.75	1	1.25	2062.5
		MESAS PADDY - SEPARADO 1	1	3000	3000	0.75	1	1.25	2812.5
		ELEVADOR DE CANGILONES 6	1	2200	2200	0.75	1	1.25	2062.5
		PULIDORA 1	1	78500	78500	0.75	1	1.25	73593.75
		ELEVADOR DE CANGILONES 7	1	2200	2200	0.75	1	1.25	2062.5
		BLANQUEADORA 1	1	55000	55000	0.75	1	1.25	51562.5
		ELEVADOR DE CANGILONES 8	1	2200	2200	0.75	1	1.25	2062.5
		CLASIFICADORA POR TAMAÑO 1	1	2200	2200	0.75	1	1.25	2062.5
		CLASIFICADORA POR COLOR 1	1	4600	4600	0.75	1	1.25	4312.5
	Total Línea Producción 1				172600				161812.5
NAVE INDUSTRIAL	Línea de producción 2	DESCASCARADORA 2	1	13000	13000	0.75	1	1.25	12187.5
		ELEVADOR DE CANGILONES 9	1	2200	2200	0.75	1	1.25	2062.5
		MESAS PADDY - SEPARADO 2	1	3000	3000	0.75	1	1.25	2812.5
		ELEVADOR DE CANGILONES 10	1	2200	2200	0.75	1	1.25	2062.5
		PULIDORA 2	1	78500	78500	0.75	1	1.25	73593.75
		ELEVADOR DE CANGILONES 11	1	2200	2200	0.75	1	1.25	2062.5
		BLANQUEADORA 2	1	55000	55000	0.75	1	1.25	51562.5
		ELEVADOR DE CANGILONES 12	1	2200	2200	0.75	1	1.25	2062.5
		CLASIFICADORA POR TAMAÑO 2	1	2200	2200	0.75	1	1.25	2062.5
		CLASIFICADORA POR COLOR 2	1	4600	4600	0.75	1	1.25	4312.5
	Total Línea Producción 2				165100				154781.25
NAVE INDUSTRIAL	Línea de producción 3	DESCASCARADORA 3	1	13000	13000	0.75	1	1.25	12187.5
		ELEVADOR DE CANGILONES 13	1	2200	2200	0.75	1	1.25	2062.5
		MESAS PADDY - SEPARADO 3	1	3000	3000	0.75	1	1.25	2812.5
		ELEVADOR DE CANGILONES 14	1	2200	2200	0.75	1	1.25	2062.5
		PULIDORA 3	1	78500	78500	0.75	1	1.25	73593.75
		ELEVADOR DE CANGILONES 15	1	2200	2200	0.75	1	1.25	2062.5
		BLANQUEADORA 3	1	55000	55000	0.75	1	1.25	51562.5
		ELEVADOR DE CANGILONES 16	1	2200	2200	0.75	1	1.25	2062.5
		CLASIFICADORA POR TAMAÑO 3	1	2200	2200	0.75	1	1.25	2062.5
		CLASIFICADORA POR COLOR 3	1	4600	4600	0.75	1	1.25	4312.5
	Total Línea Producción 3				172600				161812.5
NAVE INDUSTRIAL	Línea de envasado	ENVASADORA 1	1	5500	5500	0.75	1	1.25	5156.25
		CINTA TRANSPORTADORA 12	1	1100	1100	0.75	1	1.25	1031.25
		ENFAJADORA 1	1	24000	24000	0.75	1	1.25	22500
		ENVASADORA 2	1	5500	5500	0.75	1	1.25	5156.25
		CINTA TRANSPORTADORA 13	1	1100	1100	0.75	1	1.25	1031.25
		ENFAJADORA 2	1	24000	24000	0.75	1	1.25	22500
		Total Línea Envasado			61200				57375
	Línea de subproducto	PRENSA EMBOLSADORA	1	37000	37000	0.75	1	1.25	34687.5
		PRENSA EMBOLSADORA	1	37000	37000	0.75	1	1.25	34687.5
		Total Línea Subproducto			74000				69375
NAVE INDUSTRIAL	Oficina - Planta baja + Planta alta	Toma de corriente 16 A	18	3680	66240	1	0.1	1	6624
		Toma de corriente 16 A	24	3680	88320	1	0.1	1	8832
		Total Oficina			154560				15456
	Sala de compresores	Compresor	2	50000	100000	0.75	1	1.25	93750
		Total Sala Compresores			100000				93750
	Taller mantenimiento	Toma de corriente 16 A	3	3680	11040	1	0.1	1	1104
		Total Taller Mantenimiento			11040				1104
	Vestuarios	Toma de corriente 16 A	4	3680	14720	1	0.1	1	1472
		Total Vestuarios			14720				1472
		POTENCIA INSTALADA (W)			925820				716938.25

Tabla 28 - Balance de potencias de la nave industrial

Teniendo en cuenta todos los equipos y maquinaria necesarios para el funcionamiento de la planta, se cuenta con una potencia instalada de fuerza de 1.270 kW.

La instalación de alumbrado necesaria en la planta industrial requiere de una potencia instalada de 69,35 kW. Por tanto, la potencia total instalada de la planta es de 1.340 kW.

	Potencia Instalada (W)	Previsión demanda (W)
Fuerza	1270140	1000068.75
Alumbrado	69352	62416.8
Total	1339492	1062485.55

Tabla 29 - Potencia total instalada y prevista

Aplicando los factores correspondientes a cada carga, se obtiene una potencia demandada prevista de 1.063 kW.

Potencia P (kW)	Potencia Reactiva Q (kVar)	Cos phi	Potencia Reactiva S (kVA)
1062.49	514.59	0.9	1180.54

Tabla 30 - Potencia contratada

Para el óptimo funcionamiento de la planta industrial, se deberá contratar una potencia superior a 1.063 kW.

Se prevé una potencia reactiva de 1.181 kVA. Se decide optar por un transformador de 1.600 kVA de potencia para la planta, asegurando el correcto funcionamiento de los equipos actuales y una reserva para futuras ampliaciones.

9. INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE MEDIA TENSIÓN

En este apartado se describirá y definirá la instalación eléctrica de media tensión de la planta industrial.

9.1. Suministro de energía eléctrica

Endesa Distribución Eléctrica S.L. es la compañía suministradora, a la cual se le cederá el centro de transformación de la planta de industrial. Por tanto, todas las instalaciones desde la red hasta el centro de transformación serán propiedad de Endesa y deberán cumplir los requerimientos de la compañía.

El suministro de energía es obtenido desde la subestación eléctrica “Polo” situada en el Polígono Industrial “Cabeza Hermosa” en el término municipal de Alcalá de Guadaira (Sevilla), con una potencia de 60 MVA y tensión de 15 kV. La planta dispone de centro de transformación propio, que será conectado mediante línea subterránea a la subestación eléctrica.



Figura 44 - Línea Media Tensión desde la subestación

Las características del suministro deben cumplir las normas particulares de Endesa, en las cuales se especifican los requisitos a cumplir para el diseño de la red de suministro en media tensión. Según lo indicado en el Capítulo I “Generalidades” y el Capítulo V “Redes de distribución en media tensión”, se especifican las siguientes características de suministro para redes de media tensión con tensión de suministro inferior a 20 kV:

- Nivel de aislamiento:

- Tensión de suministro: 15 kV
- Tensión más elevada para el material: 24 kV
- Tensión frente a impulsos tipo rayo: 125 kV cresta
- Tensión a frecuencia industrial: 50 kV eficaces

- Corriente de cortocircuito y defecto a tierra:

- Intensidad de cortocircuito (Icc): 16 kA
- Intensidad máxima de cortocircuito a tierra: 300 A
- Tiempo máximo de desconexión tras defecto: 1 s

9.2. Línea de acometida de red

La acometida de red desde la subestación de suministro propiedad de Endesa hasta el centro de transformación de la planta será una línea subterránea. Por lo tanto, se diseñará y ejecutará conforme las indicaciones y requisitos de la norma DND001 de Endesa, las normas particulares de Endesa y el Reglamento Electrotécnico de Alta Tensión.

Al tratarse de una línea que conecta directamente con la subestación, según lo dispuesto en las normas particulares de Endesa – *Capítulo V “Redes de distribución en Media Tensión”*, se exige un conductor de 240 mm² de sección.

La línea de acometida entre la subestación y el centro de transformación de la planta se decide ejecutar por medio de una línea subterránea de 3 cables unipolares bajo tubo, aislamiento 12/20 kV y la canalización irá soterrada a 1 metro de profundidad.

Cumpliendo las exigencias y requerimientos por normativa, el cable será de aluminio homogéneo de 240 mm² de sección, con aislamiento seco de polietileno reticulado XLPE y pantalla semiconductora termoestable. La cubierta deberá ser de poliolefina de color rojo.

El cable es suministrado por el fabricante Prysmian, eligiendo de su catálogo un conductor que cumple con todos los requisitos por normativa:

- Intensidad máxima admisible.
- Intensidad de cortocircuito.
- Caída de tensión.

Además el cable del fabricante Prysmian está homologado por la compañía distribuidora Endesa, siendo óptimo para la instalación en la línea de acometida de la planta industrial.

La denominación del cable elegido para la Línea de acometida es:

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

La canalización subterránea compuesta por la zanja y la arqueta, se deberá realizar conforme la normativa municipal y las normas particulares de Endesa.

La canalización estará soterrada a una profundidad de 1 metro, debiendo estar los conductores bajo tubo de 160 mm de diámetro. Además, se instalará una protección mecánica y una señalización de existencia de cableado eléctrico para prevenir accidentes.

El trazado de la canalización deberá ser lo más rectilíneo posible, teniendo en cuenta los radios de curvatura del cable.

9.3. Centro de transformación

La instalación parcialmente cedida a Endesa, cumplirá con los criterios descritos por dicha empresa distribuidora.

El centro de transformación se alojará en una caseta prefabricada PFU con envolvente de hormigón.



Figura 45 - Caseta PFU centro de transformación.

El centro de transformación está compuesto por la aparamenta de MT y BT, las unidades de protección, medida y control y el transformador. Además, el centro de transformación dispone de circuito de puesta a tierra y alumbrado.

El centro de transformación dispondrá de ventilación natural de aire mediante rejillas. Deberá disponer de accesos de personal mediante la puerta frontal para las maniobras y mantenimiento.

El centro de transformación deberá contar con el siguiente equipamiento:

- **Transformador:**

El transformador elegido de la marca Ormazabal es de 1.600 kVA de potencia, asegurando la energía suficiente para el correcto funcionamiento de la planta de arroz.



Figura 46 - Transformador Ormazabal

Se trata de un transformador hermético de dieléctrico líquido de alta calidad y fiabilidad, asegurando la baja posibilidad de fugas y el mínimo impacto medioambiental, cumpliendo la norma IEC 60296. Dispone de arrollamientos que optimizan el comportamiento frente a cortocircuitos, mejorando la disipación de calor de los devanados. Además cuenta con protección eléctrica y mecánica, y protección exterior frente a agentes externos e impactos.

El transformador tiene las siguientes características eléctricas aportadas según el catálogo del fabricante:

- Potencia:	1.600 kVA
- Tensión asignada primaria:	15 kV
- Tensión asignada secundaria en vacío:	420 kV
- Grupo de conexión:	Dyn11
- Pérdidas en vacío:	1700 W
- Pérdidas en carga:	14000 W

- **Aparatos Media Tensión:**

Son equipos que se emplean para las funciones de maniobra, protección, medida, regulación y control. Se eligen sistemas modulares de la serie CGMCOSMOS del fabricante Ormazabal, proporcionando diversidad de configuraciones de forma sencilla aportando una alta fiabilidad.

Las celdas CGMCOSMOS disponen de enclavamientos mecánicos y eléctricos para evitar maniobras no seguras y asegurar la seguridad de los operarios frente a contactos directos e indirectos.

El embarrado y dispositivos de corte están situados en la cuba de gas SF6 de manera aislada. Los fusibles se disponen sobre carros en compartimentos independientes por fase.

- **Celda de línea:**

Celda modular con un interruptor-seccionador que permite la comunicación del embarrado principal del CT con los cables de MT. Se puede encontrar en 3 posiciones: abierto, cerrado o puesto a tierra.

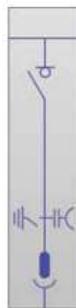


Figura 47 - Esquema eléctrico celda cgmcosmos-l

- **Celda de protección:**

Celda modular de protección con fusibles encargada de proteger el transformador como las maniobras de conexión y desconexión. Se puede encontrar en 3 posiciones: abierto, cerrado o puesto a tierra.



Figura 48 - Esquema eléctrico celda cgmcosmos-p

- **Celda de interruptor pasante:**

Celda modular que permite la interrupción en carga del embarrado principal mediante un interruptor.



Figura 49 - Esquema eléctrico celda interruptor pasante

- **Celda de medida:**

Celda modular de medida que permite comunicar el embarrado del CT con transformadores de medida de tensión e intensidad.

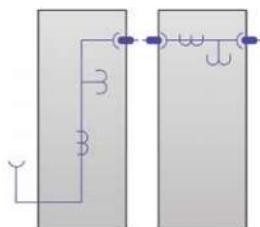


Figura 50 - Esquema eléctrico celda cgmcosmos-m

Por tanto, se elige una caseta prefabricada PFU-7, equipada con todos los equipos anteriormente nombrados. La caseta tiene un peso de 29090 kg y las siguientes dimensiones:

- Longitud: 8080 mm
- Anchura: 2380 mm
- Altura: 3250 mm
- Altura vista: 2790 mm



Figura 51 - Caseta prefabricada PFU-7

10. INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN

En este apartado se describe y define la instalación eléctrica de baja tensión de la planta industrial objeto del presente proyecto.

La instalación eléctrica cumplirá con lo establecido en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, y se dimensionará en función de las necesidades requeridas por la actividad industrial a desarrollar.

La planta industrial desarrolla como actividad el tratamiento y producción de arroz, por lo que según lo establecido en la *ITC-BT 29 “Prescripciones particulares para las instalaciones eléctricas de los locales con riesgo de incendio o explosión”*, se clasifica el emplazamiento como clase II por riesgo debido a polvo. Sin embargo, la planta industrial dispondrá de sistemas de ventilación natural y/o forzada para no clasificar el emplazamiento como local de riesgo de incendio o explosión.

10.1. Instalación de enlace

Según lo dispuesto en la ITC-BT 12 “Instalaciones de enlace” se define como la instalación eléctrica desde la caja general de protección hasta la instalación interior terminando en los dispositivos generales de mando y protección. Además, la instalación se ubicará siempre por lugares de uso común.

Se dispone de un suministro de forma individual para un único usuario, por lo que la Caja General de Protección y el equipo de medida coinciden en el mismo lugar y no existe la Línea General de Alimentación, simplificando la instalación de enlace.

El esquema dispuesto en la ITC-BT 12 para una instalación de enlace para un solo usuario es el siguiente:

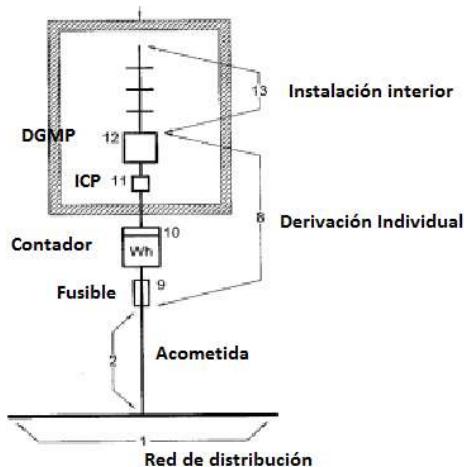


Figura 52 - Esquema general instalación de enlace

La instalación de enlace está compuesta por:

- Caja General de Protección (CGP).
- Elementos para ubicación de contadores (CC).
- Derivación Individual (DI).
- Caja para Interruptor de Control de Potencia (IPC).
- Dispositivos Generales de Mando y Protección (DGMP).

10.1.1. Caja de Protección y medida (CPM)

La caja de protección contiene los elementos de protección de la línea general de alimentación. Al no existir dicha línea en suministros de un solo usuario, se simplifica colocando la caja general de protección y el equipo de medida, denominándose como Caja de Protección y Medida (CPM) tal y como se indica en la *ITC-BT 13 “Instalaciones de enlace. Cajas generales de protección”*.

La Caja de Protección y Mando deberá cumplir con las especificaciones técnicas de Endesa como compañía suministradora y las normas UNE, en especial la normal UNE-EN 60.439-1. El grado de protección será IP43 según lo indicado en la norma UNE 20.324 e IK09 según la norma UNE-EN 50.102.

La CPM deberá ser precintable y la envolvente contará de ventilación interna para evitar condensaciones. Además, los dispositivos de lectura de los equipos de medida se instalarán a una altura entre 0,7 m y 1,80 m.

10.1.2. Derivación individual (DI)

La derivación individual suministra la energía a la instalación partiendo desde el embarrado. En la derivación individual se ubican los fusibles de seguridad, el conjunto de medida y el dispositivo general de mando y protección (DGMP), cumpliendo lo descrito en la *ITC-BT 15 “Instalaciones de enlace. Derivaciones individuales”*.

Los conductores a utilizar serán de cobre, aislados y unipolares. Los conductores serán de tensión asignada 0,6/1 kV y deberán ser no propagadores del incendio, con reducida emisión de humos y opacidad. La canalización de tubos y canales deberá permitir aumentar la sección de los conductores en un 100%, además de cumplir con todo lo establecido en la instrucción ITC-BT 21.

En derivaciones individuales con suministro para un único usuario donde no existe la línea general de alimentación, la caída de tensión máxima admisible es de 1,5%, como se indica en la instrucción ITC_BT 15.

Por tanto, se opta por cable unipolar RZ1-K (AS) de tensión asignada 0,6/1 kV para la derivación individual:

RZ1-K (AS) 0,6/1 kV 3x5x1x185 + 2x90

10.1.3. Dispositivos Generales de Mando y Protección (DGMP)

Los dispositivos generales de mando y protección cumplirán con las especificaciones descritas en la instrucción *ITC-BT 17 “Instalaciones de enlace. Dispositivos generales e individuales de mando y protección”*.

Se ubicarán lo más cercano posible a la entrada de la derivación individual en el edificio y a una altura máxima de 2 metros desde el suelo. Para circuitos de origen de la instalación interior, los DGMP se podrán ubicar en cuadros separados.

Las envolventes de los cuadros cumplirán con un grado de protección mínimo IP 30 e IK07 según las normas UNE indicadas en la instrucción ITC-BT 17.

Los dispositivos generales e individuales de mando y protección serán:

- Interruptor general automático de corte omnipolar, con accionamiento manual y con elementos de protección frente sobrecarga y cortocircuito. Deberá ser independiente del interruptor de control de potencia.
- Interruptor diferencial general para la protección frente contactos indirectos de todos los circuitos.
- Dispositivos de corte omnipolar para la protección frente sobrecargas y cortocircuitos de cada uno de los circuitos interiores.
- Dispositivo de protección contra sobretensiones si fuese necesario según la ITC-BT 23.

Los dispositivos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos de los circuitos interiores serán de corte omnipolar y tendrán los polos protegidos que correspondan al número de fases del circuito que protejan. Las características de corte estarán acordes a las corrientes admisibles de los conductores del circuito a proteger.

10.2. Instalación Interior

La instalación interior de baja tensión corresponde a la instalación de alimentación de los receptores de la planta industrial desde el Cuadro General de Baja Tensión.

La instalación interior cumplirá con el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias dedicadas a las instalaciones interiores (ITC-BT-19 hasta la ITC-BT-21).

El modo de instalación, las secciones elegidas y las intensidades admisibles, se diseñará de acuerdo a la norma UNE-HD 60364. Además, en el diseño considerará la caída máxima de tensión entre el origen de la instalación y los receptores. En instalaciones industriales alimentadas con transformador propio, la caída de tensión máxima admisible para alumbrado es del 4,5% y para otros usos es del 6,5%.

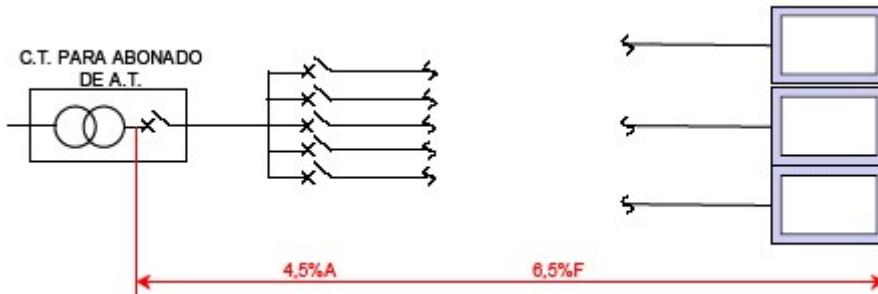


Figura 53 - Esquema caída de tensión admisible por normativa

10.2.1. Circuitos de alimentación de cuadros principales

La instalación dispone de un cuadro general de distribución del cual parten los circuitos de alimentación de los cuadros principales de la planta industrial. Cada cuadro principal alimentará las cargas de zonas definidas, quedando las cargas de la planta agrupadas por zonas.

La planta se repartirá en 4 zonas con su respectivo cuadro principal, que son los siguientes:

CUADRO DISTRIBUCIÓN DE BAJA TENSIÓN	
Cuadros Principales	Potencia (kW)
Cuadro Principal 1 - ZONA EXTERIOR (Acceso, laboratorio y alumbrado)	103.74
Cuadro Principal 2 - RECEPCIÓN MP Y ALMACENAMIENTO	212.80
Cuadro Principal 3 - NAVE INDUSTRIAL	821.95
Cuadro Principal 4 - SALA PCI	82.36

Tabla 31 - Distribución de cuadros principales de BT

Los circuitos de alimentación de los cuadros principales se realizarán bajo tubo soterrado y con cable con aislamiento XLPE, cubierta de poliolefina y conductor de cobre.

CGBT - CP				
Circuito	Cable	Sección (mm ²)	Canalización	
1 - CP1	RZ1 -K	3x1x120 + 1x70	Tubo soterrado 1	90 mm
2 - CP2	RZ1 -K	3x2x1x120 + 1x70	Tubo soterrado 2	160 mm
3 - CP3	RZ1 -K	3x6x1x240 + 3x120	Tubo soterrado 3	3x200 mm
4 - CP4	RZ1 -K	3x1x120 + 1x70	Tubo soterrado 4	90 mm

Tabla 32 - Secciones circuitos alimentación cuadros principales

10.2.2. Circuitos cuadro principal 1 – Zona exterior

El cuadro principal 1 se ubica en la caseta de control de accesos de la planta. Este cuadro está destinado a alimentar el control de accesos, el laboratorio y además, se ubica el cuadro de la iluminación exterior de la planta. Las cargas que alimenta el cuadro principal 1 son las siguientes:

Cuadro Principal 1 - ZONA EXTERIOR (Acceso, laboratorio y alumbrado)			
Carga	Potencia (Kw)	NºUds	Potencia Total (kW)
Cuadro Secundario 1.1 - ALUMBRADO EXTERIOR			54.578
Toma de corriente 16 A	3.68	12	44.16
Balanza de pesaje	5	1	5
TOTAL CP 1		103.738	

Tabla 33 - Cargas Cuadro Principal 1 - Zona Exterior

Los circuitos de alimentación de las cargas receptoras del cuadro principal 1 se realizarán en tubo y con conductor de cobre.

Cuadro Principal 1 - ZONA EXTERIOR (Acceso, laboratorio y alumbrado)				
Círculo	Cable	Sección (mm ²)	Canalización	
1.1 - CS1	RZ1 -K	3x1x25 + 1x16	Tubo 1	40 mm
1.2	RZ1 -K	2x1x25 + 1x16	Tubo 2	40 mm
1.3	RZ1 -K	4x1x1.5	Tubo 3	40 mm

Tabla 34 - Secciones cuadro principal 1 - zona exterior

10.2.3. Circuitos cuadro principal 2 – Recepción de MP y almacenamiento

El cuadro principal 2 alimenta a la zona de recepción de materia prima y la zona de almacenamiento. El cuadro principal se ubica en la zona de recepción, y alimenta a los siguientes circuitos:

Cuadro Principal 2 - RECEPCIÓN MP Y ALMACENAMIENTO			
Carga	Potencia (Kw)	Nº Uds	Potencia Total (kW)
Cuadro Secundario 2.1 - ALMACENAMIENTO			69.2
REDLER 1	2.2	1	2.2
LIMPIEZA 1	8.5	1	8.5
REDLER 2	2.2	1	2.2
LIMPIEZA 2	8.5	1	8.5
REDLER 3	2.2	1	2.2
LIMPIEZA 3	8.5	1	8.5
CINTA TRANSPORTADORA 1	5.5	1	5.5
ELEVADOR DE CANGILONES 1	7.5	1	7.5
CINTA TRANSPORTADORA 2	5.5	1	5.5
ELEVADOR DE CANGILONES 2	7.5	1	7.5
SECADO	80	1	80
TOTAL CP 2 - RECEPCIÓN MP Y ALMACENAMIENTO		207.3	

Tabla 35 - Cargas Cuadro Principal 2 - Recepción MP y Almacenamiento

Las cargas de recepción de materia prima se alimentan directamente desde el cuadro principal mediante instalación de tubo y conductor de cobre. Además, se alimenta un cuadro secundario 2.1 que alimentará a las cintas transportadoras del almacenamiento. El cuadro secundario alimenta a las siguientes cargas:

Cuadro Secundario 2.1 - ALMACENAMIENTO			
Carga	Potencia (Kw)	Nº Uds	Potencia Total (kW)
CINTA TRANSPORTADORA 3	2.2	1	2.2
ELEVADOR DE CANGILONES 3	11	1	11
CINTA TRANSPORTADORA 4	7.5	1	7.5
CINTA TRANSPORTADORA 5	7.5	1	7.5
CINTA TRANSPORTADORA 6	7.5	1	7.5
CINTA TRANSPORTADORA 7	7.5	1	7.5
CINTA TRANSPORTADORA 8	7.5	1	7.5
CINTA TRANSPORTADORA 9	7.5	1	7.5
ELEVADOR DE CANGILONES 4	11	1	11
TOTAL CS 2.1 - ALMACENAMIENTO			69.2

Tabla 36 - Cargas Cuadro Secundario 2.1 - Almacenamiento

La instalación de los circuitos de alimentación de las cargas de almacenamiento desde el cuadro secundario se realizará en tubo y con conductor de cobre.

Cuadro Principal 2 - RECEPCIÓN MP Y ALMACENAMIENTO				
Círculo	Cable	Sección (mm ²)	Canalización	
2.1 - CS 2	RZ1 -K	4x1x95 + 1x50	Tubo 4	75 mm
2.2 - Redler 1	RZ1 -K	5x1x2.5	Tubo 5	40 mm
2.3 - Limpieza 1	RZ1 -K	5x1x2.5	Tubo 6	40 mm
2.4 - Redler 2	RZ1 -K	5x1x2.5	Tubo 7	40 mm
2.5 - Limpieza 2	RZ1 -K	5x1x2.5	Tubo 8	40 mm
2.6 - Redler 3	RZ1 -K	5x1x2.5	Tubo 9	40 mm
2.7 - Limpieza 3	RZ1 -K	5x1x2.5	Tubo 10	40 mm
2.8 - Cinta 1	RZ1 -K	5x1x2.5	Tubo 11	40 mm
2.9 - Elevador 1	RZ1 -K	5x1x4	Tubo 12	40 mm
2.10 - Cinta 2	RZ1 -K	5x1x2.5	Tubo 13	40 mm
2.11 - Elevador 2	RZ1 -K	5x1x4	Tubo 14	40 mm
2.12 - Torre secado	RZ1 -K	4x1x70 + 1x35	Tubo 15	63 mm

Tabla 37 - Secciones cuadro principal 2 - Recepción MP

Cuadro Secundario 2.1 - ALMACENAMIENTO				
Círcuito	Cable	Sección (mm ²)	Canalización	
2.1.1 - Cinta 3	RZ1 -K	5x1x2.5	Tubo 16	40 mm
2.1.2 - Elevador 3	RZ1 -K	5x1x6	Tubo 17	40 mm
2.1.3 - Cinta 4	RZ1 -K	5x1x2.5	Tubo 18	40 mm
2.1.4 - Cinta 5	RZ1 -K	5x1x2.5	Tubo 19	40 mm
2.1.5 - Cinta 6	RZ1 -K	5x1x2.5	Tubo 20	40 mm
2.1.6 - Cinta 7	RZ1 -K	5x1x2.5	Tubo 21	40 mm
2.1.7 - Cinta 8	RZ1 -K	5x1x2.5	Tubo 22	40 mm
2.1.8 - Cinta 9	RZ1 -K	5x1x2.5	Tubo 23	40 mm
2.1.9 - Elevador 4	RZ1 -K	5x1x6	Tubo 24	40 mm

Tabla 38 – Secciones cuadro secundario 2.1 - Almacenamiento

10.2.4. Circuitos cuadro principal 3 – Nave industrial

El cuadro principal 3 alimenta la carga requerida por la nave industrial. La nave se ha dividido en 6 zonas, por tanto, alimentados desde el cuadro principal, se disponen de 6 cuadros secundarios que se encargan de alimentar los circuitos de los receptores de cada zona.

Cuadro Principal 3 - NAVE INDUSTRIAL		
Carga	Potencia Total (kW)	
Cuadro Secundario 3.1 - ENVASADO	72.24	
Cuadro Secundario 3.2 - SUBPRODUCTO	74	
Cuadro Secundario 3.3 - PRODUCCIÓN	502.8	
Cuadro Secundario 3.4 - SALA COMPRESORES	100	
Cuadro Secundario 3.5 - OFICINAS E ILUMINACIÓN	184.054	
TOTAL CP 3 - NAVE INDUSTRIAL		933.094

Tabla 39 - Cuadros secundarios del cuadro principal 3

La instalación de los circuitos de alimentación de los cuadros secundarios se realizará en bandeja perforada y con conductor de cobre.

Cuadro Principal 3 - NAVE INDUSTRIAL				
Círcito	Cable	Sección (mm ²)	Canalización	
3.1 - CS 1	RZ1 -K	4x1x35 + 1x16	Bandeja perforada 1	100 mm
3.2 - CS 2	RZ1 -K	4x1x35 + 1x16	Bandeja perforada 2	100 mm
3.3 - CS 3	RZ1 -K	4x3x1x120 + 1x70	Bandeja perforada 3	300 mm
3.4 - CS 4	RZ1 -K	4x1x95 + 1x50	Bandeja perforada 4	100 mm
3.5 - CS 5	RZ1 -K	4x1x150 + 1x95	Bandeja perforada 5	100 mm

Tabla 40 - Secciones cuadro principal 3 - Nave industrial

Las cargas de los diferentes cuadros secundarios son las siguientes:

Cuadro Secundario 3.1 - ENVASADO			
Carga	Potencia (Kw)	Nº Uds	Potencia Total (kW)
ENVASADORA 1	5.5	1	5.5
CINTA TRANSPORTADORA 12	1.1	1	1.1
ENFAJADORA 1	24	1	24
ENVASADORA 2	5.5	1	5.5
CINTA TRANSPORTADORA 13	1.1	1	1.1
ENFAJADORA 2	24	1	24
Toma de corriente 16A - Taller Mtto	3.68	3	11.04
TOTAL CS 3.1 - ENVASADO			72.24

Tabla 41 - Cargas cuadro secundario 3.1 - Envasado

Cuadro Secundario 3.2 - SUBPRODUCTO			
Carga	Potencia (Kw)	Nº Uds	Potencia Total (kW)
PRENSA EMBOLSADORA HORIZONTAL CON BALANZA 1	37	1	37
PRENSA EMBOLSADORA HORIZONTAL CON BALANZA 2	37	1	37
TOTAL CS 3.2 - SUBPRODUCTO		74	

Tabla 42 - Cargas Cuadro Secundario 3.2 - Subproducto

Cuadro Secundario 3.3 - PRODUCCIÓN			
Carga	Potencia (Kw)	Nº Uds	Potencia Total (kW)
CINTA TRANSPORTADORA 10	7.5	1	7.5
DESCASCARADORA 1	13	1	13
ELEVADOR DE CANGILONES 5	2.2	1	2.2
MESAS PADDY - SEPARADO 1	3	1	3
ELEVADOR DE CANGILONES 6	2.2	1	2.2
PULIDORA 1	78.5	1	78.5
ELEVADOR DE CANGILONES 7	2.2	1	2.2
BLANQUEADORA 1	55	1	55
ELEVADOR DE CANGILONES 8	2.2	1	2.2
CLASIFICADORA POR TAMAÑO 1	2.2	1	2.2
CLASIFICADORA POR COLOR 1	4.6	1	4.6
DESCASCARADORA 2	13	1	13
ELEVADOR DE CANGILONES 9	2.2	1	2.2
MESAS PADDY - SEPARADO 2	3	1	3
ELEVADOR DE CANGILONES 10	2.2	1	2.2
PULIDORA 2	78.5	1	78.5
ELEVADOR DE CANGILONES 11	2.2	1	2.2
BLANQUEADORA 2	55	1	55
ELEVADOR DE CANGILONES 12	2.2	1	2.2
CLASIFICADORA POR TAMAÑO 2	2.2	1	2.2
CLASIFICADORA POR COLOR 2	4.6	1	4.6
DESCASCARADORA 3	13	1	13
ELEVADOR DE CANGILONES 13	2.2	1	2.2
MESAS PADDY - SEPARADO 3	3	1	3
ELEVADOR DE CANGILONES 14	2.2	1	2.2
PULIDORA 3	78.5	1	78.5
ELEVADOR DE CANGILONES 15	2.2	1	2.2
BLANQUEADORA 3	55	1	55
ELEVADOR DE CANGILONES 16	2.2	1	2.2
CLASIFICADORA POR TAMAÑO 3	2.2	1	2.2
CLASIFICADORA POR COLOR 3	4.6	1	4.6
TOTAL CS 3.3 - PRODUCCIÓN			502.8

Tabla 43 - Cargas Cuadro Secundario 3.3 - Producción

Cuadro Secundario 3.4 - SALA COMPRESORES			
Carga	Potencia (Kw)	Nº Uds	Potencia Total (kW)
Compresor	50	2	100
TOTAL CS 3.4 -SALA COMPRESORES			100

Tabla 44 - Cargas Cuadro Secundario 3.4 – Sala Compresores

Cuadro Secundario 3.5 - OFICINAS E ILUMINACIÓN			
Carga	Potencia (Kw)	Nº Uds	Potencia Total (kW)
Iluminación Oficinas			1.155
Iluminación Nave			13.619
Tomas de corriente oficinas y vestuarios			169.28
TOTAL CS 3.5 - OFICINAS E ILUMINACIÓN			184.054

Tabla 45 - Cargas Cuadro Secundario 3.5 – Oficinas e Iluminación

La instalación de alimentación de los diferentes receptores desde cada cuadro secundario se realizará en tubo y con conductor de cobre.

Cuadro Secundario 3.1 - ENVASADO				
Circuito	Cable	Sección (mm ²)	Canalización	
3.1.1 - Envasadora 1	RZ1 -K	5x1x1.5	Tubo 25	40 mm
3.1.2 - Cinta 12	RZ1 -K	5x1x1.5	Tubo 26	40 mm
3.1.3 - Enfajadora 1	RZ1 -K	5x1x10	Tubo 27	40 mm
3.1.4 - Envasadora 2	RZ1 -K	5x1x1.5	Tubo 28	40 mm
3.1.5 - Cinta 13	RZ1 -K	5x1x1.5	Tubo 29	40 mm
3.1.6 - Enfajadora 2	RZ1 -K	5x1x10	Tubo 30	40 mm

Tabla 46 - Secciones cuadro secundario 3.1 - Envaseado

Cuadro Secundario 3.2 - SUBPRODUCTO				
Circuito	Cable	Sección (mm ²)	Canalización	
3.2.1 - Prensa 1	RZ1 -K	5x1x16	Tubo 31	40 mm
3.2.2 - Prensa 2	RZ1 -K	5x1x16	Tubo 32	40 mm

Tabla 47 - Secciones cuadro secundario 3.2 - Subproducto

Cuadro Secundario 3.3 - PRODUCCIÓN				
Círcuito	Cable	Sección (mm ²)	Canalización	
3.3.1 - Cinta 10	RZ1 -K	5x1x1.5	Tubo 33	40 mm
3.3.2 - Descascaradora 1	RZ1 -K	5x1x4	Tubo 34	40 mm
3.3.3 - Elevador 5	RZ1 -K	5x1x1.5	Tubo 35	40 mm
3.3.4 - Mesa paddy 1	RZ1 -K	5x1x1.5	Tubo 36	40 mm
3.3.5 - Elevador 6	RZ1 -K	5x1x1.5	Tubo 37	40 mm
3.3.6 - Pulidora 1	RZ1 -K	4x1x50 + 1x25	Tubo 38	63 mm
3.3.7 - Elevador 7	RZ1 -K	5x1x1.5	Tubo 39	40 mm
3.3.8 - Blanqueadora 1	RZ1 -K	4x1x35 + 1x16	Tubo 40	50 mm
3.3.9 - Elevador 8	RZ1 -K	5x1x1.5	Tubo 41	40 mm
3.3.10 - Clasificadora tamaño 1	RZ1 -K	5x1x1.5	Tubo 42	40 mm
3.3.11 - Clasificadora color 1	RZ1 -K	5x1x1.5	Tubo 43	40 mm
3.3.12 - Descascaradora 2	RZ1 -K	5x1x4	Tubo 44	40 mm
3.3.13 - Elevador 9	RZ1 -K	5x1x1.5	Tubo 45	40 mm
3.3.14 - Mesa paddy 2	RZ1 -K	5x1x1.5	Tubo 46	40 mm
3.3.15 - Elevador 10	RZ1 -K	5x1x1.5	Tubo 47	40 mm
3.3.16 - Pulidora 2	RZ1 -K	4x1x50 + 1x25	Tubo 48	63 mm
3.3.17 - Elevador 11	RZ1 -K	5x1x1.5	Tubo 49	40 mm
3.3.18 - Blanqueadora 2	RZ1 -K	4x1x35 + 1x16	Tubo 50	50 mm
3.3.19 - Elevador 12	RZ1 -K	5x1x1.5	Tubo 51	40 mm
3.3.20 - Clasificadora tamaño 2	RZ1 -K	5x1x1.5	Tubo 52	40 mm
3.3.21 - Clasificadora color 2	RZ1 -K	5x1x1.5	Tubo 53	40 mm
3.3.22 - Descascaradora 3	RZ1 -K	5x1x4	Tubo 54	40 mm
3.3.23 - Elevador 13	RZ1 -K	5x1x1.5	Tubo 55	40 mm
3.3.24 - Mesa paddy 3	RZ1 -K	5x1x1.5	Tubo 56	40 mm
3.3.25 - Elevador 14	RZ1 -K	5x1x1.5	Tubo 57	40 mm
3.3.26 - Pulidora 3	RZ1 -K	4x1x50 + 1x25	Tubo 58	63 mm
3.3.27 - Elevador 15	RZ1 -K	5x1x1.5	Tubo 59	40 mm
3.3.28 - Blanqueadora 3	RZ1 -K	4x1x35 + 1x16	Tubo 60	50 mm
3.3.29 - Elevador 16	RZ1 -K	5x1x1.5	Tubo 61	40 mm
3.3.30 - Clasificadora tamaño 3	RZ1 -K	5x1x1.5	Tubo 62	40 mm
3.3.31 - Clasificadora color 3	RZ1 -K	5x1x1.5	Tubo 63	40 mm

Tabla 48 - Secciones cuadro secundario 3.3 - Producción

Cuadro Secundario 3.4 - SALA COMPRESORES				
Círcuito	Cable	Sección (mm ²)	Canalización	
3.4.1 - Compresor	RZ1 -K	4x1x95 + 1x50	Tubo 64	63 mm

Tabla 49 – Secciones cuadro secundario 3.4 – Sala compresores

10.2.5. Circuitos cuadro principal 4 – Sala PCI

El cuadro principal 4 está ubicado en la sala de protección contra incendio, y alimenta al grupo de presión de dicha protección.

Cuadro Principal 4 - SALA PCI			
Carga	Potencia (Kw)	Nº Uds	Potencia Total (kW)
Grupo presión PCI	75	1	75
Toma de corriente 16 A	3.68	2	7.36
TOTAL CP 4 - SALA PCI			82.36

Tabla 50 - Cargas Cuadro Principal 4 Sala PCI

De acuerdo con lo indicado en la ITC-BT-28, los cables serán no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida.

Cuadro Principal 4 - SALA PCI				
Círcuito	Cable	Sección (mm ²)	Canalización	
4.1 - Grupo PCI	RZ1 -K (AS)	4x1x50 + 1x25	Tubo 65	63 mm

10.3. Protecciones

La instalación estará protegida por las protecciones adecuadas de baja tensión, cumpliendo con las disposiciones de la normativa.

10.3.1. Protección contra sobreintensidades

La instalación debe estar protegida frente a posibles sobreintensidades que se puedan originar. Para ello, se protegerá la instalación de acuerdo con la ITC-BT-22 – “*Protección contra sobreintensidades*”.

- Protección contra sobrecargas: El dispositivo de protección debe garantizar la intensidad máxima admisible de cada conductor. El dispositivo será un interruptor automático de corte omnipolar con curva térmica de corte.
- Protección contra cortocircuitos: En cada punto de conexión en cada origen de un circuito, se dispondrá de un dispositivo de protección con un poder de corte acorde a la intensidad de cortocircuito que se puede originar en ese punto.

De acuerdo con la ITC-BT-17, el poder de corte del interruptor automático será de 4500 A como mínimo.

10.3.2. Protección contra sobrecargas

La instalación debe estar protegida contra sobrecargas conforme la ITC-BT-23 “*Protección contra sobretensiones*”.

Las sobretensiones pueden ser diferentes dependiendo de si son originadas por una descarga directa de un rayo o si es originada por defectos de red o efectos inductivos y capacitivos.

Las sobretensiones se clasifican en diferentes categorías dependiendo el nivel de tensión soportada en cada parte de la instalación. Hay cuatro categorías:

- Categoría I: Equipos muy sensibles a sobretensiones.
- Categoría II: Equipos conectados a instalación fija.
- Categoría III: Equipos con alto nivel de fiabilidad (aparmenta, canalizaciones, etc)
- Categoría IV: Equipos conectados próximos al origen de la instalación.

10.3.3. Protección contra contactos directos e indirectos

La protección contra contactos indirectos se diseña conforme lo dispuesto en la ITC-BT-24 “*Protección contra contactos directos e indirectos*”.

Los contactos directos se originan con el contacto de personas sobre partes activas de la instalación eléctrica. Los contactos directos se evitan mediante aislamiento de las partes activas, uso de envolventes, o por alejamiento de la zona de contacto.

El contacto indirecto se protege con un corte automático de la alimentación cuando se detecta una derivación peligrosa. Además, se emplean equipos de clase II, asegurando un adecuado aislamiento de los equipos y de las partes activas.

10.3.4. Equipos de protección seleccionados

CUADRO GENERAL DE BAJA TENSIÓN			
Círculo	Protección	In (A)	PdC
DI -> TRAFO - CGBT	COMPAC NS2500 micrologic 5.0 a 0.9	2250	100
1 - CGBT - CP1	NSX250S - TM-D 0.8	200	100
2 - CGBT - CP2	NSX400S - TM-D 1	400	100
3 - CGBT - CP3	COMPAC NS2000 Micrologic 5.0 - 0.9	1800	100
4 - CGBT - CP4	NS160S -TM-D 1	160	100

Tabla 51 - Protecciones cuadros principales

CIRCUITOS CUADRO PRINCIPAL 2 - RECEPCIÓN MP			
Círculo	Protección	In (A)	PdC
2.1 - CS 2	NS160F - TM-D 1	160	36
2.2 - Redler 1	ICL60-N - Curva C	6	10
2.3 - Limpieza 1	ICL60-N - Curva C	16	10
2.4 - Redler 2	ICL60-N - Curva C	6	10
2.5 - Limpieza 2	ICL60-N - Curva C	16	10
2.6 - Redler 3	ICL60-N - Curva C	6	10
2.7 - Limpieza 3	ICL60-N - Curva C	16	10
2.8 - Cinta 1	ICL60-N - Curva C	10	10
2.9 - Elevador 1	ICL60-N - Curva C	16	10
2.10 - Cinta 2	ICL60-N - Curva C	10	10
2.11 - Elevador 2	ICL60-N - Curva C	16	10
2.12 - Torre secado	NS160F - TM-D 1	160	36

CIRCUITOS CUADRO SECUNDARIO 2.1 - ALMACENAMIENTO			
Círculo	Protección	In (A)	PdC
2.1.1 - Cinta 3	ICL60-N - Curva C	6	10
2.1.2 - Elevador 3	ICL60-N - Curva C	20	10
2.1.3 - Cinta 4	ICL60-N - Curva C	16	10
2.1.4 - Cinta 5	ICL60-N - Curva C	16	10
2.1.5 - Cinta 6	ICL60-N - Curva C	16	10
2.1.6 - Cinta 7	ICL60-N - Curva C	16	10
2.1.7 - Cinta 8	ICL60-N - Curva C	16	10
2.1.8 - Cinta 9	ICL60-N - Curva C	16	10
2.1.9 - Elevador 4	ICL60-N - Curva C	20	10

Tabla 52 - Protecciones circuitos cuadro secundario 2.1 - Almacenamiento

Cuadro Principal 3 - NAVE INDUSTRIAL			
Círculo	Protección	In (A)	PdC
3.1 - CS 1	NS160-F TM-D 0.9	144	36
3.2 - CS 2	NS160-F TM-D 0.9	144	36
3.3 - CS 3	COMPAC NS1000 Micrologic 5.0 - 1	1000	50
3.4 - CS 4	NSX250-F TM-D 0.8	200	36
3.5 - CS 5	NSX400-F TM-D 0.9	360	50

Tabla 53 - Protecciones circuitos cuadro principal 3 - Nave industrial

Cuadro Secundario 3.1 - ENVASADO			
Círculo	Protección	In (A)	PdC
3.1.1 - Envasadora 1	ICL60-L - Curva C	10	25
3.1.2 - Cinta 12	ICL60-L - Curva C	2	100
3.1.3 - Enfajadora 1	ICL60-L - Curva C	50	15
3.1.4 - Envasadora 2	ICL60-L - Curva C	10	25
3.1.5 - Cinta 13	ICL60-L - Curva C	2	100
3.1.6 - Enfajadora 2	ICL60-L - Curva C	50	15

Tabla 54 - Protecciones circuitos cuadro secundario 3.1 - Envasado

Cuadro Secundario 3.2 - SUBPRODUCTO			
Círculo	Protección	In (A)	PdC
3.2.1 - Prensa 1	NSX100-F TM-D 0.7	70	36
3.2.2 - Prensa 2	NSX100-F TM-D 0.8	70	36

Tabla 55 - Protecciones circuitos cuadro secundario 3.2 - Subproducto

Cuadro Secundario 3.3 - PRODUCCIÓN			
Círculo	Protección	In (A)	PdC
3.3.1 - Cinta 10	ICL60-N - Curva C	16	10
3.3.2 - Descascaradora 1	ICL60-N - Curva C	25	10
3.3.3 - Elevador 5	ICL60-N - Curva C	6	10
3.3.4 - Mesa paddy 1	ICL60-N - Curva C	6	10
3.3.5 - Elevador 6	ICL60-N - Curva C	6	10
3.3.6 - Pulidora 1	NS160-F TM-D 0.9	144	36
3.3.7 - Elevador 7	ICL60-N - Curva C	6	10
3.3.8 - Blanqueadora 1	NSX100-F TM-D 1	100	36
3.3.9 - Elevador 8	ICL60-N - Curva C	6	10
3.3.10 - Clasificadora tamaño 1	ICL60-N - Curva C	6	10
3.3.11 - Clasificadora color 1	ICL60-N - Curva C	10	10
3.3.12 - Descascaradora 2	ICL60-N - Curva C	25	10
3.3.13 - Elevador 9	ICL60-N - Curva C	6	10
3.3.14 - Mesa paddy 2	ICL60-N - Curva C	6	10
3.3.15 - Elevador 10	ICL60-N - Curva C	6	10
3.3.16 - Pulidora 2	NS160-F TM-D 0.9	144	36
3.3.17 - Elevador 11	ICL60-N - Curva C	6	10
3.3.18 -Blanqueadora 2	NSX100-F TM-D 1	100	36
3.3.19 - Elevador 12	ICL60-N - Curva C	6	10
3.3.20 - Clasificadora tamaño 2	ICL60-N - Curva C	6	10
3.3.21 - Clasificadora color 2	ICL60-N - Curva C	10	10
3.3.22 - Descascaradora 3	ICL60-N - Curva C	25	10
3.3.23 - Elevador 13	ICL60-N - Curva C	6	10
3.3.24 - Mesa paddy 3	ICL60-N - Curva C	6	10
3.3.25 - Elevador 14	ICL60-N - Curva C	6	10
3.3.26 - Pulidora 3	NS160-F TM-D 0.9	144	36
3.3.27 - Elevador 15	ICL60-N - Curva C	6	10
3.3.28 -Blanqueadora 3	NSX100-F TM-D 1	100	36
3.3.29 - Elevador 16	ICL60-N - Curva C	6	10
3.3.30 - Clasificadora tamaño 3	ICL60-N - Curva C	6	10
3.3.31 - Clasificadora color 3	ICL60-N - Curva C	10	10

Tabla 56 - Protecciones circuitos cuadro secundario 3.3 - Producción

Cuadro Secundario 3.4 - SALA COMPRESORES			
Círculo	Protección	In (A)	PdC
3.4.1 - Compresor	NSX250-F TM-D 0.8	200	36

Tabla 57 - Protecciones circuitos cuadro secundario 3.4 - Sala compresores

Cuadro Principal 4 - SALA PCI			
Círculo	Protección	In (A)	PdC
4.1 - Grupo PCI	NS160-F TM-D 0.9	144	36

Tabla 58 - Protecciones circuitos cuadro principal 4 - PCI

10.4. Instalación de puesta a tierra

La puesta a tierra es la unión de la instalación eléctrica con unos electrodos enterrados en el terreno para proteger la instalación de gradientes de potencial peligrosos. Además permite la derivación de las corrientes de defecto o descargas atmosféricas.

Se elige un esquema TT, establecido en la ITC-BT-08. Las masas tienen tomas de tierras independientes de la toma de tierra de la alimentación.

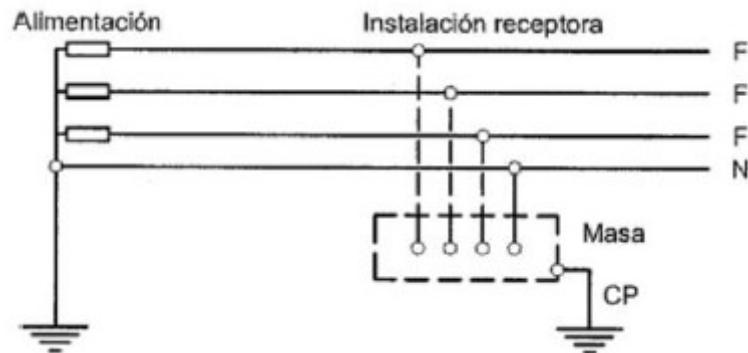


Figura 54 - Esquema TT puesta a tierra

ANEJOS DE CÁLCULO

Índice de Anejos

ANEJO I: CÁLCULO PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS	91
I.1. Definición tipo establecimiento y sectores de incendio	91
I.2. Cálculo del nivel de riesgo intrínseco	93
I.3. Requisitos constructivos	96
I.4. Cálculo de los requisitos de las instalaciones de PCI	97
I.4.1. Sistemas de hidrantes exteriores	97
I.4.2. Sistemas de bocas de incendio equipadas	98
I.4.3. Sistema de rociadores automáticos de agua	99
I.4.4. Sistemas de abastecimiento de agua	99
I.4.5. Extintores de incendios	100
I.5. Cálculo de la instalación de rociadores del sector 1	102
I.5.1. Clase de riesgo	102
I.5.2. Criterios de diseño hidráulico	102
I.5.3. Cálculo hidráulico	104
I.6. Cálculo de la instalación de rociadores del sector 2	108
I.6.1. Clase de riesgo	108
I.6.2. Criterios de diseño hidráulico	109
I.6.3. Cálculo hidráulico	110
ANEJO II: CÁLCULO DE LA ILUMINACIÓN INTERIOR Y EXTERIOR	115
II.1. Iluminación exterior de la planta.	115
II.1.1. Luminarias exteriores	115
II.1.2. Informe iluminación exterior	116
II.2. Iluminación interior de la nave industrial.	124
II.2.1. Luminarias interiores	124
II.2.2. Informe iluminación interior	126

II.3. Iluminación interior de las oficinas.	.....	138
II.3.1. Luminarias interiores	.....	138
II.3.2. Informe iluminación interior – Planta Baja	.....	140
II.3.3. Informe iluminación interior – Planta Alta	.....	146
ANEJO III: CÁLCULO INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE MEDIA TENSIÓN	.....	155
III.1. Acometida subterránea Subestación – Centro Transformación	.....	155
III.1.1.Cálculo de la intensidad máxima admisible	.....	155
III.1.2.Cálculo de la intensidad soportada	.....	157
III.1.3.Cálculo de la sección mínima por intensidad de cortocircuito	.....	158
III.1.4.Cálculo de la caída de tensión	.....	159
III.2. Cálculo del transformador	.....	160
III.2.1. Cálculo de intensidades	.....	160
ANEJO IV: CÁLCULO INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN	.....	163
IV.1. Cálculo de las secciones	.....	163
IV.1.1. Criterio de sección por capacidad de carga permanente	.....	163
IV.1.2. Criterio de sección por caída de tensión	.....	174
IV.1.3. Criterio de sección por cortocircuito	.....	179
IV.1.4. Resumen de secciones y canalización de cada circuito	.....	180
IV.1.5. Hoja características cable y canalización	.....	183
IV.2. Cálculo de la apertura	.....	184
IV.2.1. Cálculo de la intensidad de cortocircuito	.....	184
IV.2.2. Protección contra sobrecargas	.....	187
IV.2.3. Protección contra cortocircuitos	.....	188
IV.2.4. Protecciones calculadas	.....	188
IV.2.5. Hoja características de la apertura	.....	193

ANEJO I: CÁLCULO PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

El cálculo de la Protección Contra Incendios de las instalaciones objeto de este proyecto, se calcula en base a la disposiciones y requerimientos descritos en el “*REAL DECRETO 2267/2004, de 3 de diciembre: Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales*”.

I.1. Definición tipo establecimiento y sectores de incendio

Primeramente, se debe definir la caracterización del establecimiento bajo estudio. Según lo dispuesto en la normativa anteriormente descrita, el establecimiento es clasificado como **Tipo C**, ocupando totalmente el edificio, y situado a una distancia mayor de 3 metros de cualquier otro establecimiento.

Cada actividad tiene asociada una densidad de carga de fuego media y un riesgo de activación asociado Ra. Los valores asociados vienen dispuestos en la *TABLA I.2 “VALORES DE DENSIDAD DE CARGA DE FUEGO MEDIA DE DIVERSOS PROCESOS INDUSTRIALES, DE ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS Y RIESGO DE ACTIVACIÓN ASOCIADO, Ra”*, incluida en el ANEXO I del RD 2267/2004.

RD 2267/2004 - ANEXO I- TABLA 2.1	
ZONA	ACTIVIDAD
LÍNEA PRODUCCIÓN	Alimentación, expedición
LÍNEA SUBPRODUCTO	Embalaje de productos alimenticios
LÍNEA ENVASADO	Embalaje de productos alimenticios
ALMACÉN	Alimentación
ALMACÉN SUBPRODUCTO	Alimentación, materias primas
TALLER MANTENIMIENTO	Taller de reparación
SALA COMPRESORES	Máquinas
VESTUARIO FEMENINO	NO PROCEDE
VESTUARIO MASCULINO	NO PROCEDE
OFICINAS	Oficinas técnicas
PASILLOS	NO PROCEDE

Tabla 59 - ANEJO I: PCI - Actividades

En la *TABLA 1.1. "GRADO DE PELIGROSIDAD DE LOS COMBUSTIBLES"*, se obtiene el valor del coeficiente adimensional que pondera el grado de peligrosidad:

ALTA	MEDIA	BAJA
– Líquidos clasificados como clase A en la ITC MIE-APQ1	– Líquidos clasificados como subclase B ₂ en la ITC MIE-APQ1.	– Líquidos clasificados como clase D en la ITC MIE-APQ1.
– Líquidos clasificados como subclase B ₁ en la ITC MIE-APQ1.	– Líquidos clasificados como clase C en la ITC MIE-APQ1.	
– Sólidos capaces de iniciar su combustión a una temperatura inferior a 100 °C.	– Sólidos que comienzan su ignición a una temperatura comprendida entre 100 °C y 200 °C.	– Sólidos que comienzan su ignición a una temperatura superior a 200 °C.
– Productos que pueden formar mezclas explosivas con el aire a temperatura ambiente.	– Sólidos que emiten gases inflamables.	
– Productos que pueden iniciar combustión espontánea en el aire a temperatura ambiente.		
C _i = 1,60	C _i = 1,30	C _i = 1,00

Tabla 60 - ANEJO I: PCI - Coeficiente peligrosidad

Las zonas de la nave industrial se agrupan en 3 sectores independientes de incendio. Uno correspondiente a la zona de producción, envasado y subproducto. Las correspondientes densidades de fuego media y riesgo de actividad para cada zona del sector 1 son las siguientes:

ZONA INDUSTRIAL	SUPERFICIE (m ²)	ALTURA (m)	ACTIVIDAD	PRODUCCIÓN			ALMACENAMIENTO			
				qs (MJ/m ²)	Ra	Ci	qv (MJ/m ³)	RA	Ci	% ocupación
Zona de producción	1764.18	6	Alimentación, expedición	1000	2	1.6				
Zona de envasado	868.77	6	Embalaje de productos alimenticios	800	1.5	1.6				
Zona de subproducto	476.685	6	Embalaje de productos alimenticios	800	1.5	1.6				
Almacén subproducto	389.07	6	Alimentación, materias primas				3400	2	1.6	0.6

Tabla 61 - ANEJO I: PCI - Densidad carga fuego media - Sector 1

Otro sector lo formarán el almacén de producto terminado y el almacén de subproducto. Las correspondientes densidades de fuego media y riesgo de actividad para cada zona del sector 2 son:

ZONA INDUSTRIAL	SUPERFICIE (m ²)	ALTURA (m)	ACTIVIDAD	ALMACENAMIENTO			
				qv (MJ/m ³)	RA	Ci	% ocupación
Almacén producto terminado	1305.36	6	Alimentación	3400	2	1.6	0.7

Tabla 62 – ANEJO I: PCI - Densidad carga de fuego media - Sector 2

Por último, el tercer sector lo forma la sala compresores, el taller de mantenimiento y las oficinas. Las correspondientes densidades de fuego media y riesgo de actividad para cada zona del sector 3 son:

ZONA INDUSTRIAL	SUPERFICIE (m ²)	ACTIVIDAD	PRODUCCIÓN		
			qs (MJ/m ²)	Ra	Ci
Taller mantenimiento	56.4	taller de reparación	400	1	1.3
Sala de compresores	37.6	máquinas	200	1	1.3
Sala Cuadro Eléctrico	34.78	Aparatos eléctricos	400	1	1.3
Oficinas	240	oficinas técnicas	600	1	1.3

Tabla 63 – ANEJO I: PCI - Densidad carga de fuego media - Sector 3

Las zonas de pasillo y aseos no se toman en consideración debido a que no aportan carga de fuego.

I.2. Cálculo del nivel de riesgo intrínseco

El nivel de riesgo intrínseco está asociado al tipo de establecimiento, y a la densidad de carga de fuego, ponderada y corregida del sector de incendio en MJ/m².

El cálculo de la densidad de carga de fuego para actividades de producción, transformación, reparación o cualquier otra distinta al almacenamiento:

$$Q_s = \frac{\sum q_{si} \cdot S_i \cdot C_i}{A} \cdot R_a$$

Donde:

Q_s = Densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, del sector de incendio en MJ/m².

q_{si} = 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/m².

S_i = superficie de cada zona con proceso diferente y densidad de carga de fuego, en m^2 .

C_i = coeficiente adimensional que pondera el grado de peligrosidad que existe en el sector de incendio.

R_a = coeficiente adimensional que corrige el grado de peligrosidad por activación inherente a la actividad industrial.

A = superficie construida del sector de incendio, en m^2 .

El cálculo de la densidad de carga de fuego para actividades de almacenamiento:

$$Q_s = \frac{\sum q_{vi} \cdot C_i \cdot h_i \cdot S_i \cdot x}{A} \cdot R_a$$

Donde:

Q_s , C_i , R_a , S_i , A tienen el mismo significado que en el caso anterior.

q_{vi} = carga de fuego aportada por cada m^3 de zona de almacenamiento existente en el sector, en MJ/m^3 .

h_i = altura de almacenamiento.

x = fracción del almacén ocupado.

En el caso de que un mismo sector de incendio albergue actividades de producción como de almacenamiento, la carga de fuego es la suma de ambas fórmulas. Por tanto, aplicando dichas fórmulas, se obtiene la densidad de carga de fuego ponderada y corregida para cada sector:

SECTOR	DENSIDAD DE CARGA DE FUEGO PONDERADA Y CORREGIDA Q_s (MJ/m^2)
1	2609.23
2	45696.00
3	662.70

Tabla 64 - ANEJO I: PCI - Densidad de carga de fuego para cada sector.

El nivel de riesgo intrínseco asociado a la densidad de carga de fuego para cada sector viene establecido por la TABLA 1.3 del ANEXO I:

Nivel de riesgo intrínseco		Densidad de carga de fuego ponderada y corregida	
		Mcal/m ²	MJ/m ²
BAJO	1	$Q_s \leq 100$	$Q_s \leq 425$
	2	$100 < Q_s \leq 200$	$425 < Q_s \leq 850$
MEDIO	3	$200 < Q_s \leq 300$	$850 < Q_s \leq 1.275$
	4	$300 < Q_s \leq 400$	$1.275 < Q_s \leq 1.700$
	5	$400 < Q_s \leq 800$	$1.700 < Q_s \leq 3.400$
ALTO	6	$800 < Q_s \leq 1.600$	$3.400 < Q_s \leq 6.800$
	7	$1.600 < Q_s \leq 3.200$	$6.800 < Q_s \leq 13.600$
	8	$3.200 < Q_s$	$13600 < Q_s$

Tabla 65 - ANEJO I: PCI - 1.3. Nivel de riesgo

Por tanto, el nivel de riesgo intrínseco asociado a cada sector es:

SECTOR	DENSIDAD DE CARGA DE FUEGO PONDERADA Y CORREGIDA - Q_s (MJ/m ²)	NIVEL DE RIESGO
1	2609.23	MEDIO 5
2	45696.00	ALTO 8
3	662.70	BAJO 2

Tabla 66 - ANEJO I: PCI - Nivel de Riesgo por sector.

Dependiendo del tipo de establecimiento y el nivel de riesgo intrínseco, la normativa limita la máxima superficie construida admitida. Para ello, se consulta la TABLA 2.1 “MÁXIMA SUPERFICIE CONSTRUIDA ADMISIBLE DE CADA SECTOR DE INCENDIO” para comprobar que los sectores definidos cumplen con normativa:

Riesgo intrínseco del sector de incendio	Configuración del establecimiento		
	TIPO A (m ²)	TIPO B (m ²)	TIPO C (m ²)
BAJO	(1)-(2)-(3)		(3) (4) SIN LÍMITE
	2000	6000	
MEDIO	1000	4000	6000
	(2)-(3)		(3) (4) 5000
	500	3500	
ALTO	400	3000	4000
	300	2500	3500
NO ADMITIDO		(3)(4) 3000	
NO ADMITIDO		2500	
		2000	

Tabla 67- ANEJO I: PCI - 2.1. Superficie máxima admitida

Por tanto, se comprueba que cada sector de incendio definido, cumple la superficie máxima admitida correspondiente a su nivel de riesgo intrínseco.

SECTOR	TIPO ESTABLECIMIENTO	NIVEL DE RIESGO	MÁXIMA SUPERFICIE ADMISIBLE	SUPERFICIE SECTOR	¿CUMPLE NORMATIVA?
1	C	MEDIO 5	3500	3498.705	SI
2	C	ALTO 8	2000	1305.36	SI
3	C	BAJO 2	6000	368.78	SI

Tabla 68 - ANEJO I: PCI – Superficie máxima admitida por riesgo

I.3. Requisitos constructivos

El nivel de estabilidad al fuego de elementos estructurales portantes se define en *TABLA 2.2 “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 69 - ANEJO I: PCI - Estabilidad al fuego elementos portantes

Dependiendo del tipo de establecimiento y el nivel de riesgo de cada sector, se requiere una estabilidad específica. La estabilidad al fuego exigida para cada sector de incendio es:

SECTOR	TIPO ESTABLECIMIENTO	NIVEL DE RIESGO	ESTABILIDAD AL FUEGO
1	C	MEDIO 5	R 60
2	C	ALTO 8	R 90
3	C	BAJO 2	R 30

Tabla 70 - ANEJO I: PCI - Estabilidad al fuego por sector

En establecimientos industriales de una sola planta, o con zonas administrativas en más de una planta pero compartimentadas del uso industrial, 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.

I.4. Cálculo de los requisitos de las instalaciones de protección contra incendios

I.4.1. Sistemas de hidrantes exteriores

Los hidrantes exteriores son sistemas de abastecimiento de agua para uso exclusivo del Cuerpo de Bomberos y personal debidamente formado.

Para determinar si hay que instalar un sistema de hidrantes exteriores, se consulta la TABLA 3.1. “HIDRANTES EXTERIORES EN FUNCIÓN DE LA CONFIGURACIÓN DE LA ZONA, SU SUPERFICIE CONSTRUIDA Y SU NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO”

Configuración de la zona de incendio	Superficie del sector o área de incendio (m ²)	Riesgo Intrínseco		
		Bajo	Medio	Alto
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

Tabla 71 - ANEJO I: PCI - 3.1. Hidrantes exteriores

Como los sectores de incendio no superan las superficies necesarias, no será necesario la instalación de hidrantes exteriores.

1.4.2. Sistemas de bocas de incendio equipadas

Los sistemas de bocas de incendio equipadas están formados por una fuente de abastecimiento de agua, una red de alimentación y los equipos de bocas de incendio equipadas (BIE) necesarios.

Será de obligatoria instalación en establecimientos tipo C, con nivel de riesgo MEDIO y superficie total construida superior a 1.000 m². Además, será obligatoria su instalación en sectores de riesgo ALTO y superficie total construida superior a 800 m².

SISTEMAS DE BOCAS DE INCENDIO EQUIPADAS					
SECTOR	TIPO ACTIVIDAD	NIVEL DE RIESGO	SUPERFICIE CONSTRUIDA (m ²)	SUPERFICIE NORMATIVA	INSTALACIÓN
1	PRODUCCIÓN	MEDIO 5	3115.53	1000	OBLIGATORIO
2	ALMACENAMIENTO	ALTO 8	1700.37	800	OBLIGATORIO
3	PRODUCCIÓN	BAJO 2	371.6	-	NO

Tabla 72 - ANEJO I: PCI - Instalación BIE

Por tanto, se instalarán Bocas de Incendio Equipadas (BIE) en el sector 1 y 2 de forma obligatoria. El sector 3 está excepto de obligatoriedad de instalar BIEs.

Para establecer el tipo de BIE y las necesidades de agua, se emplea las siguientes disposiciones por normativa:

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

Tabla 73 - ANEJO I: PCI - Tipo BIE y necesidades de agua

Para el sector 1 con nivel de riesgo MEDIO, se instalarán BIE de DN 45 mm con un tiempo de autonomía de 60 min.

Para el sector 2, con nivel de riesgo ALTO, se instalarán BIE de DN 45 mm y tiempo de autonomía de 90 minutos.

I.4.3. Sistema de rociadores automáticos de agua

Se instalarán sistemas de rociadores automáticos de agua en los sectores de incendio que cumplan los requisitos de la normativa RICIEI para los establecimientos tipo C:

En actividades de producción:

- Nivel de riesgo intrínseco MEDIO y superficie total construida superior a 3.500 m².
- Nivel de riesgo intrínseco ALTO y superficie total construida superior a 2.000 m².

En actividades de almacenamiento:

- Nivel de riesgo intrínseco MEDIO y superficie total construida superior a 2.000 m².
- Nivel de riesgo intrínseco ALTO y superficie total construida superior a 1.000 m².

SISTEMAS DE ROCIADORES AUTOMÁTICOS DE AGUA					
SECTOR	TIPO ACTIVIDAD	NIVEL DE RIESGO	SUPERFICIE CONSTRUIDA (m ²)	SUPERFICIE NORMATIVA	INSTALACIÓN
1	PRODUCCIÓN	MEDIO 5	3498.705	3500	SI
2	ALMACENAMIENTO	ALTO 8	1305.36	1000	OBLIGATORIO
3	PRODUCCIÓN	BAJO 2	368.78	-	NO

Tabla 74 - ANEJO I: PCI - Instalación rociadores

El sector 1 y 2 de incendios dispondrá de instalación de rociadores automáticos de agua. El diseño y las condiciones de instalación de los sistemas de rociadores automáticos serán conformes a la norma UNE-EN 12845.

I.4.4. Sistemas de abastecimiento de agua contra incendios

Se deberá instalar un sistema de abastecimiento de agua para dar servicio adecuadamente en caudal, presión y reserva a aquellos sistemas de protección contra incendios que lo requieran. Como en la instalación existen varios sistemas, se considera la simultaneidad mínima de operación para la determinación de las condiciones necesarias del sistema de abastecimiento.

En nuestro sistema, coexisten el sistema de bocas de incendio equipadas BIE y el sistema de rociadores automáticos, por tanto, siguiendo las indicaciones según normativa, se deberá instalar el caudal de agua requerido por los rociadores automáticos (Q_{RA}) y la reserva de agua necesaria para los rociadores (R_{RA}).

Se obtiene en la normativa *ANEXO III – “CUADRO RESUMEN PARA EL CÁLCULO DEL CAUDAL (Q) Y RESERVA ® DE AGUA CUADNO EN UNA INSTALACIÓN COEXISTEN VARIOS SISTEMAS DE EXTINCIÓN”*

TIPO DE INSTALACIÓN	BIE [1]	HIDRANTES [2]		ROCIADORES AUTOMÁTICOS [3]	AGUA PULVERIZADA [4]	ESPUMA [5]
[1] BIE	Q _B /R _E	(a) Q _H /R _H (b) Q _B -Q _H /R _E +R _H) 0,5 Q _H +Q _{RA} 0,5 R _H +R _{RA}		Q _{RA} /R _{RA}		
[2] HIDRANTES	(a) Q _H /R _H (b) Q _B +Q _H / R _E +R _H 0,5 R _H + R _{RA}	Q _H /R _H		Q mayor R mayor (una instal.)	0,5 Q _H + Q _{AP} / 0,5 R _H + R _{AP} Q _{AP} + Q _E R _{AP} + R _E	Q mayor, R mayor (una instal.)
[3] ROCIADORES AUTOMÁTICOS	Q _{RA} /R _{RA}	Q mayor R mayor (una instal.)		Q _{RA} /R _{RA}	Q mayor R mayor (una instal.)	Q mayor R mayor (una instal.)
[4] AGUA PULVERIZADA		Q mayor R mayor (una instal.)	Q _{AP} + Q _E R _{AP} + R _E	Q mayor R mayor (una instalación)	Q _{AP} /R _{AP}	Q _{AP} + Q _E R _{AP} + R _E
[5] ESPUMA		Q mayor R mayor (una instal.)		Q mayor R mayor (una instalación)	Q _{AP} + Q _E R _{AP} + R _E	Q _E /R _E

Tabla 75 - ANEJO I: PCI - Cuadro resumen abastecimiento de agua

I.4.5. Extintores de incendios

En un establecimiento industrial, se deben instalar extintores en todos los sectores de incendio. Dependiendo del nivel de riesgo intrínseco del sector de incendio, los extintores deberán ser de una eficacia mínima por normativa.

La eficacia mínima de los extintores viene definida en la TABLA 3.1. “DETERMINACIÓN DE LA DOTACIÓN DE EXTINTORES PORTÁTILES EN SECTORES DE INCENDIO CON CARGA DE FUEGO APORTADA POR COMBUSTIBLES DE 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 ² (un extintor más por cada 200 m ² , o fracción, en exceso)
MEDIO	21 A	Hasta 400 m ² (un extintor más por cada 200 m ² , o fracción, en exceso)
ALTO	34 A	Hasta 300 m ² (un extintor más por cada 200 m ² , o fracción, en exceso)

Tabla 76 - ANEJO I: PCI - Eficacia mínima de extintor

En el sector 1, con nivel de riesgo MEDIO, la eficacia mínima del extintor deberá ser 21 A. En el sector 2, con nivel de riesgo ALTO, la eficacia mínima del extintor deberá ser de 34 A, y por último, en el sector 3, con nivel de riesgo BAJO, el extintor deberá tener una eficacia mínima de 21 A.

En las zonas donde se ubiquen aparatos, cuadros y otros elementos bajo tensión eléctrica superior a 24 V, no se permiten agentes extintores conductores de la electricidad. En estos casos, se emplearán extintores de dióxido de carbono de 5 kg o extintores de polvo ABC de 6 kg.

Los extintores deberán ser ubicados de forma que sean visibles y accesibles, distribuidos en recorrido real máximo que no supere los 15 metros.

I.5. Cálculo de la instalación de rociadores del sector 1

El cálculo de la instalación de rociadores automáticos de agua contemplará lo dispuesto en la norma UNE 12854.

I.5.1. Clase de riesgo

Primero, se debe determinar la clase de Riesgo de Incendio del sector, el cual depende de la actividad y la carga de fuego.

En el Riesgo Ordinario se contemplan actividades de procesamiento o fabricación de materiales combustibles con carga de fuego media. En el anexo A de la normativa, en la *Tabla A.2 – “Actividades de Riesgo Ordinario”* se clasifican actividades estándar para riesgo ordinario. Para actividades de alimentación y bebidas, se clasifican como **Riesgo Ordinario 3**.

Como en el sector de incendios 1 se encuentra la zona de almacenamiento de subproducto, se puede clasificar como Riesgo Ordinario si se cumplen las condiciones de altura máxima de almacenamiento indicada en la *tabla 1 – “Alturas de almacenamiento máximas para protección RO3”*:

Tabla 1 – Alturas de almacenamiento máximas para protección RO3

Categoría de almacenamiento	Altura de almacenamiento máxima ^a m	
	Almacenamiento libre o en bloques (ST1 – véase 6.3.2)	Configuraciones de almacenamiento (ST2 – ST6 ^b – véase 6.3.2)
Categoría I	4,0	3,5
Categoría II	3,0	2,6
Categoría III	2,1	1,7
Categoría IV	1,2	1,2

^a Donde las alturas de almacenamiento exceden los valores en la tabla, se usa la protección REA, véanse los apartados 6.2.4.2 y 7.2.
^b El almacenamiento ST6 se debe limitar a estantería góndola de 1,2 m de anchura total con una barra sólida central extendiéndose desde la base hasta la parte superior de la estantería góndola. Todo el otro almacenamiento ST6 requiere protección de acuerdo con la protección REA, véase el apartado 7.2.

Tabla 77 - ANEJO I: PCI - Altura máxima almacenamiento RO3

Al disponer de un almacenamiento en bloques, la altura máxima de almacenamiento es 2,1 metros.

Por tanto, el sector 1 de incendios se clasifica como **Riesgo Ordinario 3**, cumpliendo la condición de altura de almacenamiento.

I.5.2. Criterios de diseño hidráulico

Los criterios de diseño para Riesgo Ordinario vienen definidos en la norma por la *Tabla 3 – “Criterios de diseño para RL, RO y REP”*:

Tabla 3 – Criterios de diseño para RL, RO y REP

Clase de riesgo	Densidad de diseño mm/min	Área de operación m ²	
		Mojada o acción previa	Seca o alterna
RL	2,25	84	No permitida Se usa RO1
RO1	5,0	72	90
RO2	5,0	144	180
RO3	5,0	216	270
RO4	5,0	360	No permitida Se usa REP1
REP1	7,5	260	325
REP2	10,0	260	325
REP3	12,5	260	325
REP4	diluvio (véase la NOTA)		
NOTA Necesita consideración especial. Los sistemas de diluvio no están cubiertos por esta norma.			

Tabla 78 - ANEJO I: PCI - Criterios de diseño RO

Por tanto, los criterios de diseño para Riesgo Ordinario 3:

- Densidad de diseño: **5 mm/min**
- Área de operación: **216 m²**

Además, durante el funcionamiento del sistema de rociadores en un área de operación, para lograr la densidad de diseño, la presión en el rociador hidráulicamente más desfavorable no debe ser inferior a **0,5 bar**.

El tipo de rociador y el factor K se determina con la tabla de normativa “*Tabla 37a – Tipos de rociador y factores K para diferentes clases de riesgo*”:

Clase de riesgo	Densidad de diseño mm	Tipo de rociador	Factor K nominal
RL	2,25	convencional, pulverizador, de techo, semi empotrado, pulverizador plano, empotrado, escondido, y de pared	57
RO	5,0	convencional, pulverizador, de techo, semi empotrado, pulverizador plano, empotrado, escondido, y de pared	80 o 115
REP y REA rociadores de techo o cubierta	≤ 10	convencional, pulverizador	80, 115 o 160
	> 10	convencional, pulverizador	115 o 160
REA rociadores intermedios en almacenamientos altos apilados		convencional, pulverizador y pulverizador plano	80 o 115

Tabla 79 - ANEJO I: PCI - Tipo de rociador y factor K

Para clase de riesgo RO y densidad de diseño 5 mm, se tendrá un **factor K nominal de 80**.

El abastecimiento de agua debe ser capaz de suministrar las condiciones de presión y caudal del sistema. Se deberá tener en cuenta si hay otros sistemas, para que el abastecimiento tenga la capacidad suficiente de abastecer para la duración mínima de **60 min** para sistemas de Riesgo Ordinario 3. Además, no debe sobrepasar los 12 bares de presión

I.5.3. Cálculo hidráulico

El cálculo hidráulico ha sido llevado a cabo mediante el software “*OmniCADD Hydraulic Calculation Software v. 2.1*”.

Se decide ejecutar la red de rociadores en forma de malla, con un colector principal y un colector de compensación. La malla estará compuesta por 15 ramales. Los ramales estarán separados a una distancia de 3 m, y los rociadores separados a una distancia de 4 metros.

El diseño de la malla de rociadores es la siguiente:

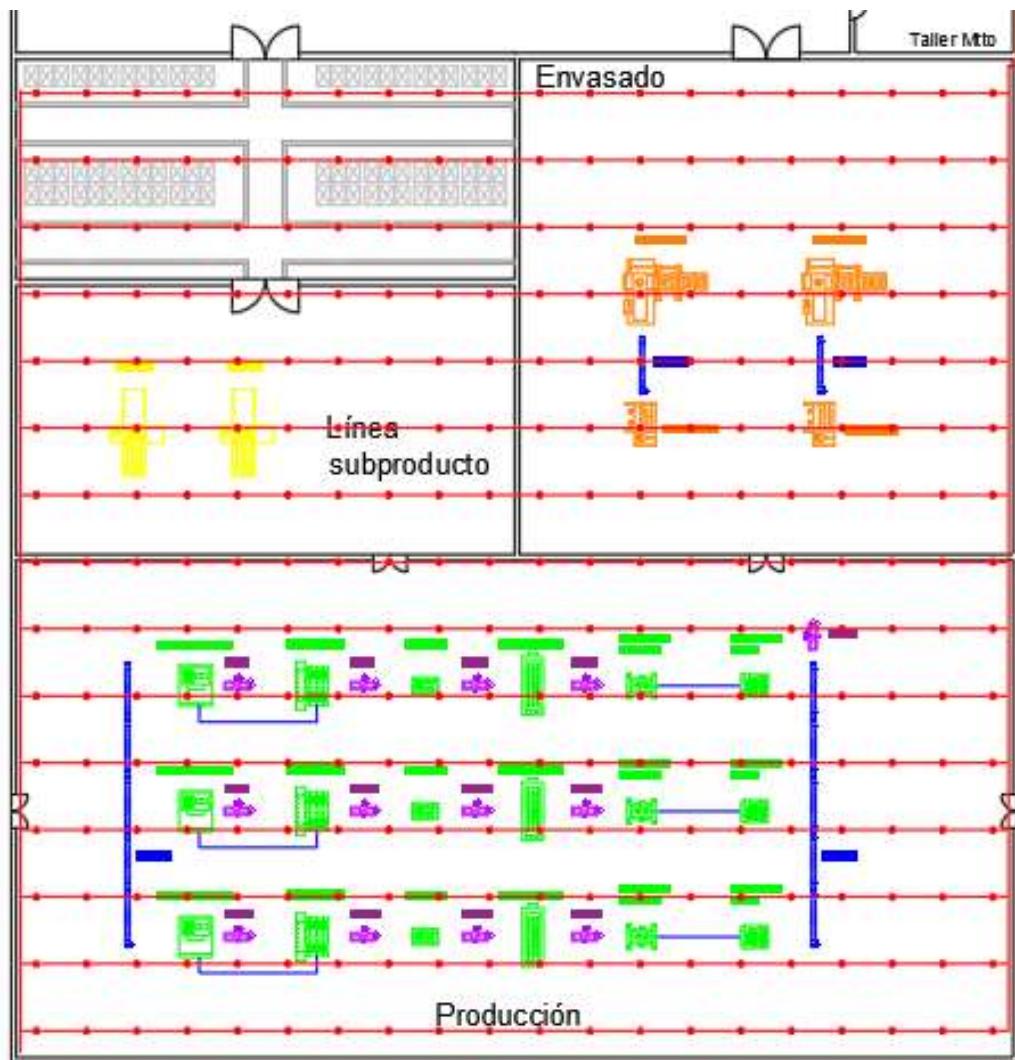


Figura 55 - ANEJO I: PCI - Diseño malla rociadores sector 1

Los criterios de cálculo de rociadores tenidos en cuenta para el cálculo en el software son los siguientes:

CRITERIOS CÁLCULO ROCIADORES SECTOR 1	
Tipo de instalación	Sistema húmedo
Tipo de rociador	1/2"
Factor K	80
Densidad de diseño	5 mm/min
Área de operación	216 m ²
Separación máxima entre rociadores	4 m
Presión mínima funcionamiento rociador más desfavorable	0.5 bar
Reserva de agua	60 min

Tabla 80 - ANEJO I: PCI - Criterios de cálculo rociadores sector 1

A partir de los datos anteriores, se diseña la malla de rociadores en el software de cálculo:

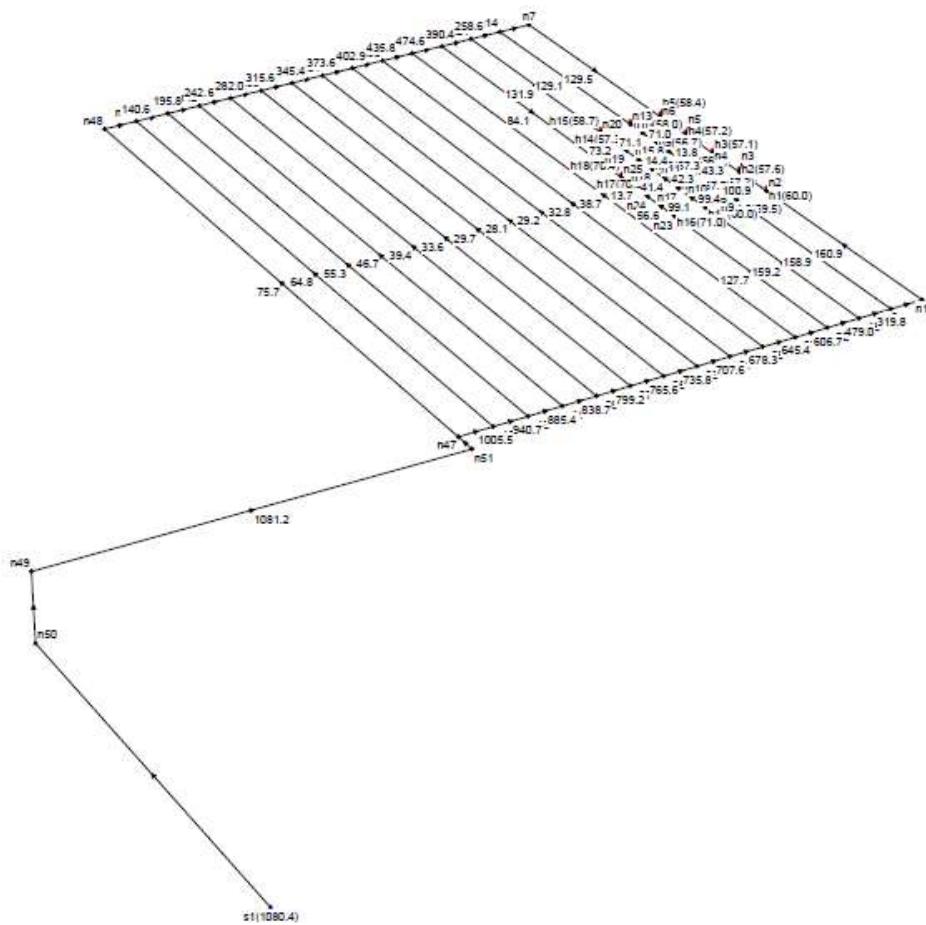


Figura 56 - ANEJO I: PCI - Diagrama de flujo rociadores sector 1

El colector de alimentación se diseña con un diámetro de 3", el colector principal de 2 ½" y el colector de compensación con un diámetro de 2".

DIÁMETROS DE TUBERÍAS EN CÁLCULO			
Colector Alimentación	Colector principal	Colector compensación	Ramales
3"	2-1/2"	2"	1-1/4"

Tabla 81 - ANEJO I: PCI - Diámetros de tubería en el cálculo del sector 2

El software de cálculo arroja la curva hidráulica de presión-caudal de la instalación, y los resultados numéricos en cuanto a presión, caudal necesario y velocidad máxima en tubería:

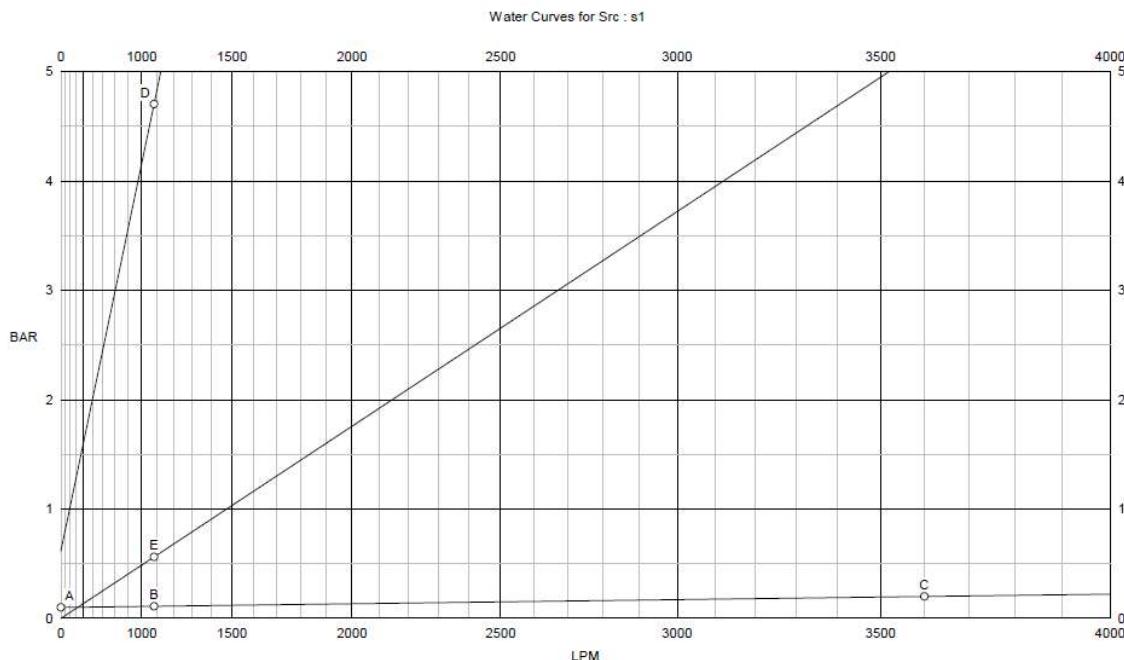


Figura 57 - ANEJO I: PCI - Curva de presión y caudal sector 1.

Curve	Values - X : bar @ lpm
Supply Curve @ Src : s1	A : 0,1 @ 0 - B : 0,1 @ 1080,4 - C : 0,2 @ 3600
Demand Curve @ Src : s1	0,6 @ 0 - D : 4,7 @ 1080,4
End Head Pressure Response	0 @ 0 - E : 0,6 @ 1080,4

Tabla 82 - ANEJO I: PCI - Resultados hidráulicos sector 1 en OmniCADD

RESULTADOS CÁLCULO HIDRÁULICO EN ROCIADORES MÁS DESFAVORABLES				
Sector	Q (l/min)	Q (m³/h)	P (bar)	Vel. Máx. (m/s)
1 - Producción + envadado+ subproducto	1080.4	64.824	4.7	4.5

Tabla 83 - ANEJO I: PCI - Resultados cálculo hidráulico sector 1

RESERVA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA				
Q(l/min)	Tiempo de reserva de agua (min)	Reserva Rociadores (m ³)	Reserva BIE(m ³)	Reserva Total de agua (m ³)
1080.4	60	64.824	24	88.824

Tabla 84 - ANEJO I: PCI - Reserva abastecimiento de agua sector 1.

El grupo de presión será capaz de abastecer **88,82 m³/h** (64,82 roc + 24 BIE) a 75 m.c.a. y la reserva de agua deberá ser como mínimo de **89 m³**.

I.6. Cálculo de la instalación de rociadores del sector 2

El cálculo de la instalación de rociadores automáticos de agua contemplará lo dispuesto en la norma UNE 12854.

I.6.1. Clase de riesgo

Primero, se debe determinar la clase de Riesgo de Incendio del sector. El riesgo de fuego de productos almacenados depende de la combustibilidad de los materiales almacenados incluyendo el embalaje y la configuración de almacenamiento.

El almacenamiento no supone un riesgo especial, y el producto no contiene ni plásticos o caucho, por lo que la clase requerida para almacenamiento se determina en el *ANEXO C – TABLA C.1 “PRODUCTOS ALMACENADOS Y CATEGORÍAS”*:

Producto	Categoría	Comentarios
Cereales	II	En cajas
Harina	II	En sacos o bolsas de papel
Alimentos	II	En sacos

Tabla 85 - ANEJO I: PCI - Categoría productos almacenados.

Teniendo en cuenta el producto, se clasifica como **categoría II**.

La configuración de almacenamiento es ST4: estantería paletizada. Para que los rociadores sean eficaces, deben cumplirse los requisitos de la *TABLA 2 “REQUISITOS DE PROTECCIÓN Y LIMITACIONES PARA CONFIGURACIONES DE ALMACENAMIENTO ST1 A ST6”*:

Configuración de almacenamiento	Riesgo	Condiciones aplicables	Área máxima de almacenamiento en bloque m ²	Anchura de pasillos separando filas de almacenamiento m	Separación libre mínima alrededor de área de almacenamiento en bloque m
ST1	RO		50	^a	2,4
	RE		150	^a	2,4
ST2	RO		50	2,4 o mayor	2,4
	RE		No limitada	2,4 o mayor	^a
ST3	RO		50	^a	2,4
	RE		150	^a	2,4
ST4	RO		50	1,2 o mayor	2,4
	RE	sin protección de rociador en estantería en nivel intermedio ^{b, c}	No limitada	1,2 o mayor	^a
		con protección de rociador en estantería en nivel intermedio ^d		Menos de 1,2	^a
		con protección de rociador en estantería en nivel intermedio ^e		Mayor que 1,2 pero menos que 2,4	^a

Tabla 86 - ANEJO I: PCI - Limitaciones para configuraciones de almacenamiento.

No es necesario la instalación de rociadores en nivel intermedio, por lo que la limitación de anchura de pasillos separando filas de almacenamiento es 1,2 m o mayor.

Por tanto, la instalación se clasifica como **Riesgo Extra de Almacenamiento Categoría II**.

I.6.2. Criterios de diseño hidráulico

El tipo de protección y los criterios de diseño hidráulicos como la densidad de diseño y área de operación depende de la combustibilidad del producto y embalaje, y el método y altura de almacenamiento.

Se determinan los criterios en la TABLA 4 “*CRITERIOS DE DISEÑO PARA REA CON PROTECCIÓN SÓLO EN CUBIERTA O TECHO*”:

Configuración de almacenamiento	Altura máxima permitida de almacenamiento m				Densidad de diseño mm/min	Área de operación [sistema mojado o de acción previa (véase la NOTA)] m ²
	Categoría I	Categoría II	Categoría III	Categoría IV		
ST1 Libre o en bloques	5,3	4,1	2,9	1,6	7,5	260
	6,5	5,0	3,5	2,0	10,0	
	7,6	5,9	4,1	2,3	12,5	
		6,7	4,7	2,7	15,0	
		7,5	5,2	3,0	17,5	
			5,7	3,3	20,0	300
			6,3	3,6	22,5	
			6,7	3,8	25,0	
			7,2	4,1	27,5	
				4,4	30,0	
ST2 Palés autoportantes en filas sencillas	4,7	3,4	2,2	1,6	7,5	260
	5,7	4,2	2,6	2,0	10,0	
	6,8	5,0	3,2	2,3	12,5	
		5,6	3,7	2,7	15,0	
		6,0	4,1	3,0	17,5	
ST4 Estanterías paletizadas			4,4	3,3	20,0	300
			4,8	3,6	22,5	
			5,3	3,8	25,0	
			5,6	4,1	27,5	
			6,0	4,4	30,0	

Tabla 87 - ANEJO I: PCI - Criterios de diseño para REA con protección solo en techo.

Para una configuración de almacenamiento ST4, y categoría II, se obtiene:

- Altura máxima de almacenamiento: **5,6 m**
- Densidad de diseño: **15 mm/min**
- Área de operación: **260 m²**

Además, durante el funcionamiento del sistema de rociadores en un área de operación, para lograr la densidad de diseño, la presión en el rociador hidráulicamente más desfavorable no debe ser inferior a **0,5 bar**.

El tipo de rociador y el factor K se determina con la tabla de normativa “*Tabla 37a – Tipos de rociador y factores K para diferentes clases de riesgo*”:

Clase de riesgo	Densidad de diseño mm	Tipo de rociador	Factor K nominal
RL	2,25	convencional, pulverizador, de techo, semi empotrado, pulverizador plano, empotrado, escondido, y de pared	57
RO	5,0	convencional, pulverizador, de techo, semi empotrado, pulverizador plano, empotrado, escondido, y de pared	80 o 115
REP y REA rociadores de techo o cubierta	≤ 10	convencional, pulverizador	80, 115 o 160
	> 10	convencional, pulverizador	115 o 160
REA rociadores intermedios en almacenamientos altos apilados		convencional, pulverizador y pulverizador plano	80 o 115

Tabla 88 - ANEJO I: PCI - Tipo de rociador y factor K

Para clase de riesgo REA y densidad de diseño superior a 10 mm, se tendrá un **factor K nominal de 115**.

El abastecimiento de agua debe ser capaz de suministrar las condiciones de presión y caudal del sistema. Se deberá tener en cuenta si hay otros sistemas, para que el abastecimiento tenga la capacidad suficiente de abastecer para la duración mínima de **90 min** para sistemas Riesgo Extra Almacenamiento. Además, no debe sobrepasar los 12 bares de presión.

I.6.3. Cálculo hidráulico

El cálculo hidráulico ha sido llevado a cabo mediante el software “*OmniCADD Hydraulic Calculation Software v. 2.1*”.

Se decide ejecutar la red de rociadores en forma de malla, con un colector principal y un colector de compensación. La malla estará compuesta por 8 ramales en el almacén de producto terminado.

Los ramales estarán separados a una distancia de 3 m, y los rociadores separados a una distancia de 4 metros.

El diseño de la malla de rociadores es la siguiente:

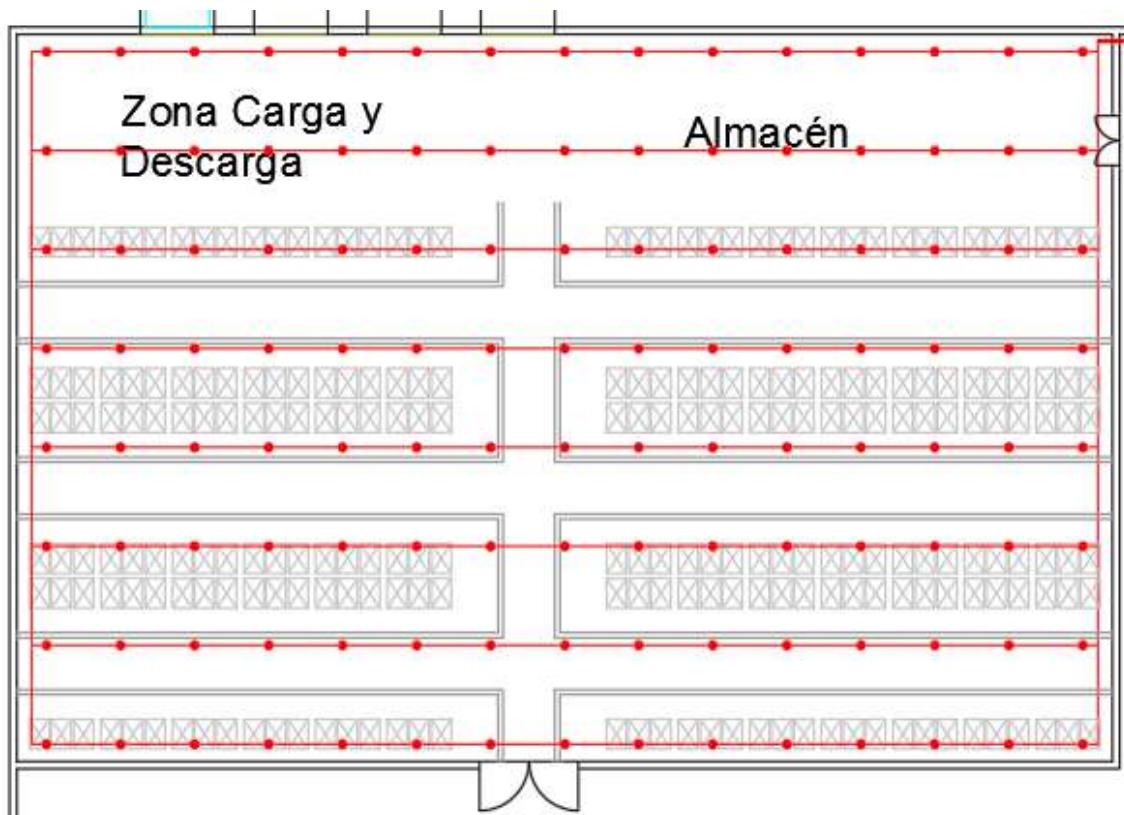


Figura 58 - ANEJO I: PCI: Diseño malla rociadores sector 2

Los criterios de cálculo de rociadores tenidos en cuenta para el cálculo en el software son los siguientes:

CRITERIOS CÁLCULO ROCIADORES	
Tipo de instalación	Sistema húmedo
Tipo de rociador	1/2"
Factor K	115
Densidad de diseño	15 mm/min
Área de operación	260 m ²
Separación máxima entre rociadores	4 m
Presión mínima funcionamiento rociador más desfavorable	0.5 bar
Reserva de agua	90 min

Tabla 89 - ANEJO I: PCI - Criterios cálculo rociadores sector 2

A partir de los datos anteriores, se diseña la malla de rociadores en el software de cálculo:

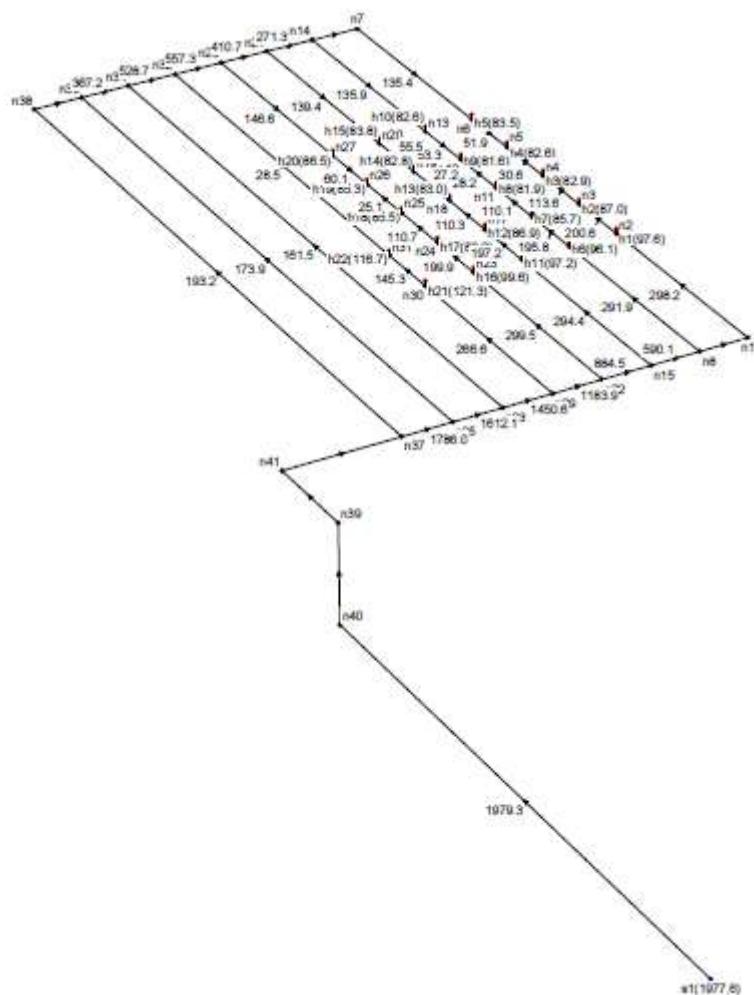


Figura 59 - ANEJO I: PCI – Diagrama de flujo rociadores sector 2

El colector de alimentación se diseña con un diámetro de 4", el colector principal de 3" y el colector de compensación con un diámetro de 2 ½ ".

DIÁMETROS DE TUBERÍAS EN CÁLCULO			
Colector Alimentación	Colector principal	Colector compensación	Ramales
4"	3"	2-1/2"	1-1/4"

Tabla 90 - ANEJO I: PCI - Diámetros de tubería en el cálculo del sector 2

El software de cálculo arroja la curva hidráulica de presión-caudal de la instalación, y los resultados numéricos en cuanto a presión, caudal necesario y velocidad máxima en tubería:

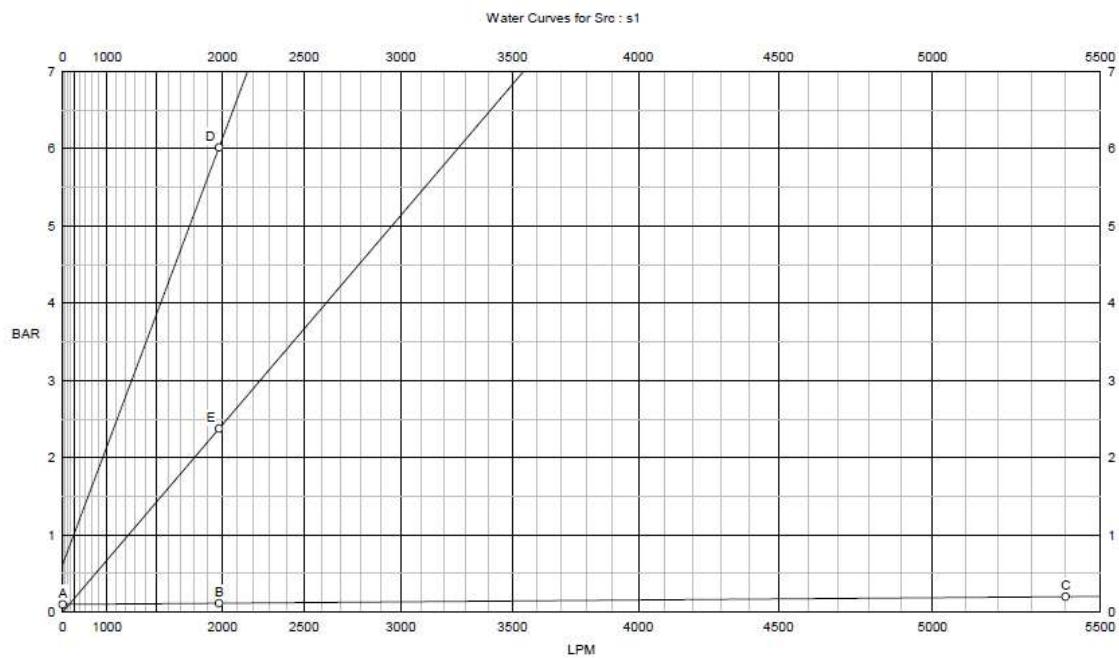


Figura 60 - ANEJO I: PCI - Curva de presión y caudal sector 2.

Curve	Values - X : bar @ lpm
Supply Curve @ Src : s1	A : 0,1 @ 0 - B : 0,1 @ 1977,6 - C : 0,2 @ 5400
Demand Curve @ Src : s1	0,6 @ 0 - D : 6 @ 1977,6
End Head Pressure Response	0 @ 0 - E : 2,4 @ 1977,6

Tabla 91 - ANEJO I: PCI - Resultados hidráulicos sector 2 en OmniCADD

RESULTADOS CÁLCULO HIDRÁULICO EN ROCIADORES MÁS DESFAVORABLES				
Sector	Q (l/min)	Q (m ³ /h)	P (bar)	Vel. Máx. (m/s)
2 - Almacén producto terminado	1977.6	118.656	6	8

Tabla 92 - ANEJO I: PCI - Resultados cálculo hidráulico sector 2

RESERVA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA				
Q(l/min)	Tiempo de reserva de agua (min)	Reserva Rociadores (m ³)	Reserva BIE(m ³)	Reserva Total de agua (m ³)
1977.6	90	177.984	24	201.984

Tabla 93 - ANEJO I: PCI - Reserva abastecimiento de agua sector 2.

El grupo de presión será capaz de abastecer **142,65 m³/h** (118,65 roc + 24 BIE) a 75 m.c.a. y la reserva de agua deberá ser como mínimo de **202 m³**.

ANEJO II: CÁLCULO DE LA ILUMINACIÓN INTERIOR Y EXTERIOR

El cálculo de la iluminación interior y exterior de la planta industrial y sus respectivos resultados luminotécnicos se han realizado mediante el software DIALUX.

Para ello, se han empleado luminarias de la marca Philips tanto para la iluminación interior y exterior.

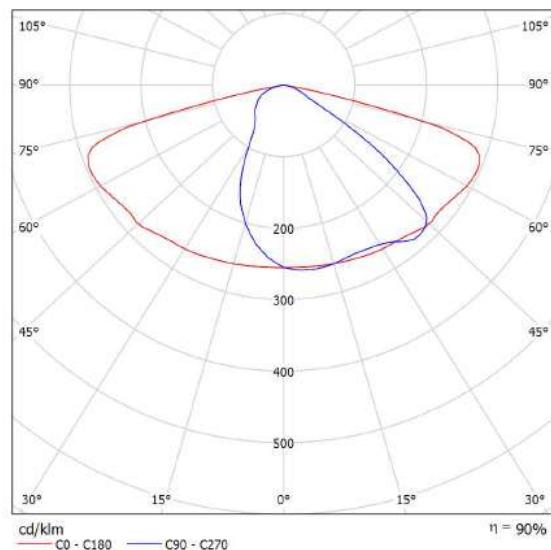
II.1. Iluminación exterior de la planta.

Se diseña el alumbrado exterior para cumplir los requisitos luminotécnicos necesarios en las zonas de exteriores, en los carriles de circulación y la zona de descarga y almacenaje.

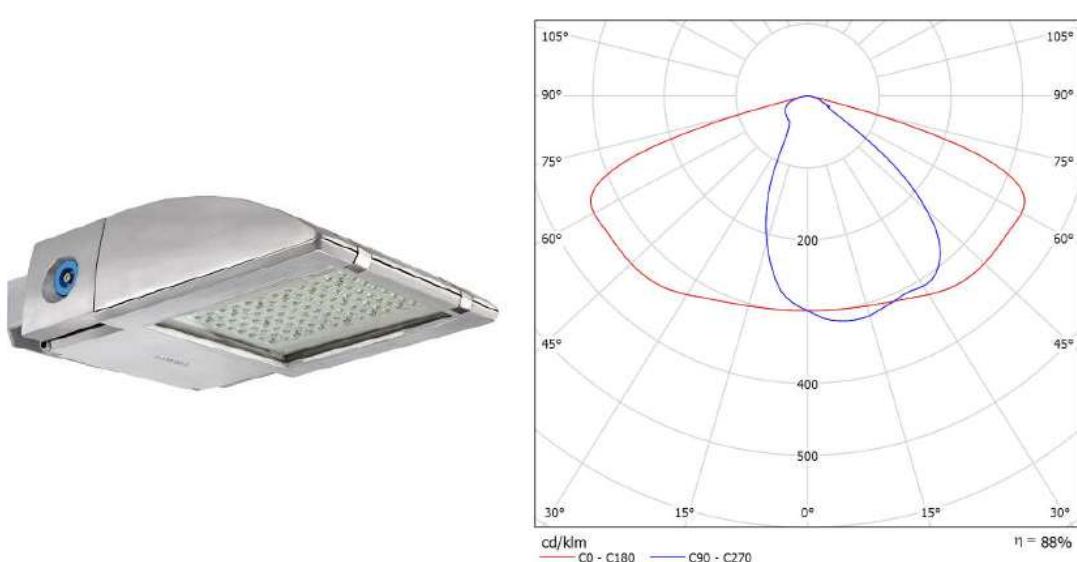
II.1.1. Luminarias exteriores

Se emplean las siguientes luminarias de la marca Philips:

- **Philips BGP323 T35 1Xeco287-3s/657 DW:**



- **Philips BVP506 GC T15 1xEco226-3S/757 DC:**



El listado de luminarias utilizadas en el alumbrado exterior es el siguiente:

LISTA DE LUMINARIAS EXTERIOR			
Designación	nº luminarias	Flujo (lm)	Potencia (W)
PHILIPS BGP323 T35 1xEKO287-3S/657 DW	164	30100	243
PHILIPS BVP506 GC T151xEKO226-3S/757 DC	74	23800	199
		6697600	54578

Tabla 94 - ANEJO II: ILUMINACIÓN - Lista luminarias exterior

II.1.2. Informe iluminación exterior

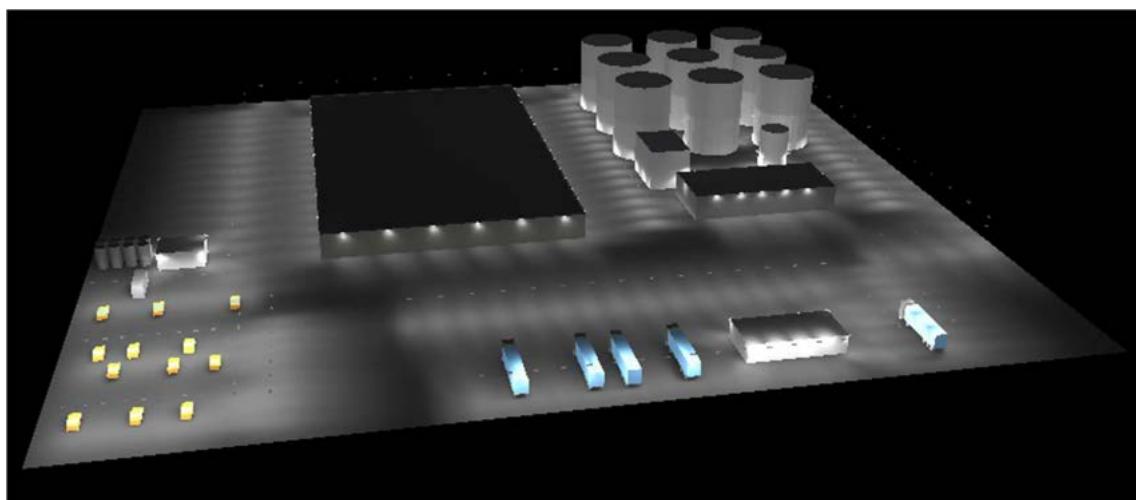
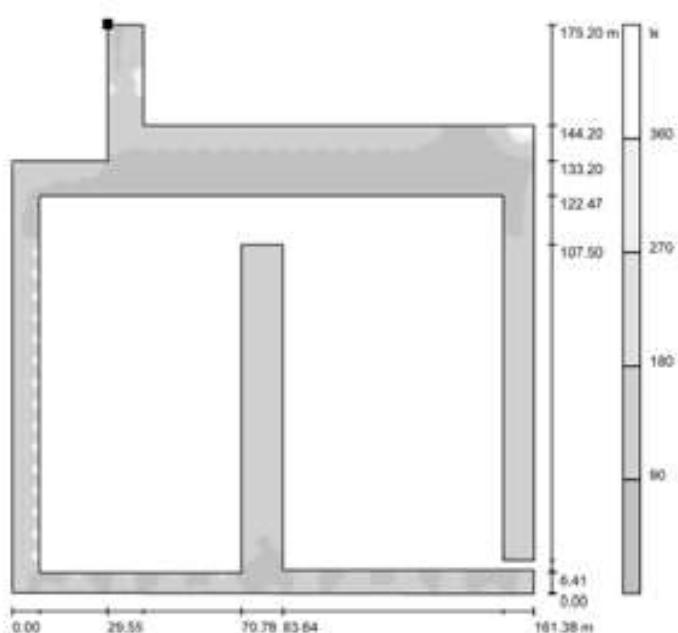
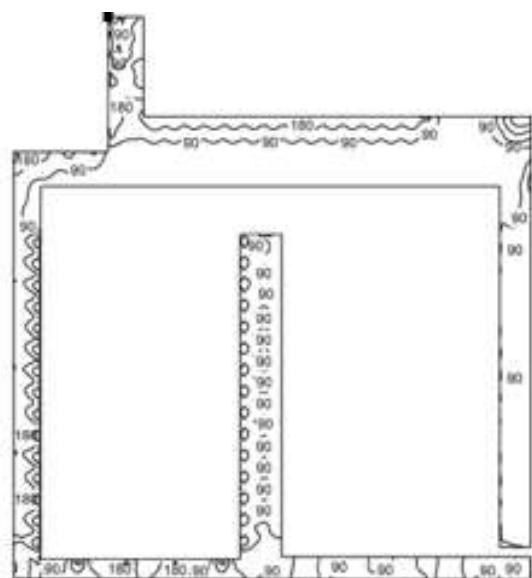


Figura 61 - ANEJO II: ILUMINACIÓN - Planta exterior

La zona exterior se ha dividido en diferentes áreas. Del cálculo luminotécnico se obtiene el diagrama de isolíneas y la gama de grises.

- **Carriles de circulación camiones:**



E_m [lx]
110

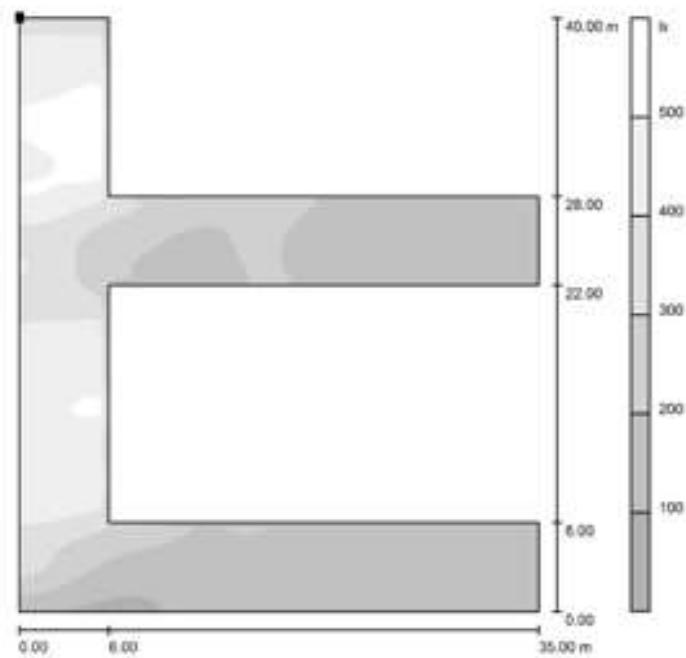
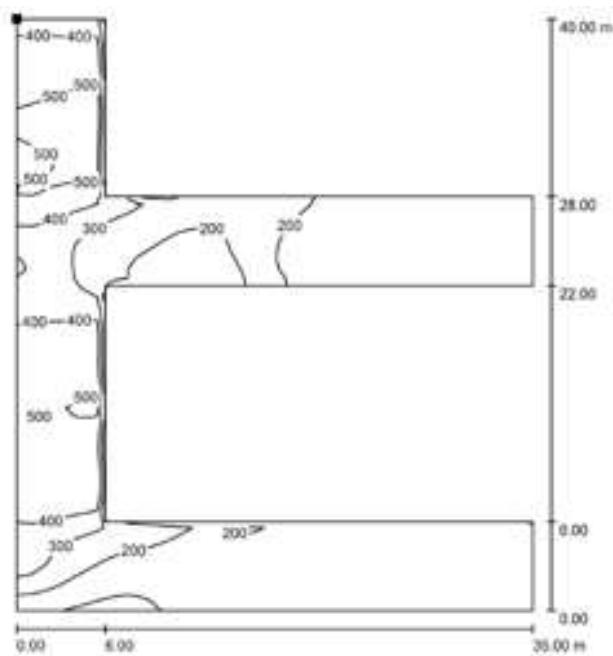
E_{min} [lx]
5.24

E_{max} [lx]
436

$$\frac{E_{min}}{E_m} = 0.048$$

$$\frac{E_{\min}}{E_{\max}}$$

- Vial circulación vehículos parking:



E_m [lx]
266

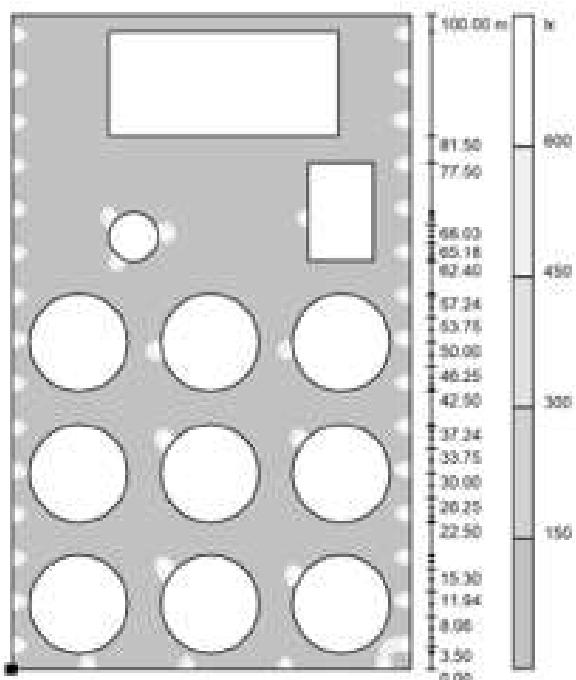
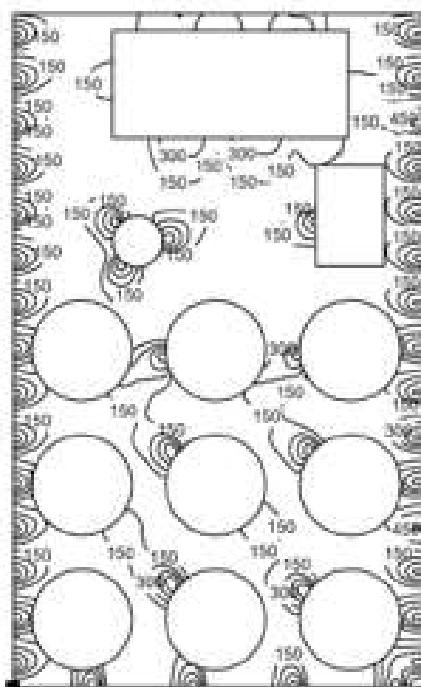
E_{min} [lx]
81

E_{max} [lx]
573

E_{min} / E_m
0.304

E_{min} / E_{max}
0.141

- **Zona almacenamiento silos:**



E_m [lx]
157

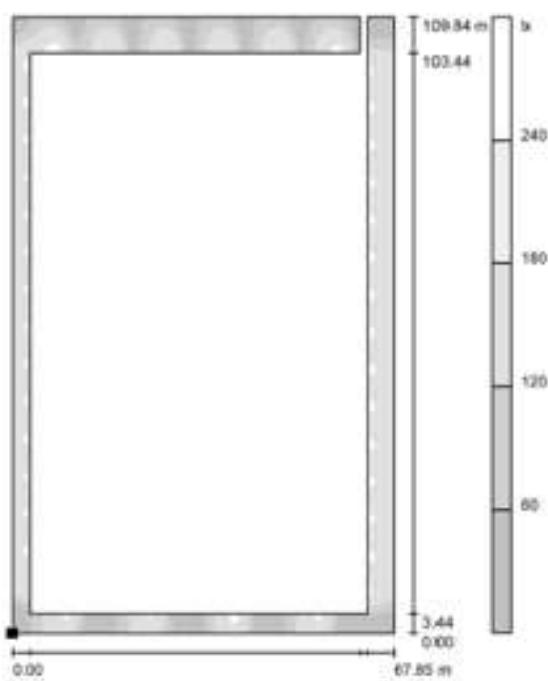
E_{min} [lx]

E_{max} [lx]

$$\frac{E_{min}}{E_m} = 0.032$$

E_{min} / E_{max}

- **Zona nave industrial:**



E_m [lx]
149

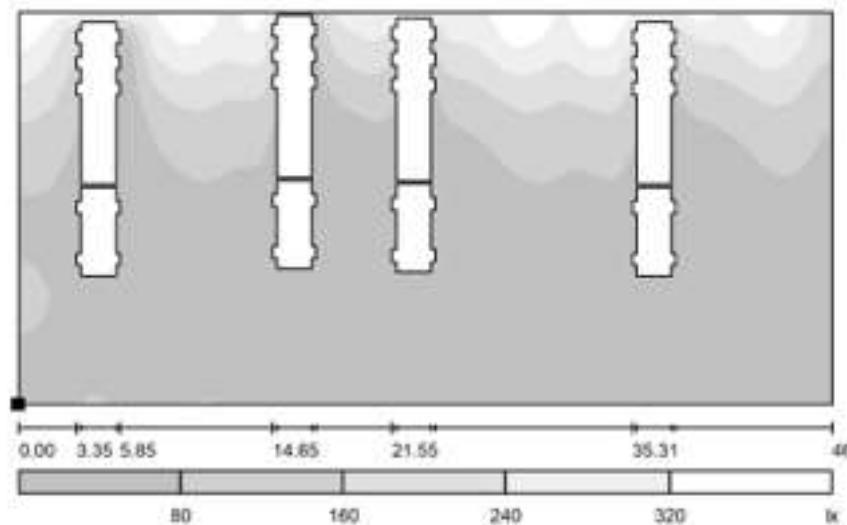
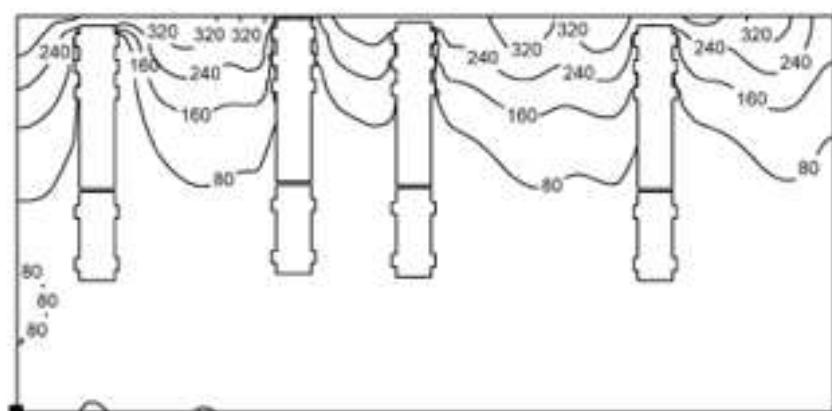
Emin [lx]
15

E_{max} [lx]

$$\frac{E_{min}}{E_m} / 0.099$$

E_{\min} / E_{\max}
0.052

- Zona aparcamientos camiones:



E_m [lx]
92

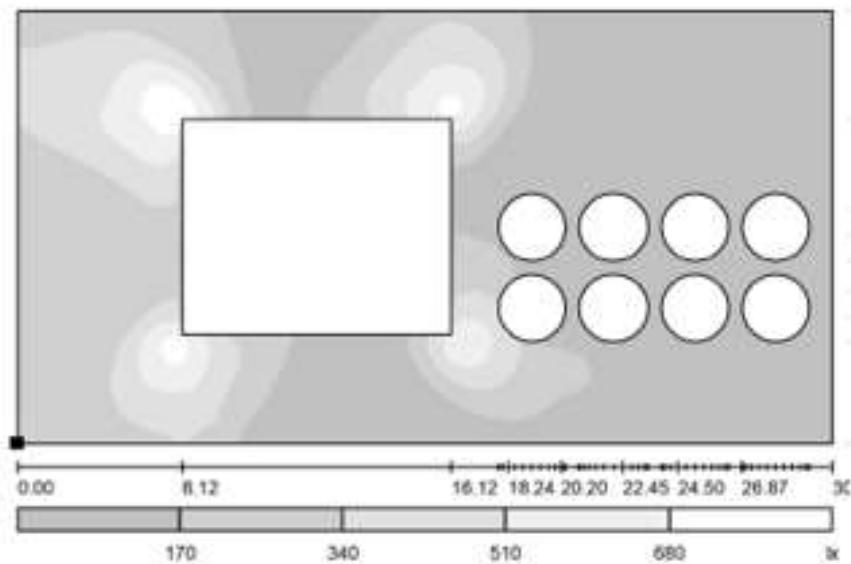
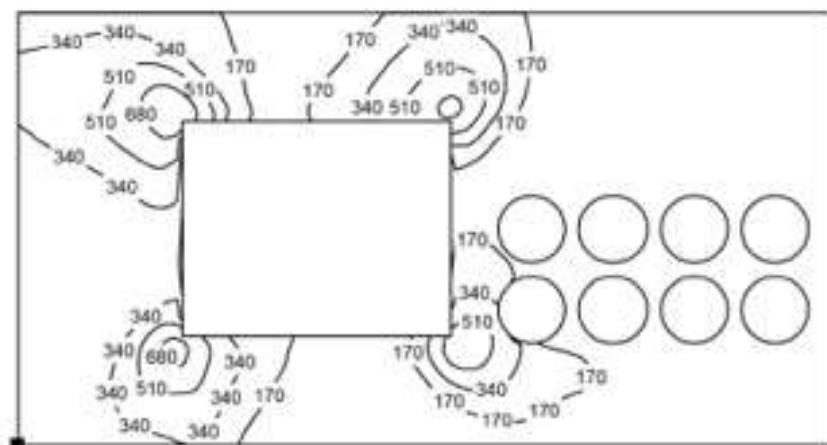
E_{min} [lx]
4.47

E_{max} [lx]
392

E_{min} / E_m
0.049

E_{min} / E_{max}
0.011

- Zona caseta PCI:



$$E_m [lx] \\ 191$$

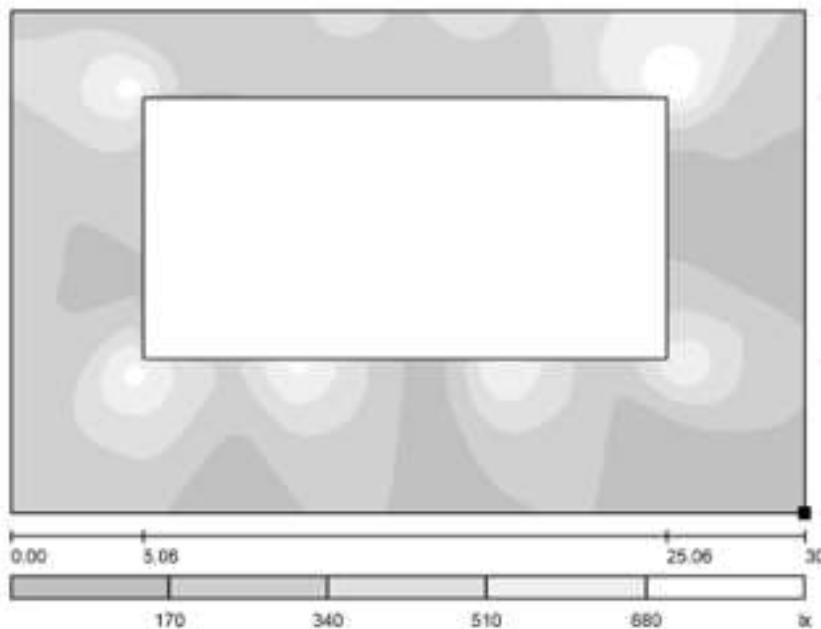
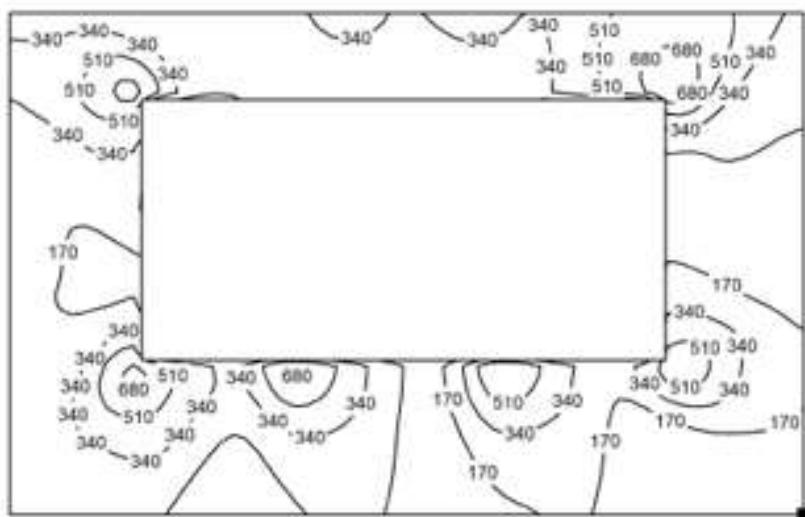
$$E_{mn} [lx] \\ 1.67$$

$$E_{max} [lx] \\ 814$$

$$E_{min} / E_m \\ 0.009$$

$$E_{min} / E_{max} \\ 0.002$$

- Zona laboratorio:



E_m [ix]
282

E_{min} [ix]
59

E_{max} [ix]
873

E_{min} / E_m
0.210

E_{min} / E_{max}
0.068

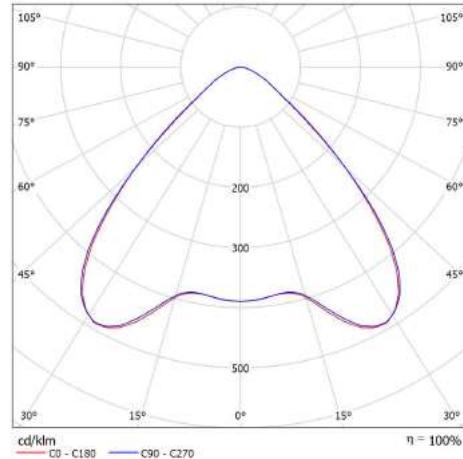
II.2. Iluminación interior de la nave industrial.

Se diseña el alumbrado interior para cumplir los requisitos luminotécnicos necesarios en las diferentes zonas de producción y almacenamiento.

II.2.1. Luminarias interiores

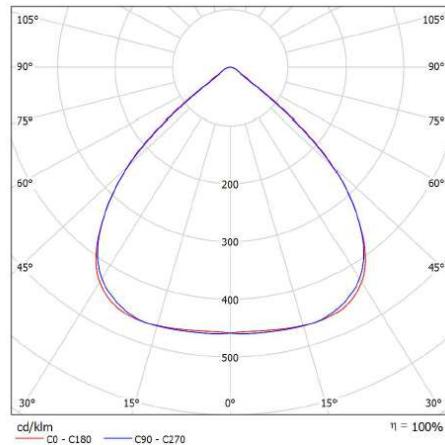
Se emplean las siguientes luminarias de la marca Philips:

- **Philips BYP120P G3 1xLED105S/840 WB:**



Valoración de deslumbramiento según UGR											
		Mirado es perpendicular al eje de lámpara						Mirado longitudinalmente al eje de lámpara			
Tamaño del local X Y		2H	3H	4H	6H	8H	12H	2H	3H	4H	6H
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
2H	24.4	25.4	24.7	25.6	25.9	24.4	25.4	24.7	25.6	25.8	25.8
3H	24.6	25.5	24.9	25.7	26.0	24.6	25.5	24.9	25.7	26.0	26.0
4H	24.6	25.5	25.0	25.8	26.0	24.6	25.5	24.9	25.7	26.0	26.0
6H	24.7	25.4	25.0	25.7	26.0	24.6	25.4	25.0	25.7	26.0	26.0
8H	24.6	25.4	25.0	25.7	26.0	24.6	25.4	25.0	25.7	26.0	26.0
12H	24.6	25.3	25.0	25.6	26.0	24.6	25.3	24.9	25.6	25.9	25.9
2H	24.4	25.3	24.7	25.5	25.8	24.4	25.2	24.7	25.5	25.8	25.8
3H	24.7	25.4	25.0	25.7	26.0	24.6	25.4	25.0	25.7	26.0	26.0
4H	24.8	25.4	25.2	25.8	26.1	24.8	25.4	25.2	25.7	26.1	26.1
6H	24.9	25.4	25.3	25.8	26.2	24.8	25.4	25.2	25.7	26.1	26.1
8H	24.9	25.4	25.3	25.7	26.2	24.8	25.3	25.3	25.7	26.1	26.1
12H	24.9	25.3	25.3	25.7	26.1	24.8	25.3	25.3	25.7	26.1	26.1
4H	24.8	25.3	25.2	25.7	26.1	24.8	25.2	25.2	25.6	26.0	26.0
6H	24.9	25.3	25.3	25.7	26.2	24.9	25.3	25.3	25.7	26.1	26.1
8H	24.9	25.3	25.4	25.7	26.2	24.8	25.2	25.4	25.7	26.1	26.1
12H	24.9	25.2	25.4	25.7	26.2	24.9	25.2	25.4	25.6	26.1	26.1
4H	24.8	25.2	25.2	25.6	26.0	24.7	25.2	25.2	25.6	26.0	26.0
6H	24.9	25.2	25.3	25.7	26.1	24.8	25.2	25.3	25.6	26.1	26.1
8H	24.9	25.2	25.4	25.7	26.2	24.9	25.2	25.4	25.6	26.1	26.1
12H	24.9	25.2	25.4	25.7	26.2	24.9	25.2	25.4	25.6	26.1	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 Sumando de corrección	BK01			BK01							
	6.8			6.8							
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 10500lm Flujo luminoso total											

- Philips BY481X ACW 1xLED250S/840 WB:



Valoración de deslumbramiento según UGR

ρ Techo	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
ρ Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30
ρ Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Tamaño del local										
X	Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara				
Y	2H	23.8	24.8	24.1	25.0	25.2	23.7	24.7	24.0	24.9
	3H	23.7	24.6	24.0	24.8	25.1	23.6	24.5	23.9	24.7
	4H	23.6	24.5	24.0	24.7	25.0	23.5	24.4	23.9	24.6
	6H	23.6	24.4	23.9	24.6	24.9	23.5	24.3	23.8	24.5
	8H	23.6	24.3	23.9	24.6	24.9	23.5	24.2	23.8	24.5
	12H	23.5	24.2	23.9	24.5	24.8	23.4	24.1	23.8	24.4
2H	3H	23.7	24.5	24.0	24.8	25.1	23.6	24.4	23.9	25.0
	4H	23.6	24.3	24.0	24.6	25.0	23.5	24.2	23.9	24.5
	6H	23.6	24.2	24.0	24.5	24.9	23.5	24.1	23.9	24.4
	8H	23.5	24.1	23.9	24.4	24.8	23.5	24.0	23.9	24.3
	12H	23.5	24.0	23.9	24.4	24.8	23.4	23.9	23.8	24.3
4H	6H	23.5	24.0	23.9	24.4	24.8	23.4	23.9	23.8	24.7
	8H	23.4	23.8	23.9	24.2	24.7	23.4	23.7	23.8	24.2
	12H	23.4	23.6	23.8	24.1	24.6	23.3	23.6	23.8	24.5
4H	6H	23.4	23.7	23.9	24.2	24.6	23.3	23.7	23.8	24.1
	8H	23.4	23.6	23.8	24.1	24.6	23.3	23.6	23.8	24.6
4H	6H	23.4	23.9	23.9	24.3	24.7	23.4	23.8	23.8	24.6
	8H	23.4	23.7	23.9	24.2	24.6	23.3	23.6	23.8	24.1
4H	6H	23.4	23.6	23.8	24.1	24.6	23.3	23.6	23.8	24.6
	8H	23.4	23.6	23.8	24.1	24.6	23.3	23.6	23.8	24.0
Variación de la posición del espectador para separaciones 5 entre luminarias										
S = 1.0H	+2.0 / -5.7				+2.1 / -6.1					
S = 1.5H	+3.4 / -9.2				+3.5 / -9.1					
S = 2.0H	+4.7 / -10.2				+4.8 / -9.5					
Tabla estándar	BK00				BK00					
Sumando de corrección	5.3				5.2					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 25000lm Flujo luminoso total										

LISTA DE LUMINARIAS INTERIOR NAVE			
Designación	nº luminarias	Flujo (lm)	Potencia (W)
PHILIPS BY120P G3 1xLED105S/840 WB	23	10500	85
PHILIPS BY481X ACW 1 xLED250S/840	72	25000	162
		2041500	13619

Figura 62 - ANEJO II: ILUMINACIÓN - Lista luminarias interior nave

II.2.2. Informe iluminación interior

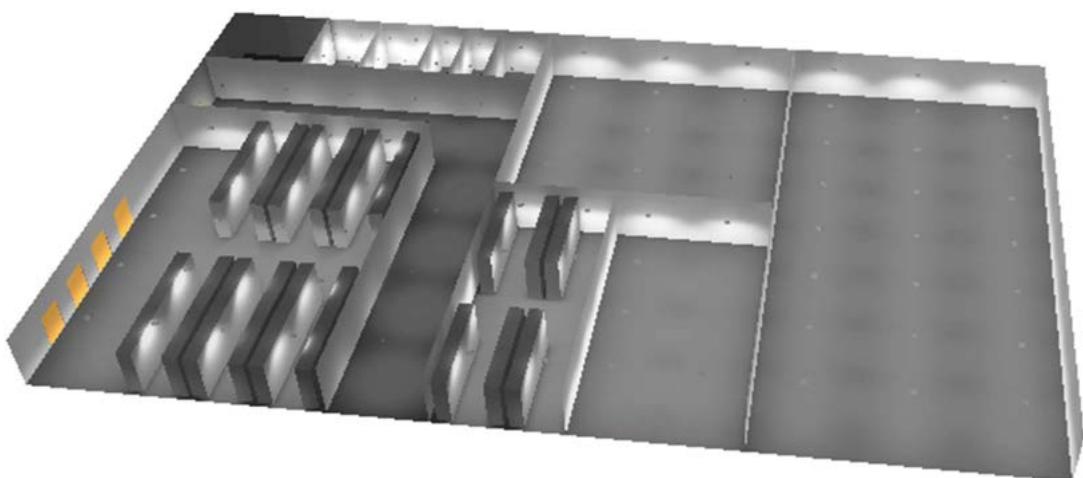
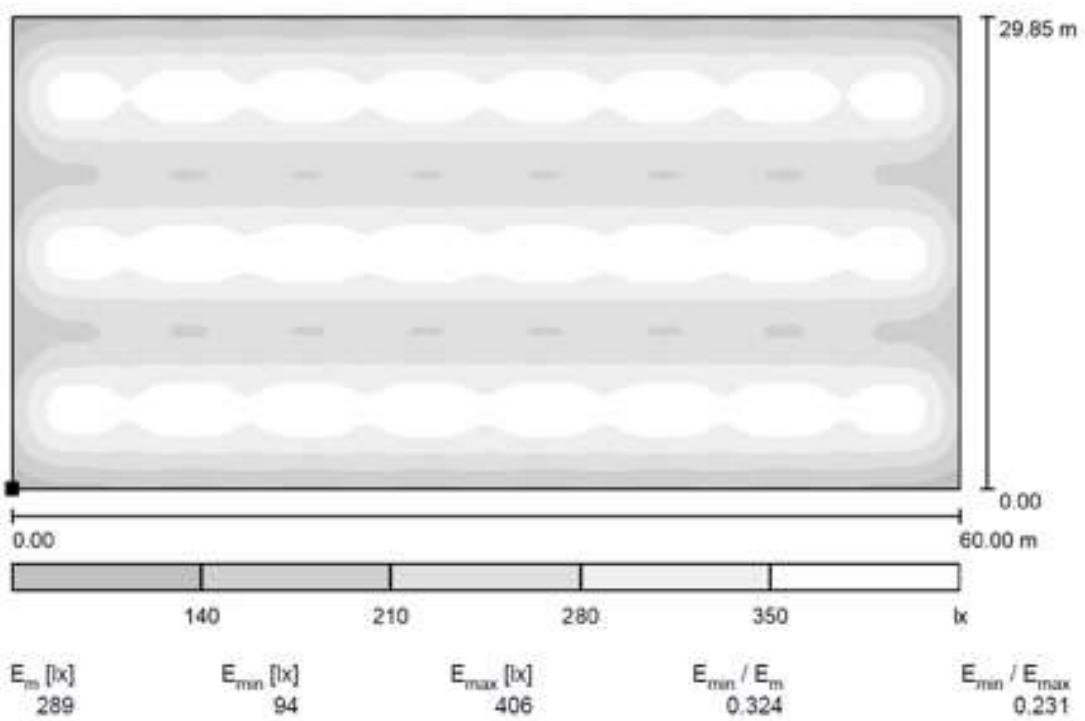
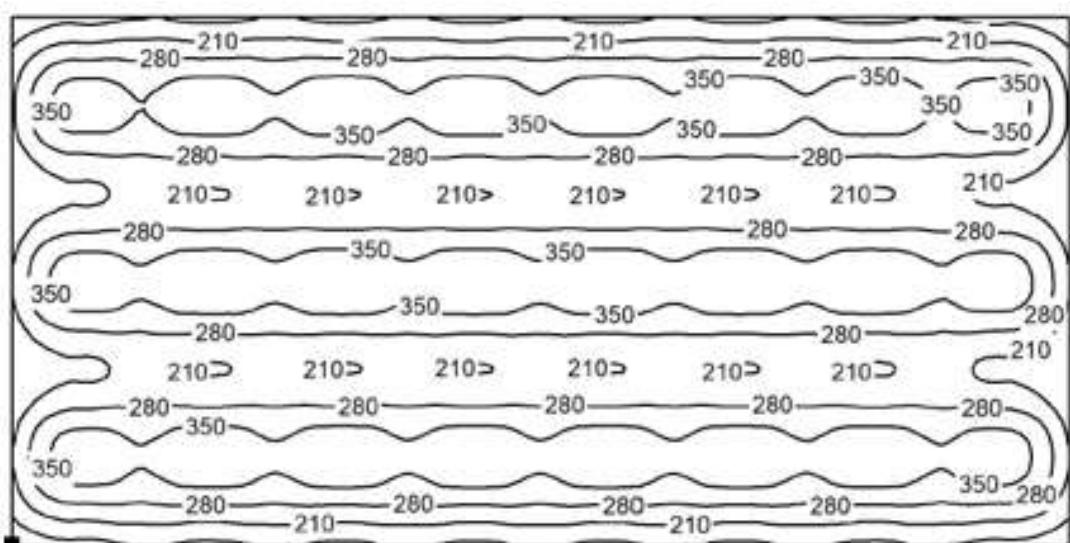
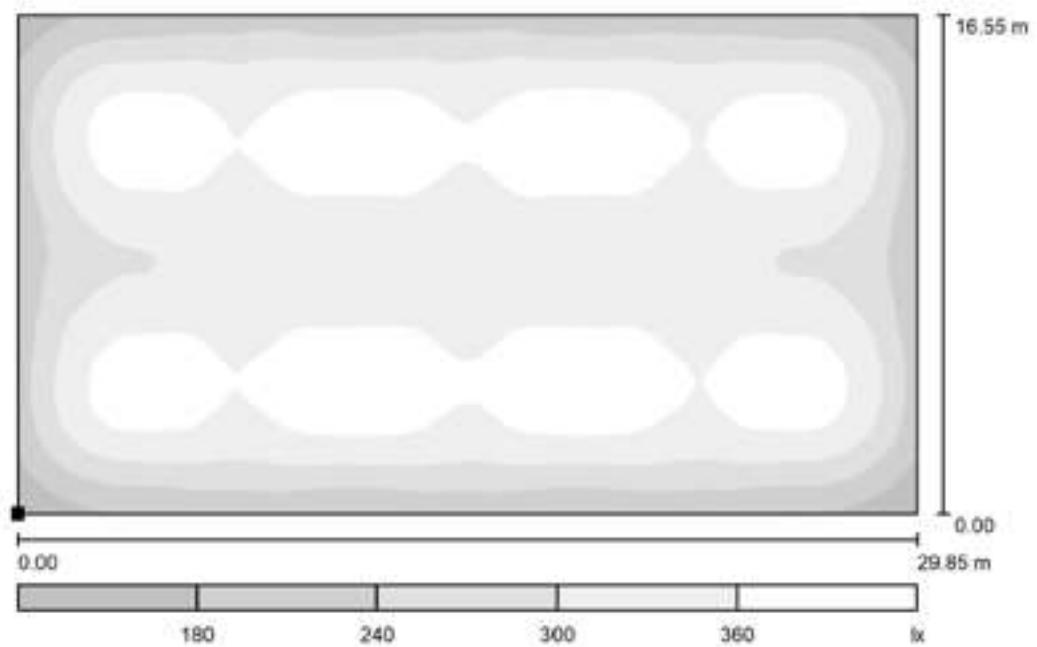
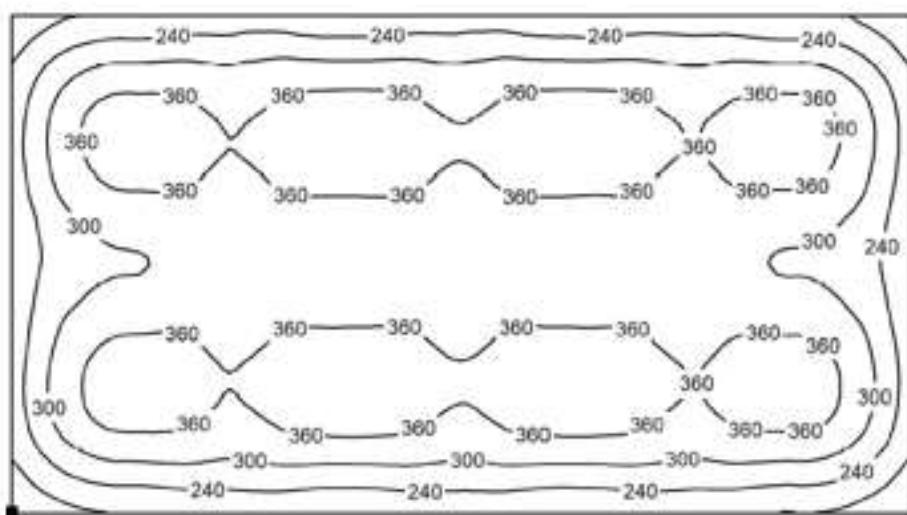


Figura 63 - ANEJO II: ILUMINACIÓN - Nave industrial

- Zona Producción:



- **Zona Subproducto:**



E_m [lx]
319

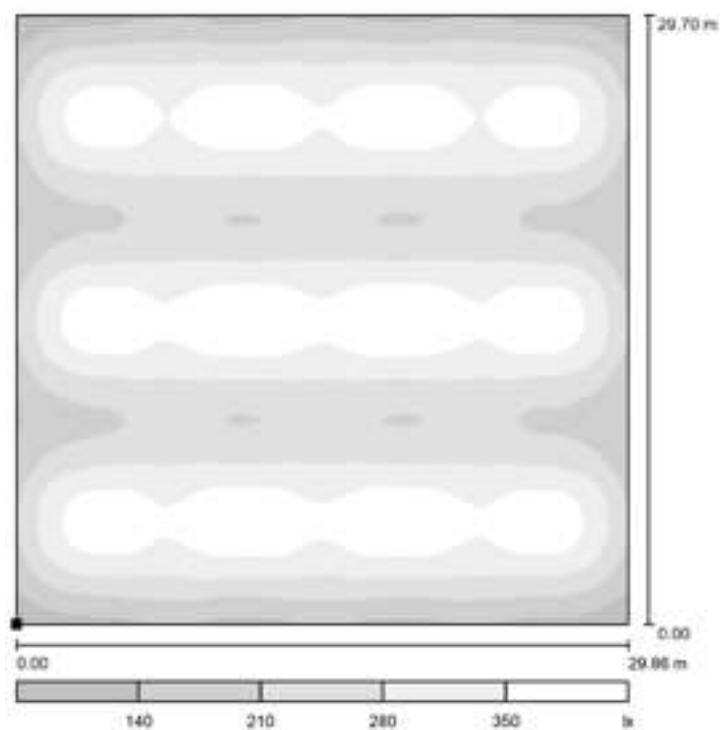
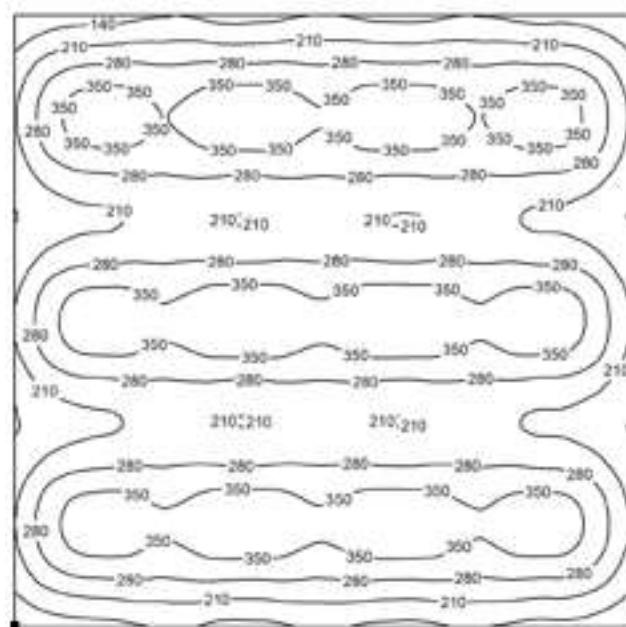
E_{min} [lx]
124

E_{max} [lx]
404

E_{min} / E_m
0.387

E_{min} / E_{max}
0.306

- **Zona Envasado:**



$$E_m [Ix] \\ 281$$

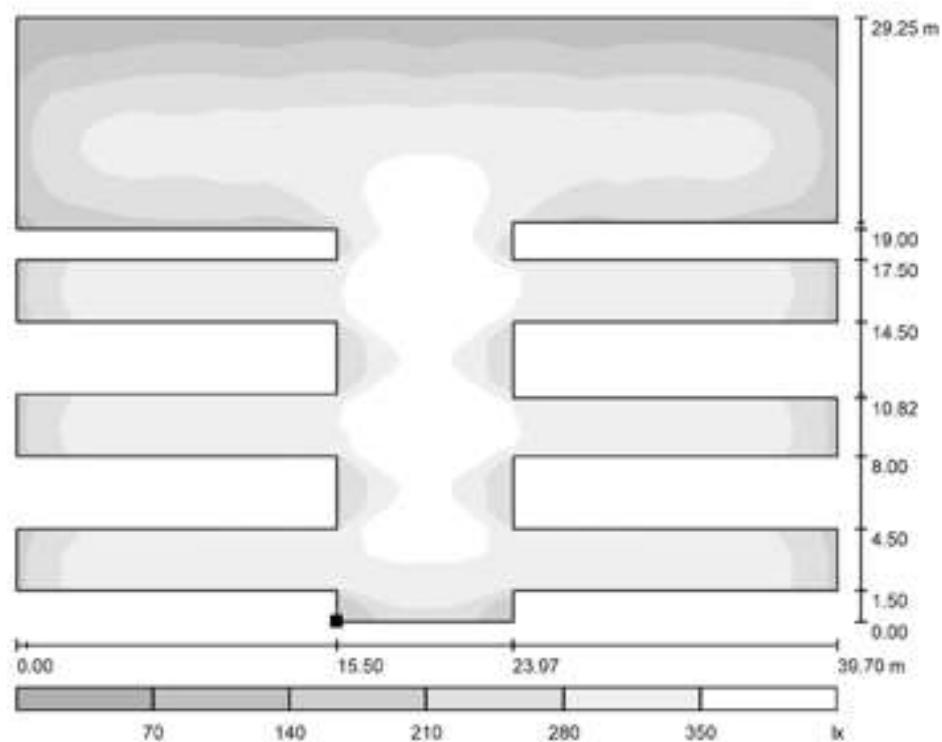
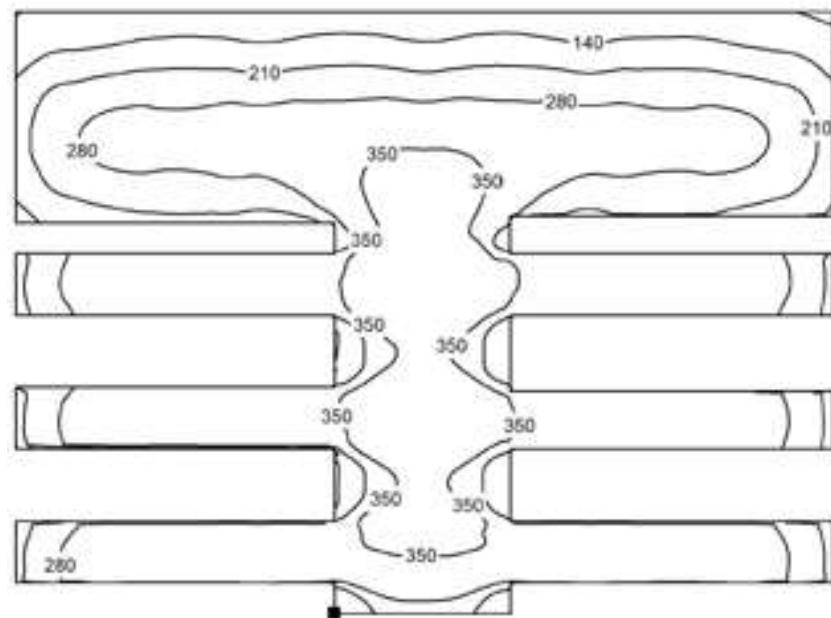
$$E_{\min} [Ix] \\ 84$$

$$E_{\max} [Ix] \\ 402$$

$$E_{\min} / E_m \\ 0.300$$

$$E_{\min} / E_{\max} \\ 0.210$$

- **Zona Almacén:**



$$E_m [lx] \\ 278$$

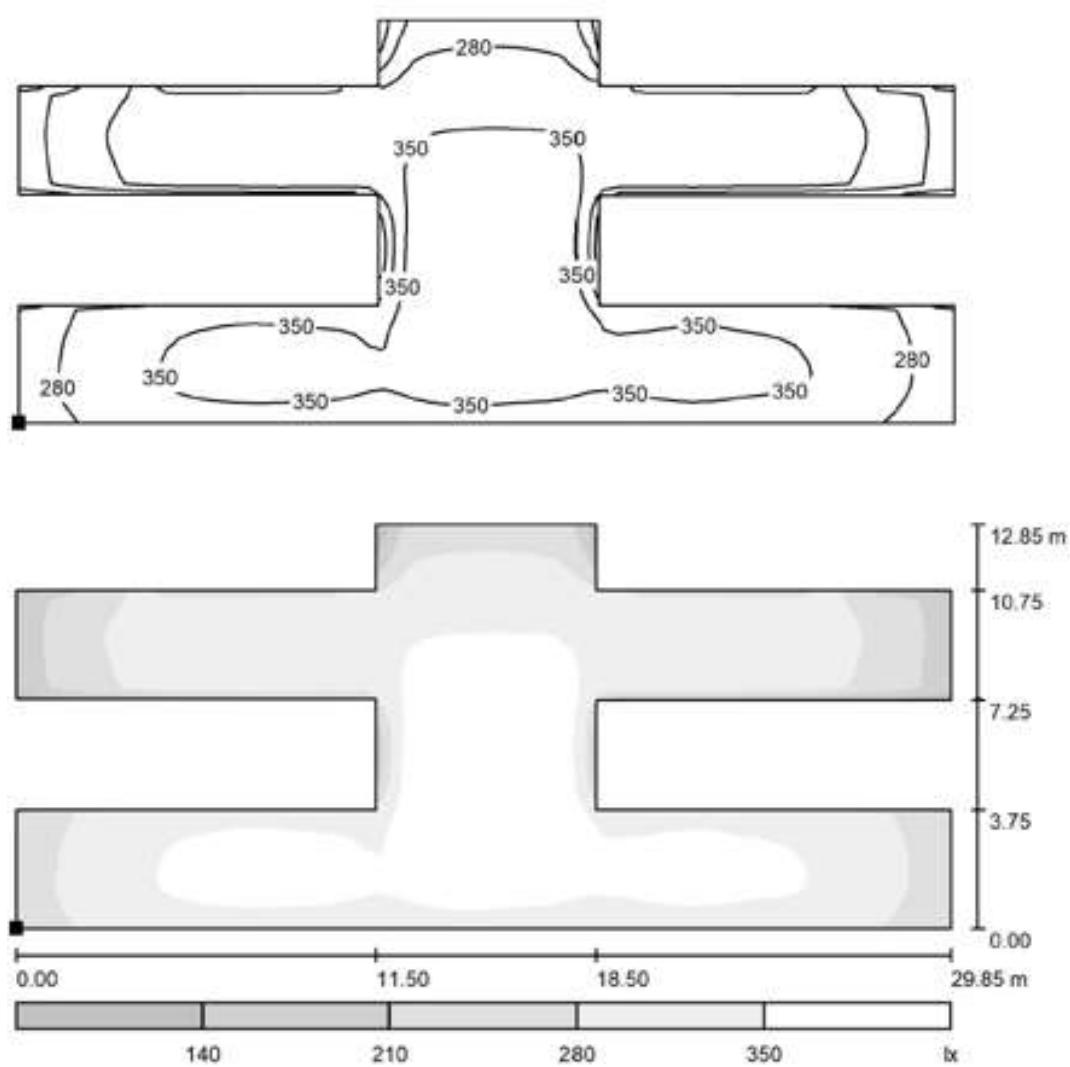
$$E_{\min} [lx] \\ 63$$

$$E_{\max} [lx] \\ 400$$

$$E_{\min} / E_m \\ 0.227$$

$$E_{\min} / E_{\max} \\ 0.158$$

- Zona Almacén Subproducto:



$$E_m [lx] \\ 324$$

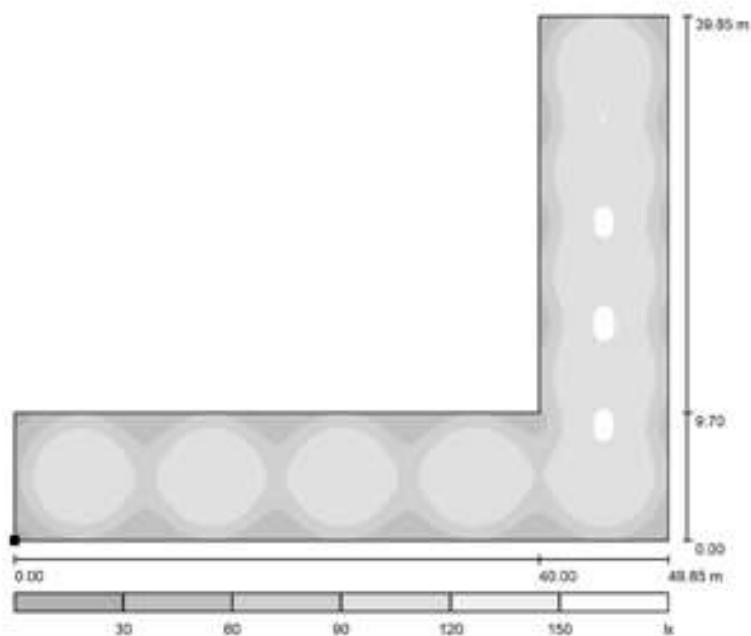
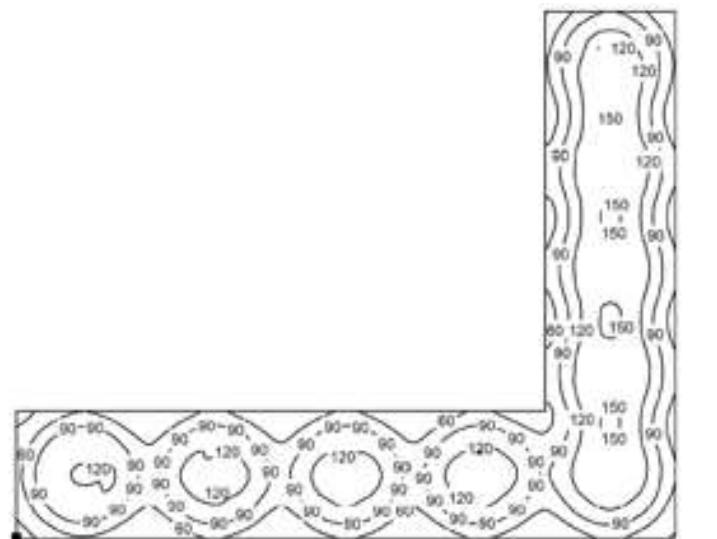
$$E_{\min} [lx] \\ 99$$

$$E_{\max} [lx] \\ 421$$

$$E_{\min} / E_m \\ 0.305$$

$$E_{\min} / E_{\max} \\ 0.235$$

- **Zona Pasillo:**



$$E_m [lx] \\ 97$$

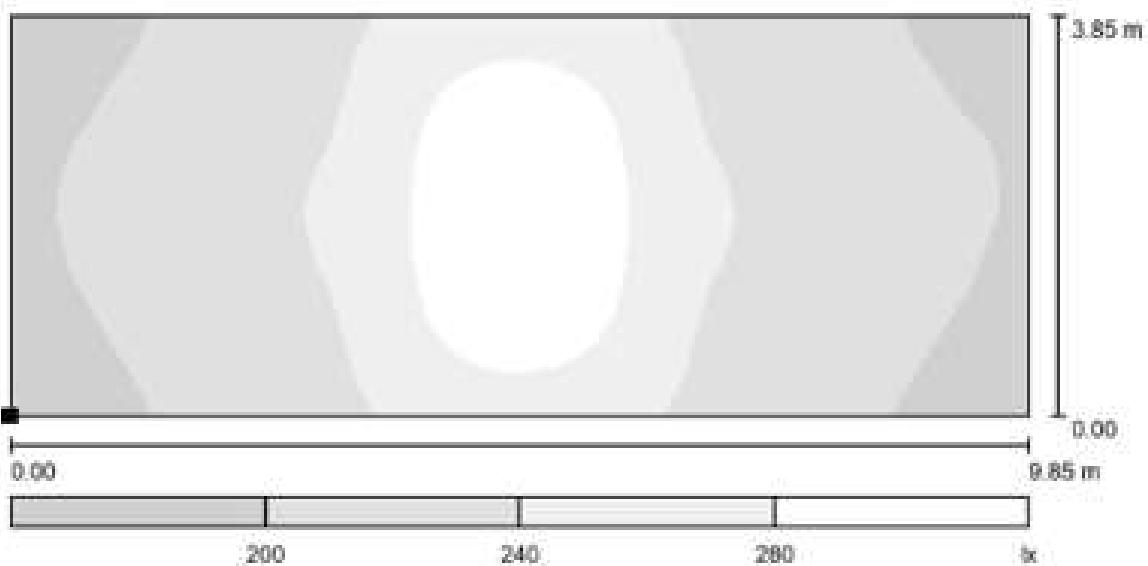
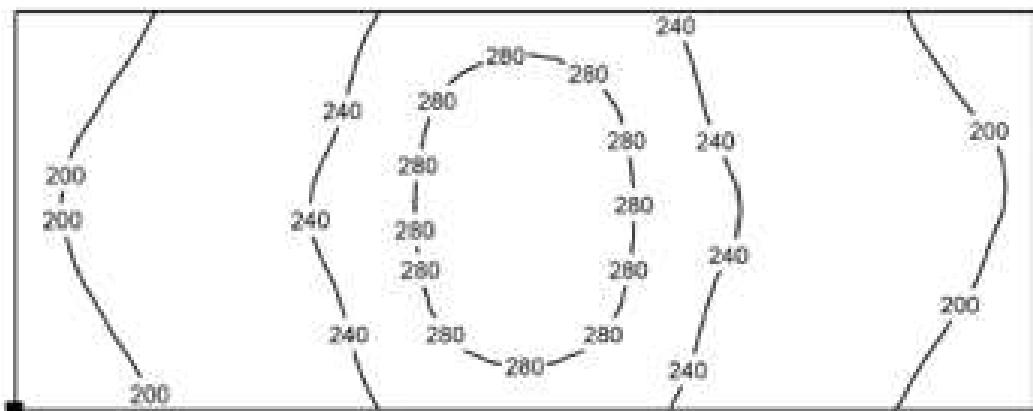
$$E_{min} [lx] \\ 22$$

$$E_{max} [lx] \\ 159$$

$$E_{min} / E_m \\ 0.231$$

$$E_{min} / E_{max} \\ 0.141$$

- **Zona Sala Compresores:**



$$E_m [lx] \\ 233$$

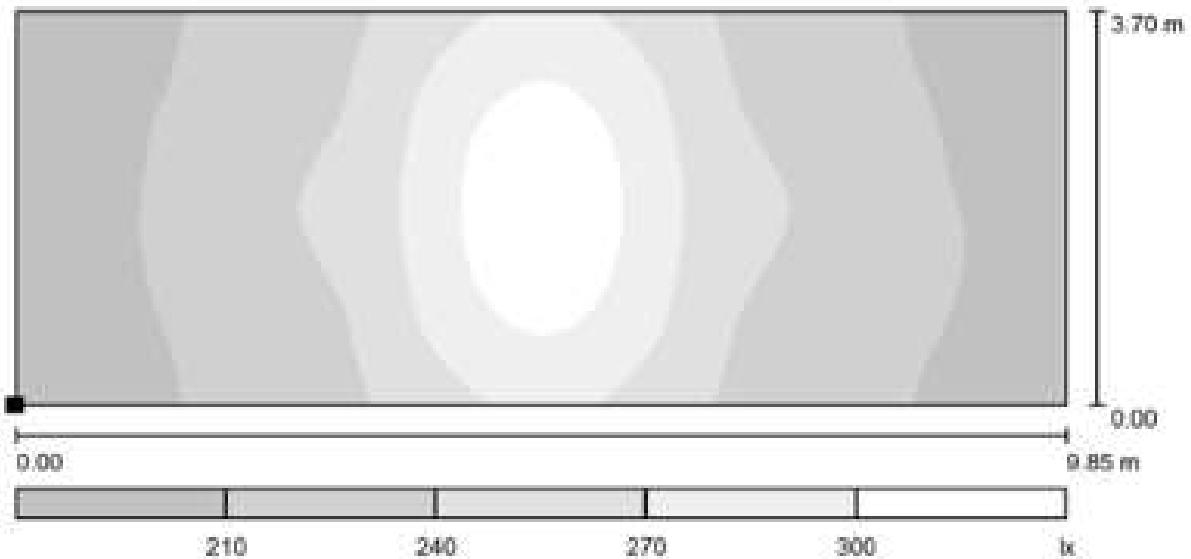
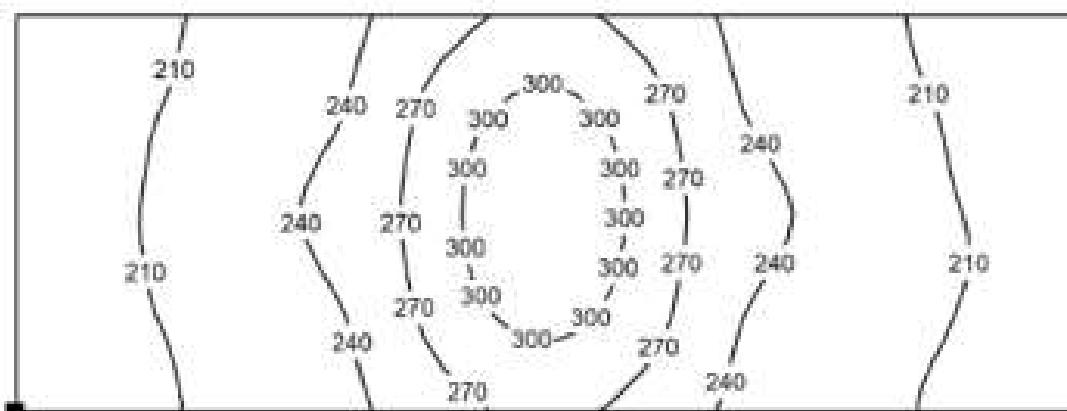
$$E_{min} [lx] \\ 167$$

$$E_{max} [lx] \\ 321$$

$$E_{min} / E_m \\ 0.714$$

$$E_{min} / E_{max} \\ 0.519$$

- Zona Sala Cuadros Eléctricos:



$$E_m [lx] \\ 238$$

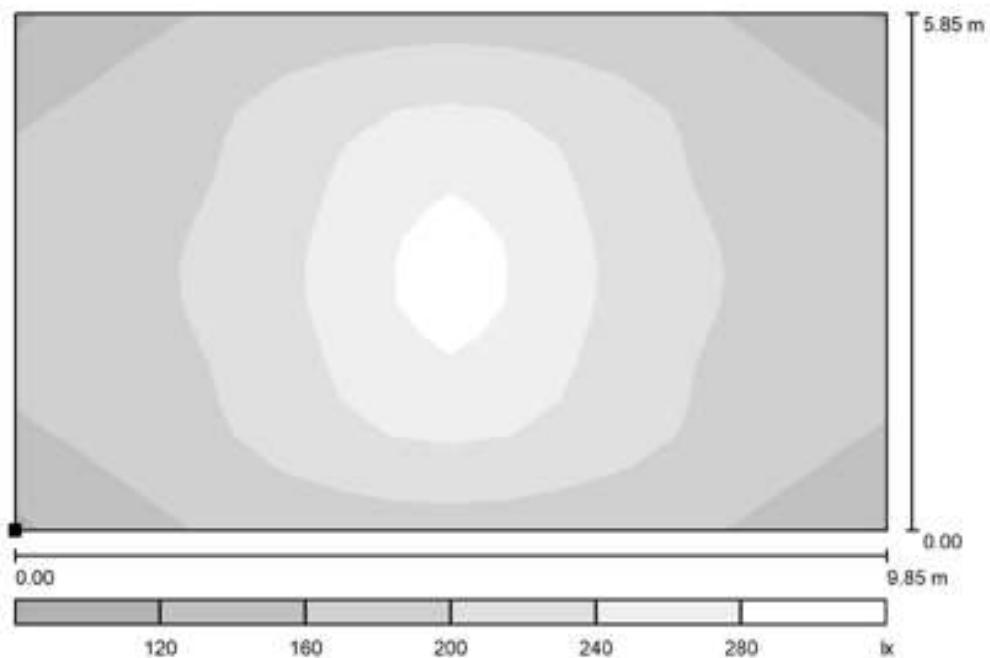
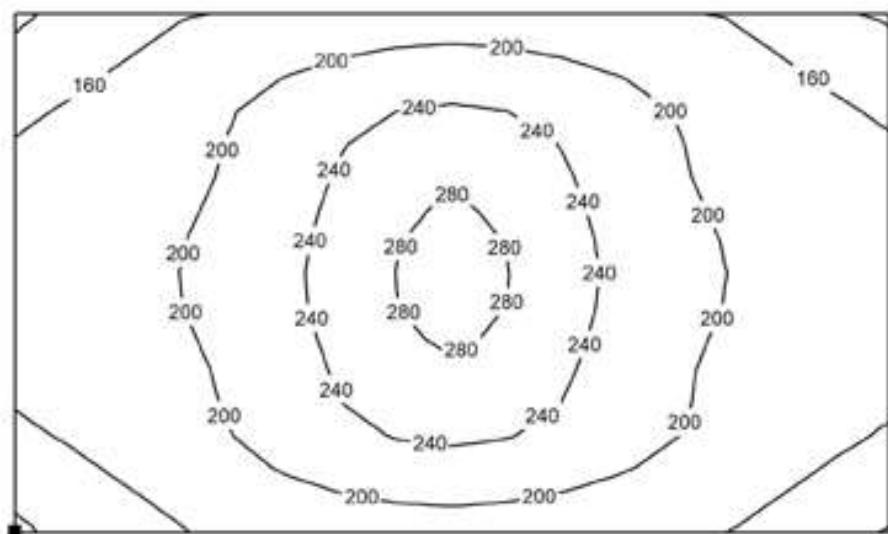
$$E_{min} [lx] \\ 183$$

$$E_{max} [lx] \\ 323$$

$$E_{min}/E_m \\ 0.766$$

$$E_{min}/E_{max} \\ 0.566$$

- Zona Taller Mantenimiento:



$$E_m [lx] \\ 204$$

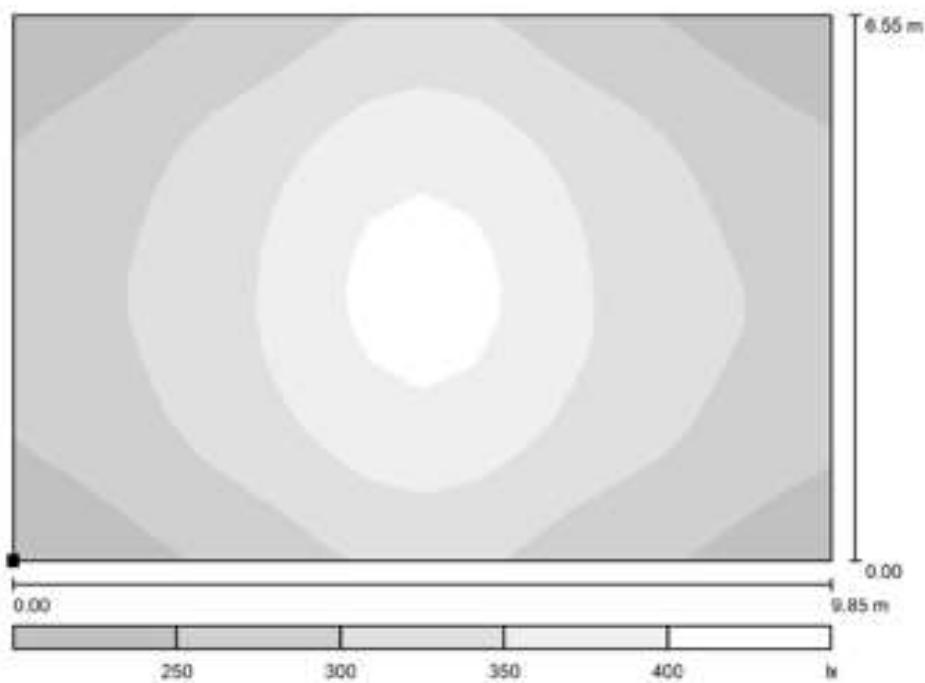
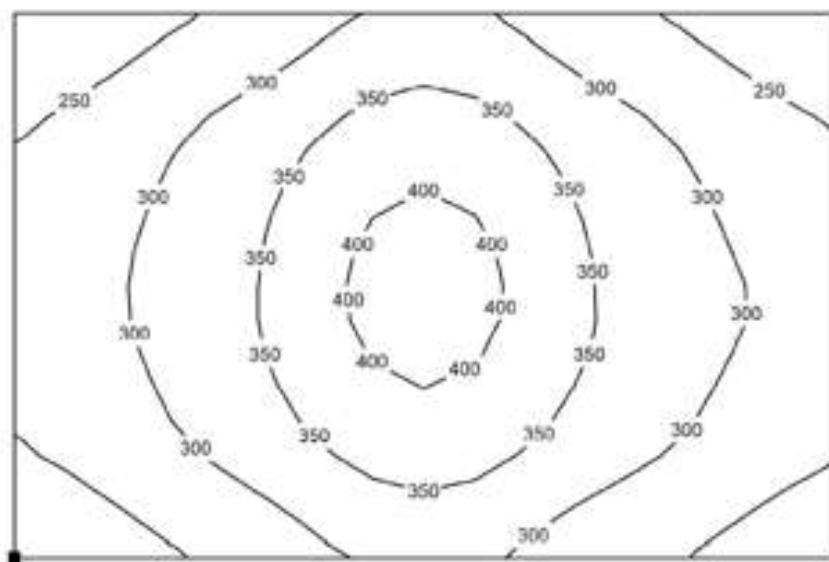
$$E_{\min} [lx] \\ 120$$

$$E_{\max} [lx] \\ 301$$

$$E_{\min} / E_m \\ 0.588$$

$$E_{\min} / E_{\max} \\ 0.399$$

- Zona Vestuario Femenino:



$$E_m [lx] \\ 314$$

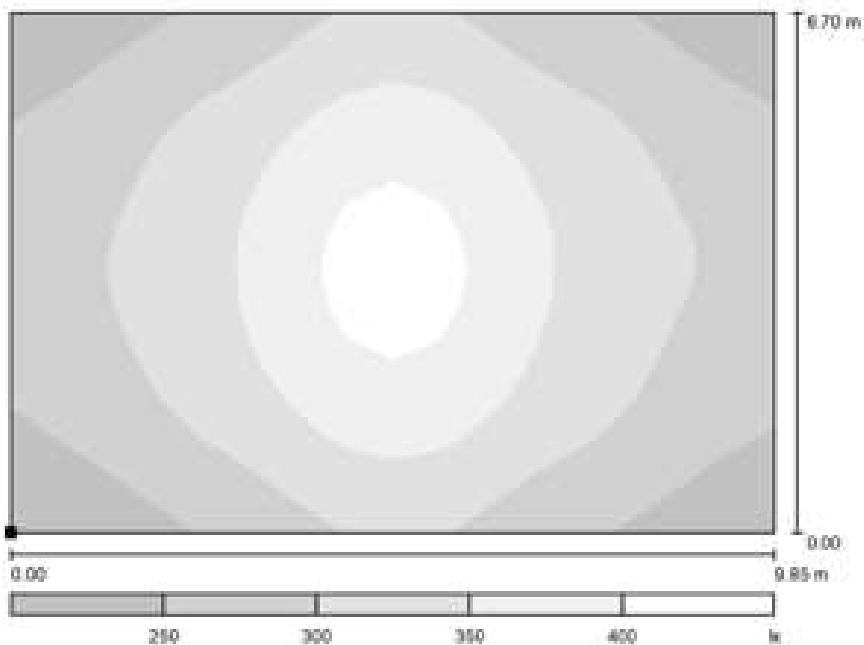
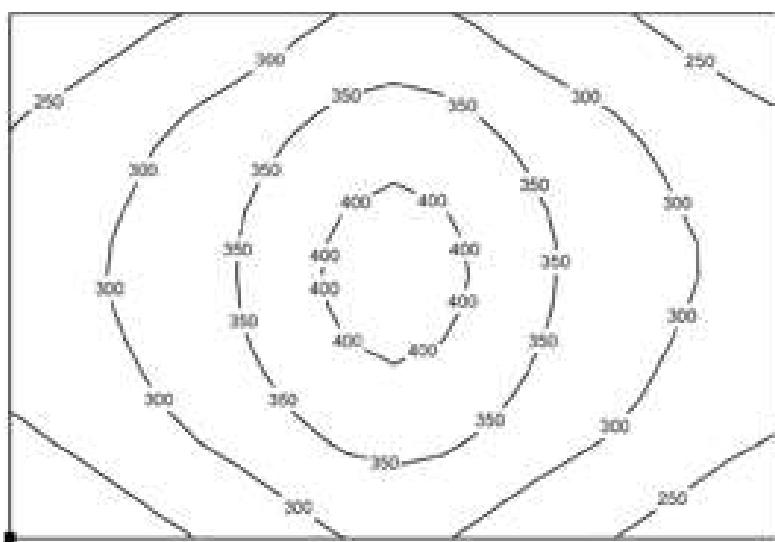
$$E_{min} [lx] \\ 214$$

$$E_{max} [lx] \\ 433$$

$$E_{min} / E_m \\ 0.683$$

$$E_{max} / E_m \\ 0.495$$

- Zona Vestuario Masculino:



$$E_{\text{m}} [\text{m}]$$

$$313$$

$$E_{\text{max}} [\text{m}]$$

$$212$$

$$E_{\text{min}} [\text{m}]$$

$$431$$

$$E_{\text{max}} / E_{\text{m}}$$

$$0.678$$

$$E_{\text{min}} / E_{\text{m}}$$

$$0.492$$

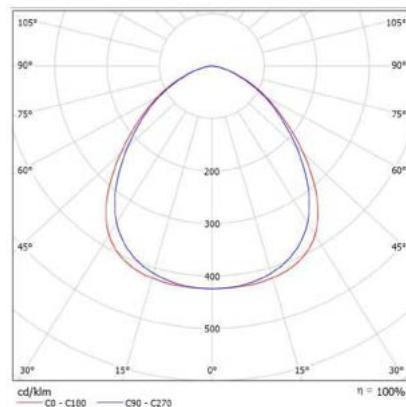
II.3. Iluminación interior de las oficinas.

Se diseña el alumbrado interior para cumplir los requisitos luminotécnicos necesarios en las diferentes zonas de producción y almacenamiento.

II.3.1. Luminarias interiores

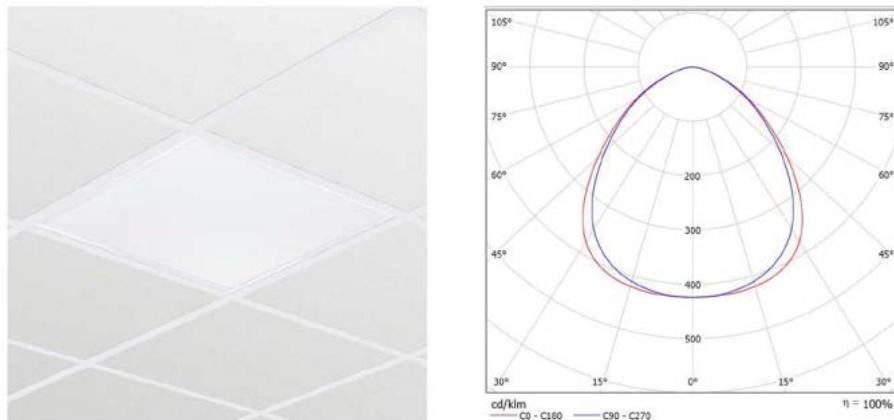
Se emplean las siguientes luminarias de la marca Philips:

- **Philips RC133V W62L62 1xLED34S/830 OC:**



Valoración de deslumbramiento según UGR													
		Mirado en perpendicular al eje de lámpara						Mirado longitudinalmente al eje de lámpara					
		X	Y	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
p Techo		2H	16.4	17.5	16.6	17.8	18.0	16.0	17.2	16.3	17.4	17.7	
p Paredes		3H	17.2	18.2	17.5	18.5	18.7	16.8	17.9	17.1	18.1	18.4	
p Suelo		4H	17.4	18.4	17.7	18.7	19.0	17.1	18.1	17.4	18.3	18.6	
		6H	17.5	18.4	17.9	18.7	19.0	17.2	18.1	17.6	18.4	18.7	
		8H	17.5	18.4	17.9	18.7	19.0	17.2	18.1	17.6	18.4	18.7	
		12H	17.5	18.4	17.9	18.7	19.0	17.2	18.1	17.6	18.4	18.7	
		2H	18.4	18.4	17.9	18.7	19.0	17.2	18.1	17.6	18.4	18.7	
		3H	18.4	18.4	17.9	18.7	19.0	17.2	18.1	17.6	18.4	18.7	
		4H	18.0	18.8	18.4	19.1	19.5	17.7	18.5	18.1	18.8	19.2	
		6H	18.2	18.8	18.6	19.2	19.6	17.9	18.6	18.4	19.0	19.3	
		8H	18.3	18.8	18.7	19.2	19.6	18.0	18.6	18.4	19.0	19.4	
		12H	18.3	18.8	18.7	19.2	19.6	18.0	18.6	18.5	19.0	19.4	
		2H	18.7	17.7	17.1	18.0	18.3	16.5	17.5	16.8	17.7	18.0	
		3H	17.7	18.5	18.1	18.8	19.2	17.4	18.2	17.8	18.6	18.9	
		4H	18.0	18.8	18.4	19.1	19.5	17.7	18.5	18.1	18.8	19.2	
		6H	18.2	18.8	18.6	19.2	19.6	17.9	18.6	18.4	19.0	19.3	
		8H	18.3	18.8	18.7	19.2	19.6	18.0	18.6	18.4	19.0	19.4	
		12H	18.3	18.8	18.7	19.2	19.6	18.0	18.6	18.5	19.0	19.4	
		2H	18.1	18.7	18.5	19.1	19.5	17.8	18.4	18.3	18.8	19.2	
		3H	18.4	18.8	18.8	19.3	19.7	18.1	18.6	18.6	19.0	19.5	
		4H	18.5	18.9	18.9	19.3	19.8	18.2	18.6	18.7	19.1	19.6	
		6H	18.5	18.8	19.0	19.3	19.8	18.3	18.6	18.8	19.1	19.6	
		8H	18.5	18.8	19.0	19.3	19.8	18.2	18.6	18.7	19.1	19.6	
		12H	18.5	18.8	19.0	19.3	19.8	18.3	18.6	18.8	19.1	19.6	
		4H	18.1	18.6	18.5	19.0	19.5	17.8	18.3	18.3	18.8	19.2	
		6H	18.4	18.8	18.8	19.2	19.7	18.1	18.5	18.6	19.0	19.5	
		8H	18.5	18.8	19.0	19.3	19.8	18.2	18.6	18.7	19.1	19.6	
		12H	18.5	18.8	19.0	19.3	19.8	18.2	18.6	18.7	19.1	19.6	
		4H	18.1	18.6	18.5	19.0	19.5	17.8	18.3	18.3	18.8	19.2	
		6H	18.4	18.8	18.8	19.2	19.7	18.1	18.5	18.6	19.0	19.5	
		8H	18.5	18.8	19.0	19.3	19.8	18.2	18.6	18.7	19.1	19.6	
		12H	18.5	18.8	19.0	19.3	19.8	18.2	18.6	18.7	19.1	19.6	
		2H	18.1	18.6	18.5	19.0	19.5	17.8	18.3	18.3	18.8	19.2	
		3H	18.4	18.8	18.8	19.2	19.7	18.1	18.5	18.6	19.0	19.5	
		4H	18.5	18.8	18.8	19.2	19.7	18.2	18.6	18.7	19.1	19.6	
		6H	18.5	18.8	18.8	19.2	19.7	18.2	18.6	18.7	19.1	19.6	
		8H	18.5	18.8	18.8	19.2	19.7	18.2	18.6	18.7	19.1	19.6	
		12H	18.5	18.8	18.8	19.2	19.7	18.2	18.6	18.7	19.1	19.6	
		4H	18.1	18.6	18.5	19.0	19.5	17.8	18.3	18.3	18.8	19.2	
		6H	18.4	18.8	18.8	19.2	19.7	18.1	18.5	18.6	19.0	19.5	
		8H	18.5	18.8	18.8	19.2	19.7	18.2	18.6	18.7	19.1	19.6	
		12H	18.5	18.8	18.8	19.2	19.7	18.2	18.6	18.7	19.1	19.6	
		4H	18.1	18.6	18.5	19.0	19.5	17.8	18.3	18.3	18.8	19.2	
		6H	18.4	18.8	18.8	19.2	19.7	18.1	18.5	18.6	19.0	19.5	
		8H	18.5	18.8	18.8	19.2	19.7	18.2	18.6	18.7	19.1	19.6	
		12H	18.5	18.8	18.8	19.2	19.7	18.2	18.6	18.7	19.1	19.6	
		4H	18.1	18.6	18.5	19.0	19.5	17.8	18.3	18.3	18.8	19.2	
		6H	18.4	18.8	18.8	19.2	19.7	18.1	18.5	18.6	19.0	19.5	
		8H	18.5	18.8	18.8	19.2	19.7	18.2	18.6	18.7	19.1	19.6	
		12H	18.5	18.8	18.8	19.2	19.7	18.2	18.6	18.7	19.1	19.6	
		4H	18.1	18.6	18.5	19.0	19.5	17.8	18.3	18.3	18.8	19.2	
		6H	18.4	18.8	18.8	19.2	19.7	18.1	18.5	18.6	19.0	19.5	
		8H	18.5	18.8	18.8	19.2	19.7	18.2	18.6	18.7	19.1	19.6	
		12H	18.5	18.8	18.8	19.2	19.7	18.2	18.6	18.7	19.1	19.6	
		4H	18.1	18.6	18.5	19.0	19.5	17.8	18.3	18.3	18.8	19.2	
		6H	18.4	18.8	18.8	19.2	19.7	18.1	18.5	18.6	19.0	19.5	
		8H	18.5	18.8	18.8	19.2	19.7	18.2	18.6	18.7	19.1	19.6	
		12H	18.5	18.8	18.8	19.2	19.7	18.2	18.6	18.7	19.1	19.6	
		4H	18.1	18.6	18.5	19.0	19.5	17.8	18.3	18.3	18.8	19.2	
		6H	18.4	18.8	18.8	19.2	19.7	18.1	18.5	18.6	19.0	19.5	
		8H	18.5	18.8	18.8	19.2	19.7	18.2	18.6	18.7	19.1	19.6	
		12H	18.5	18.8	18.8	19.2	19.7	18.2	18.6	18.7	19.1	19.6	
		4H	18.1	18.6	18.5	19.0	19.5	17.8	18.3	18.3	18.8	19.2	
		6H	18.4	18.8	18.8	19.2	19.7	18.1	18.5	18.6	19.0	19.5	
		8H	18.5	18.8	18.8	19.2	19.7	18.2	18.6	18.7	19.1	19.6	
		12H	18.5	18.8	18.8	19.2	19.7	18.2	18.6	18.7	19.1	19.6	
		4H	18.1	18.6	18.5	19.0	19.5	17.8	18.3	18.3	18.8	19.2	
		6H	18.4	18.8	18.8	19.2	19.7	18.1	18.5	18.6	19.0	19.5	
		8H	18.5	18.8	18.8	19.2	19.7	18.2	18.6	18.7	19.1	19.6	
		12H	18.5	18.8	18.8	19.2	19.7	18.2	18.6	18.7	19.1	19.6	
		4H	18.1	18.6	18.5	19.0	19.5	17.8	18.3	18.3	18.8	19.2	
		6H	18.4	18.8	18.8	19.2	19.7	18.1	18.5	18.6	19.0	19.5	
		8H	18.5	18.8	18.8	19.2	19.7	18.2	18.6	18.7	19.1	19.6	
		12H	18.5	18.8	18.8	19.2	19.7	18.2	18.6	18.7	19.1	19.6	
		4H	18.1	18.6	18.5	19.0	19.5	17.8	18.3	18.3	18.8	19.2	
		6H	18.4	18.8	18.8	19.2	19.7	18.1	18.5	18.6	19.0	19.5	
		8H	18.5	18.8	18.8	19.2	19.7	18.2	18.6	18.7	19.1	19.6	
		12H	18.5	18.8	18.8	19.2	19.7	18.2	18.6	18.7	19.1	19.6	
		4H	18.1	18.6	18.5	19.0	19.5	17.8	18.3	18.3	18.8	19.2	
		6H	18.4	18.8	18.8	19.2	19.7	18.1	18.5	18.6	19.0	19.5	
		8H	18.5	18.8	18.8	19.2	19.7	18.2	18.6	18.7	19.1	19.6	
		12H	18.5	18.8	18.8	19.2	19.7	18.2	18.6	18.7	19.1	19.6	
		4H	18.1	18.6	18.5	19.0	19.5	17.8	18.3	18.3	18.8	19.2	
		6H	18.4	18.8	18.8	19.2	19.7	18.1	18.5	18.6	19.0	19.5	
		8H	18.5	18.8	18.8	19.2	19.7	18.2	18.6	18.7	19.1	19.6	
		12H	18.5	18.8	18.8	19.2	19.7	18.2	18.6	18.7	19.1	19.6	
		4H	18.1	18.6	18.5	19.0	19.5	17.8	18.3	18.3	18.8	19.2	
		6H	18.4	18.8	18.8	19.2	19.7	18.1	18.5	18.6	19.0	19.5	
		8H	18.5	18.8	18.8	19.2	19.7	18.2	18.6	18.7	19.1	19.6	
		12H	18.5	18.8	18.8	19.2	19.7	18.2	18.6	18.7	19.1	19.6	
		4H	18.1	18.6	18.5	19.0	19.5	17.8	18.3	18.3	18.8	19.2	

- Philips RC133V W62L62 1xLED36S/840 OC:



Valoración de deslumbramiento según UGR											
	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
ρ Techo	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
ρ Paredes	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
ρ Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Tamaño del local	X	Y	Mirado en perpendicular al eje de lámpara				Mirado longitudinalmente al eje de lámpara				
2H	2H	16.6	17.7	16.8	18.0	18.2	16.2	17.4	16.5	17.6	17.9
	3H	17.4	18.4	17.7	18.7	18.9	17.0	18.1	17.3	18.3	18.6
	4H	17.6	18.6	17.9	18.9	19.1	17.3	18.3	17.6	18.5	18.8
	6H	17.7	18.6	18.1	18.9	19.2	17.4	18.3	17.8	18.6	18.9
	8H	17.7	18.6	18.1	18.9	19.2	17.4	18.3	17.8	18.6	18.9
	12H	17.7	18.6	18.1	18.9	19.2	17.4	18.3	17.8	18.6	18.9
4H	2H	16.9	17.9	17.3	18.2	18.5	16.7	17.7	17.0	17.9	18.2
	3H	17.9	18.7	18.3	19.0	19.4	17.6	18.4	18.0	18.7	19.1
	4H	18.2	18.9	18.6	19.3	19.7	17.9	18.7	18.3	19.0	19.4
	6H	18.4	19.0	18.8	19.4	19.8	18.1	18.8	18.6	19.2	19.5
	8H	18.5	19.0	18.9	19.4	19.8	18.2	18.8	18.6	19.2	19.6
	12H	18.5	19.0	18.9	19.4	19.8	18.2	18.8	18.7	19.2	19.6
8H	4H	18.3	18.9	18.7	19.3	19.7	18.0	18.6	18.5	19.0	19.4
	6H	18.6	19.0	19.0	19.5	19.9	18.3	18.8	18.8	19.2	19.7
	8H	18.6	19.1	19.1	19.5	20.0	18.4	18.8	18.9	19.3	19.8
	12H	18.7	19.0	19.2	19.5	20.0	18.5	18.8	19.0	19.3	19.8
12H	4H	18.3	18.8	18.7	19.2	19.6	18.0	18.5	18.5	19.0	19.4
	6H	18.6	19.0	19.0	19.4	19.9	18.3	18.7	18.8	19.2	19.7
	8H	18.7	19.0	19.2	19.5	20.0	18.4	18.8	18.9	19.3	19.8
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H	+0.3 / -0.4				+0.3 / -0.4						
S = 1.5H	+0.4 / -0.9				+0.4 / -0.9						
S = 2.0H	+1.1 / -1.6				+1.0 / -1.7						
Tabla estándar	BK03				BK03						
Sumando de corrección	0.9				0.6						
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 3000lm Flujo lumínico total											

LISTA DE LUMINARIAS INTERIOR OFICINAS			
Designación	nº luminarias	Flujo (lm)	Potencia (W)
PHILIPS RC133V W62L62 1 xLED34S/830 OC	8	3400	33
PHILIPS RC133V W62L62 1 xLED36S/840 OC	27	3600	33
		124400	1155

Tabla 95 - ANEJO II: ILUMINACIÓN - Lista luminarias oficinas

II.3.2. Informe iluminación interior – Planta Baja

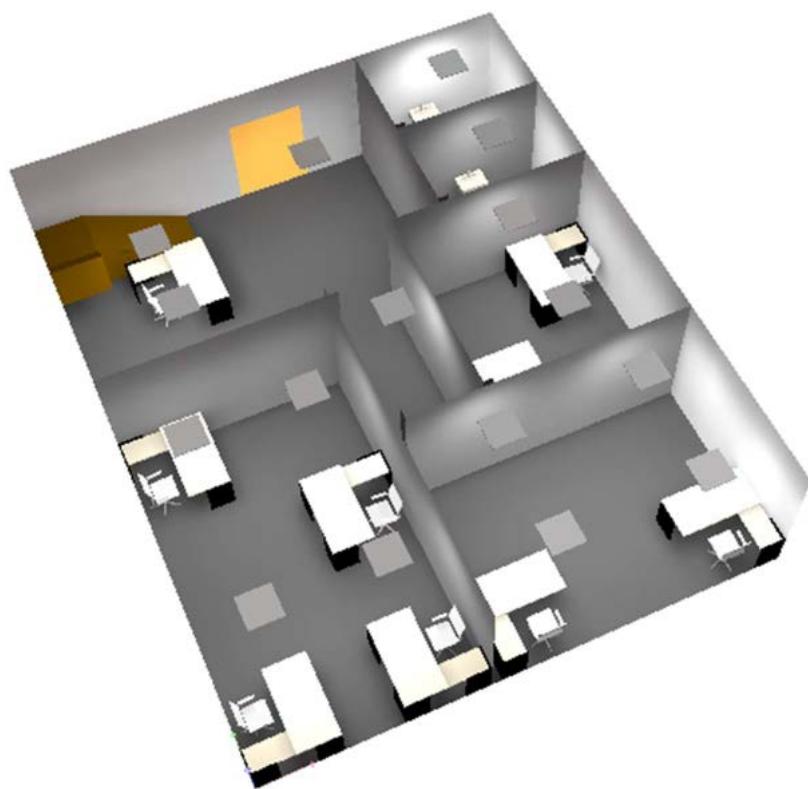
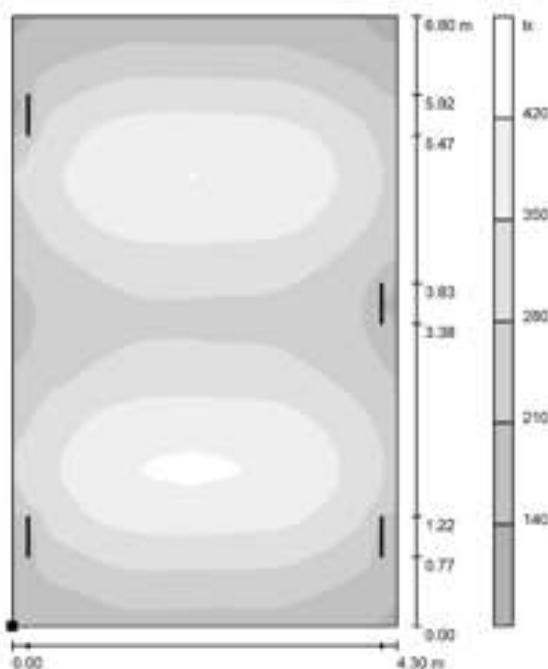
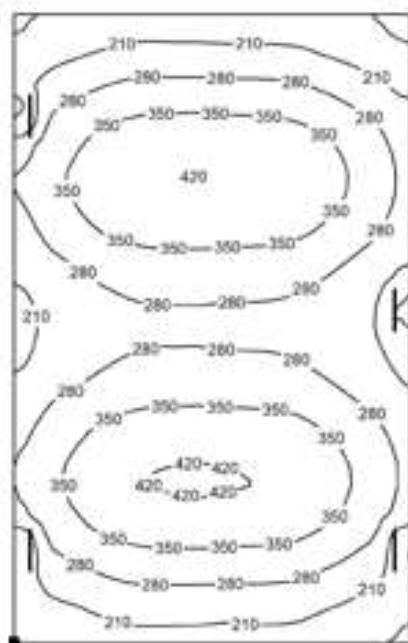


Figura 64 - ANEJO II: ILUMINACIÓN - Oficina Planta Baja

- Dpto. producción y mantenimiento:



$$E_m [lx] \\ 296$$

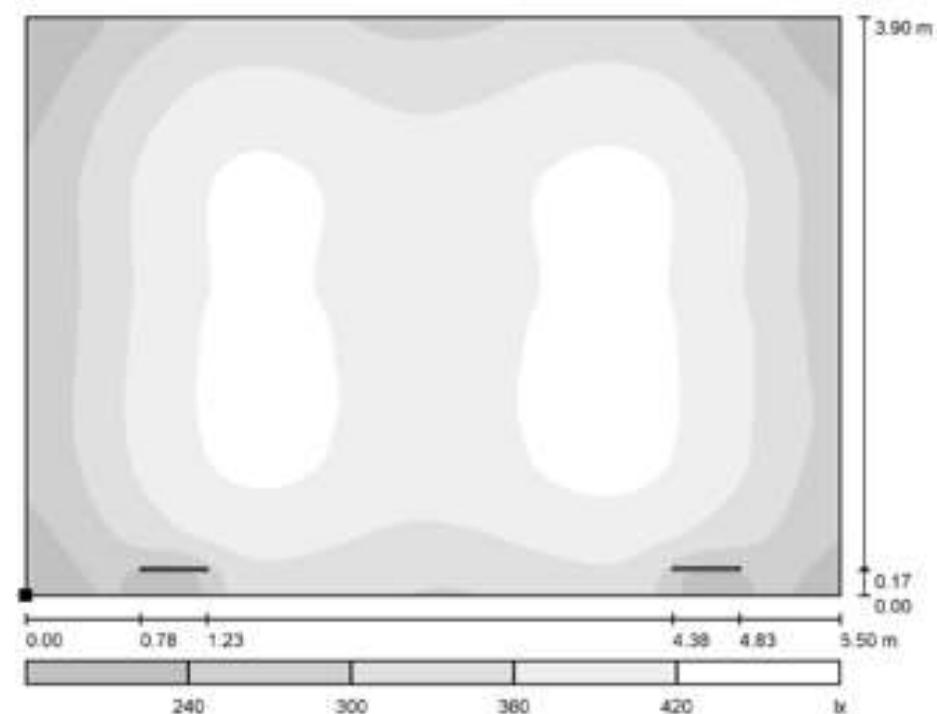
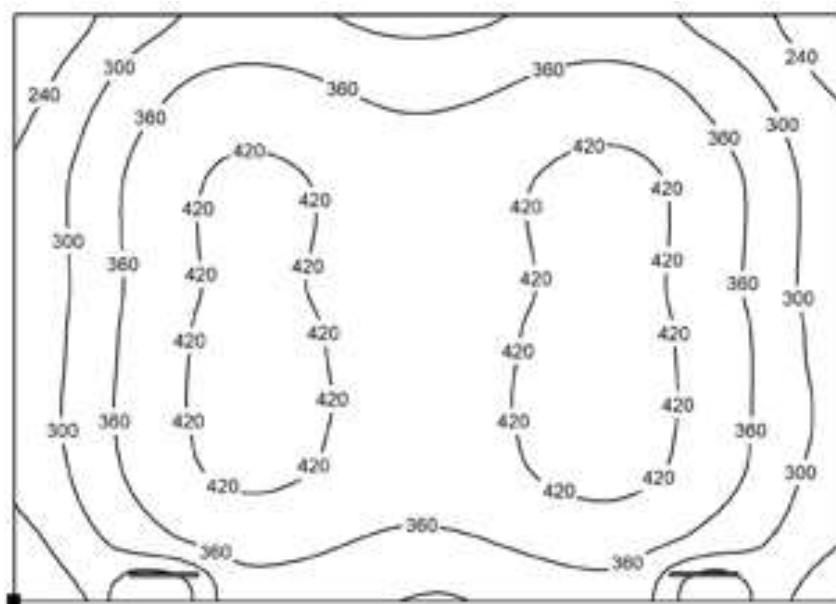
$$E_{\min} [lx] \\ 118$$

$$E_{\max} [lx] \\ 429$$

$$E_{\min} / E_m \\ 0.398$$

$$E_{\min} / E_{\max} \\ 0.274$$

- Dpto. Envasado:



$$E_m [lx] \\ 363$$

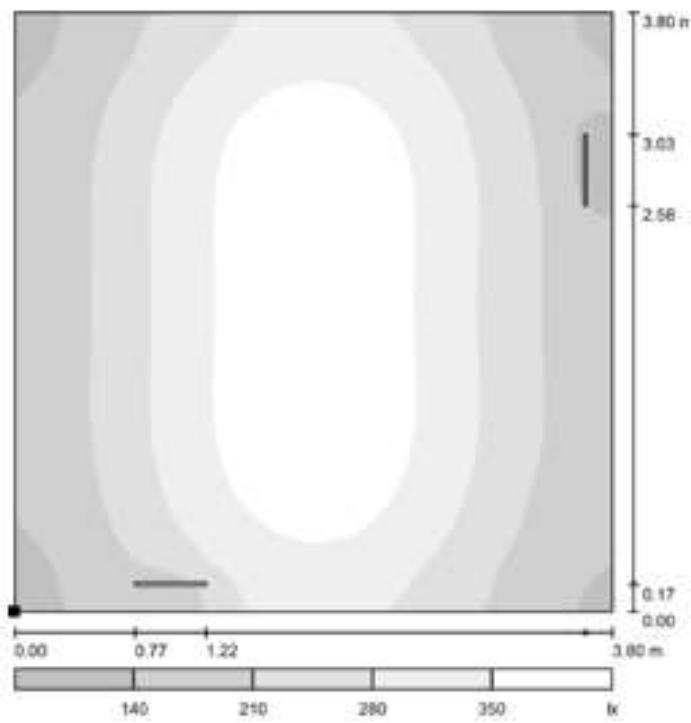
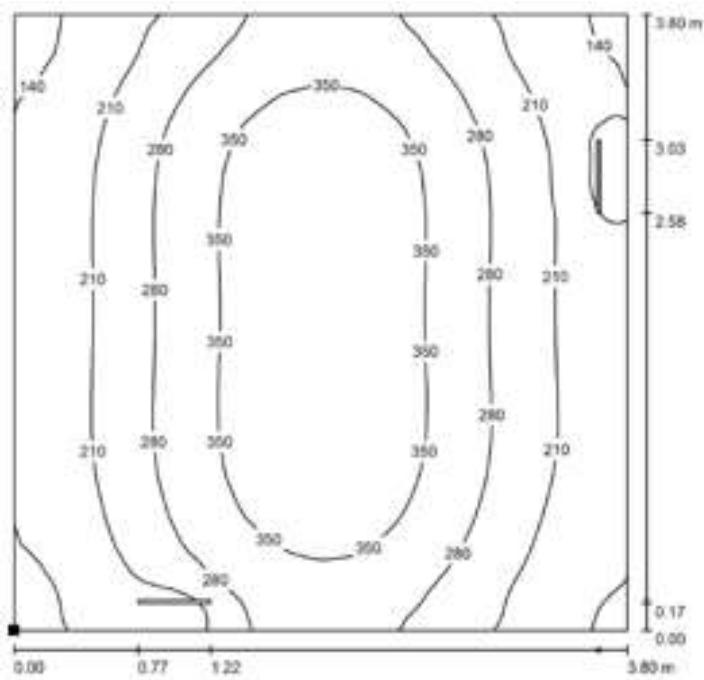
$$E_{\min} [lx] \\ 181$$

$$E_{\max} [lx] \\ 446$$

$$E_{\min} / E_m \\ 0.499$$

$$E_{\max} / E_m \\ 0.405$$

- Dpto. Logística:



E_m [lx]
271

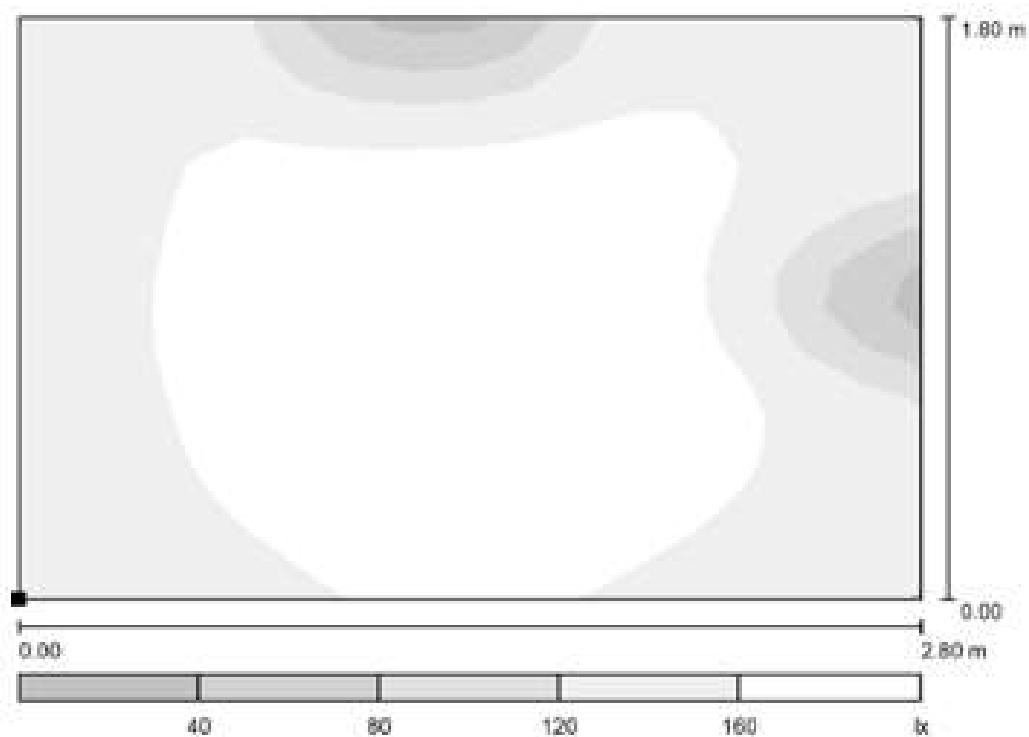
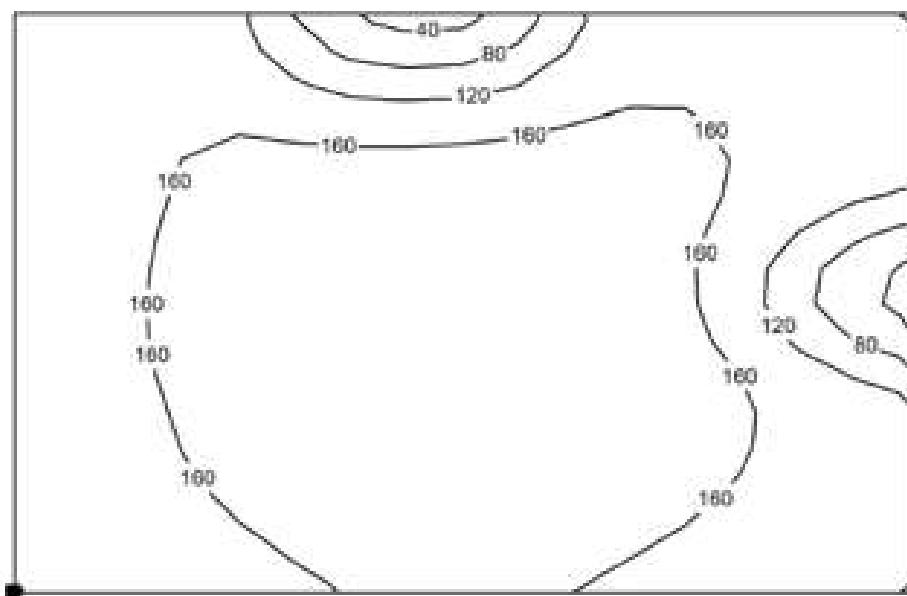
E_{\min} [lx]
89

E_{\max} [lx]
408

E_{\min} / E_m
0.329

E_{\min} / E_{\max}
0.219

- Aseo Femenino:



$$E_m [x] \\ 153$$

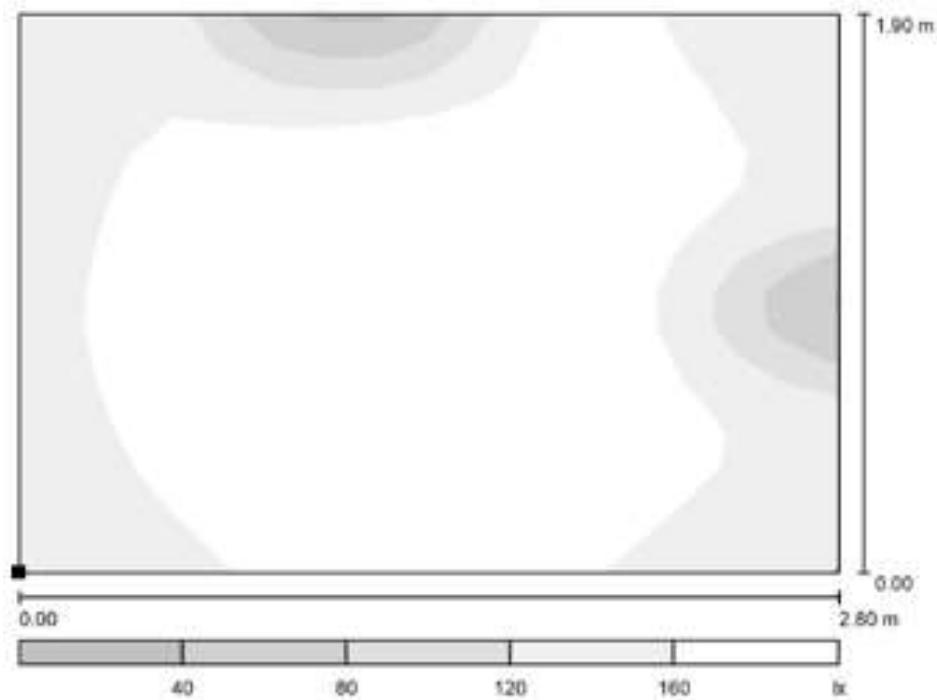
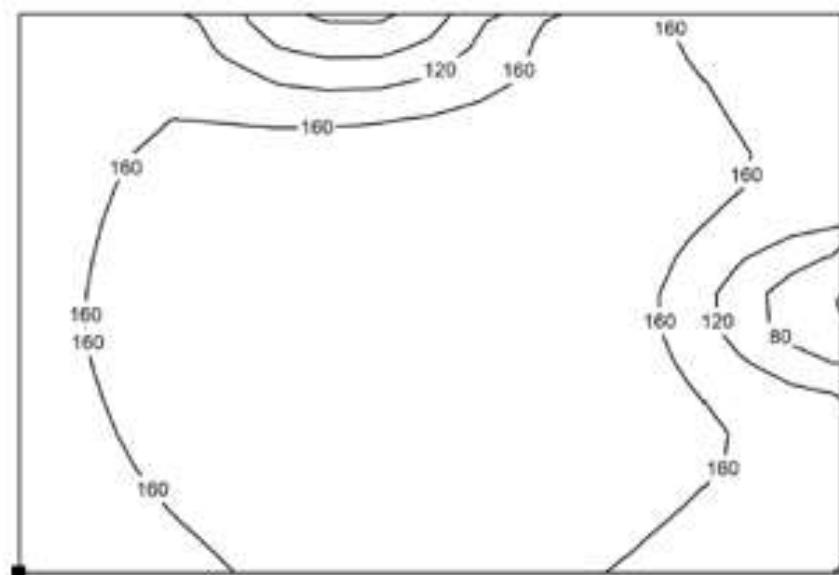
$$E_{\min} [x] \\ 30$$

$$E_{\max} [x] \\ 184$$

$$E_{\min} / E_m \\ 0.193$$

$$E_{\min} / E_{\max} \\ 0.161$$

- Aseo Masculino:



E_m [m]
161

E_{min} [m]
36

E_{max} [m]
194

E_{min}/E_m
0.221

E_{min}/E_{max}
0.183

II.3.3. Informe iluminación interior – Planta Alta

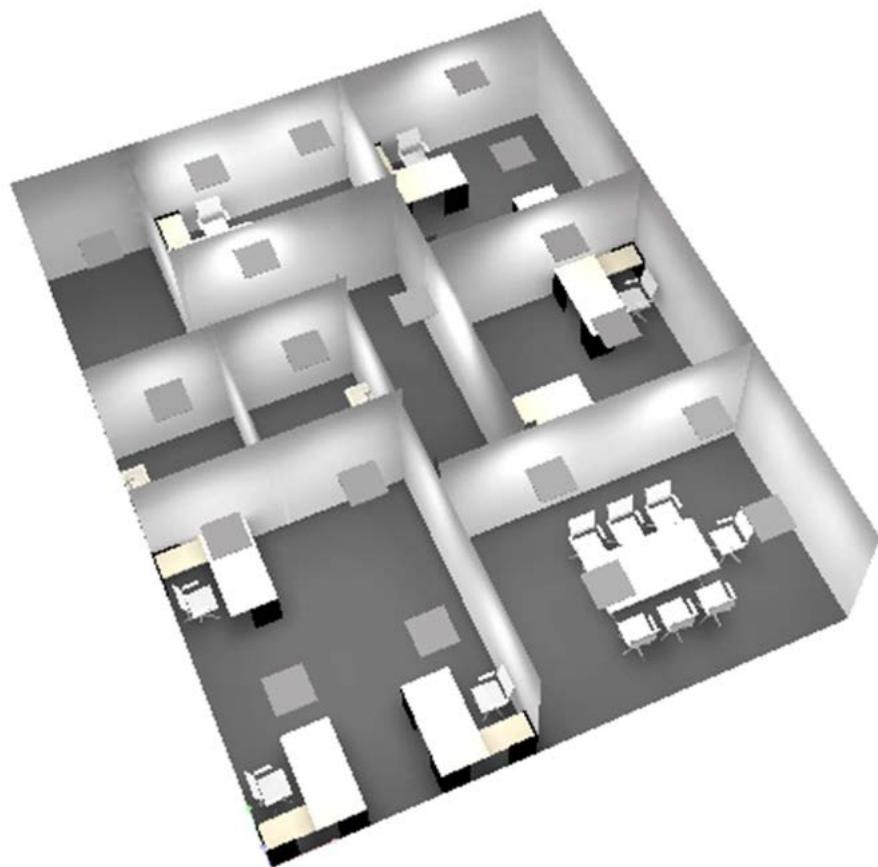
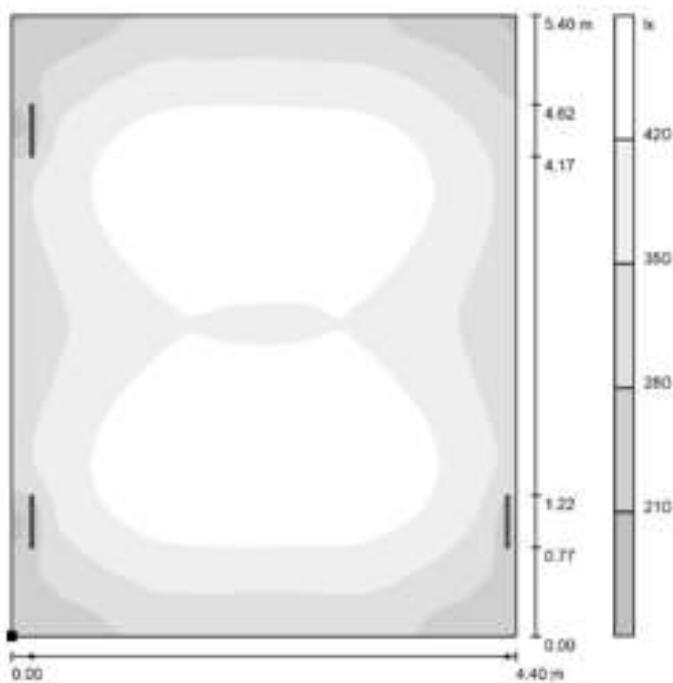
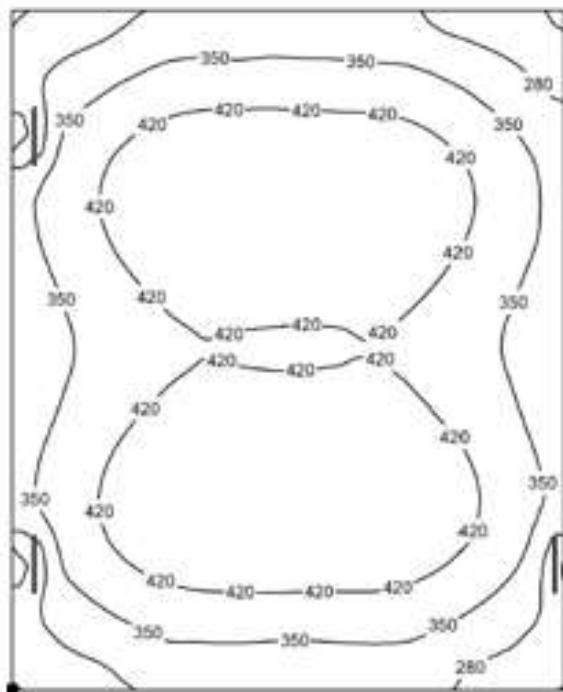


Figura 65 - ANEJO II: ILUMINACIÓN - Oficina planta alta

- Dpto. Administración:



E_m [lx]
387

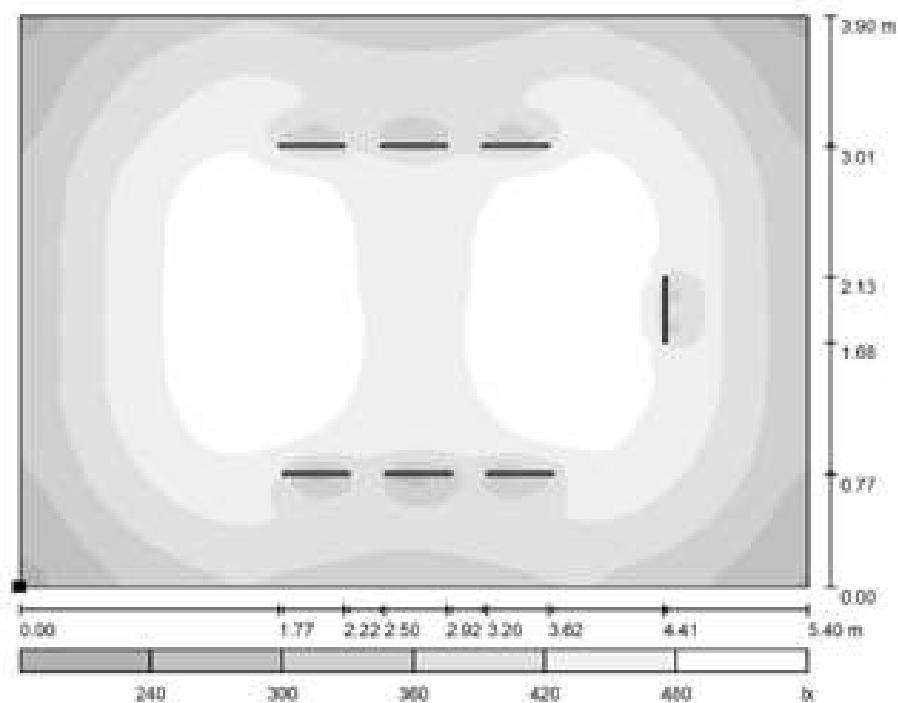
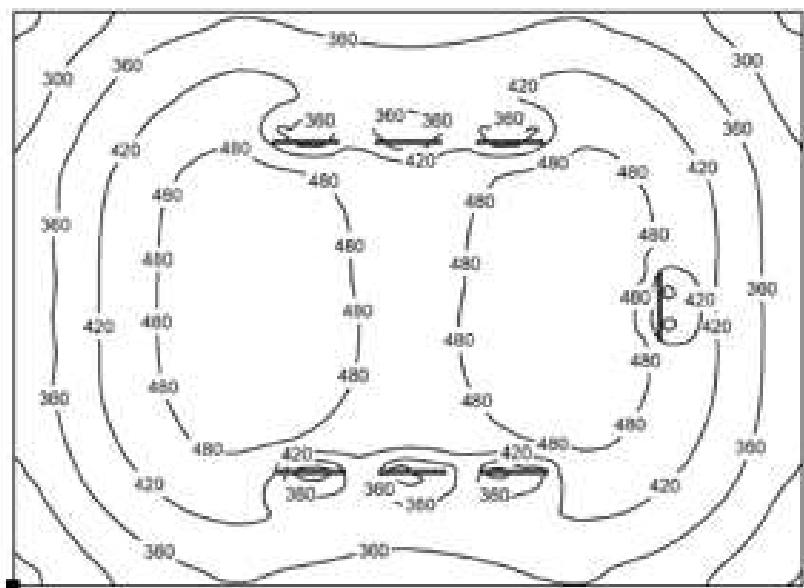
E_{\min} [lx]
181

E_{\max} [lx]
489

E_{\min} / E_m
0.469

E_{\min} / E_{\max}
0.370

- Sala de reuniones:



E_m [lx]
413

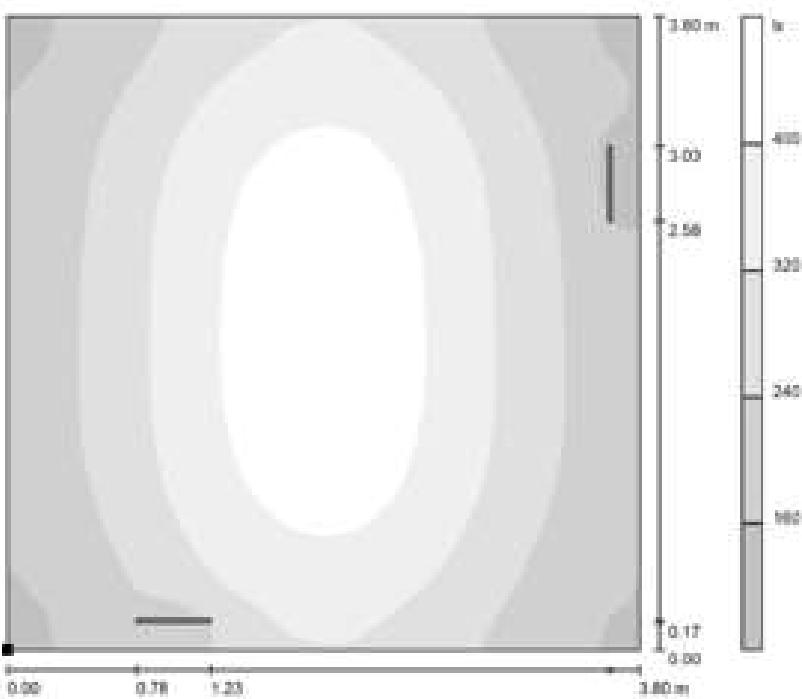
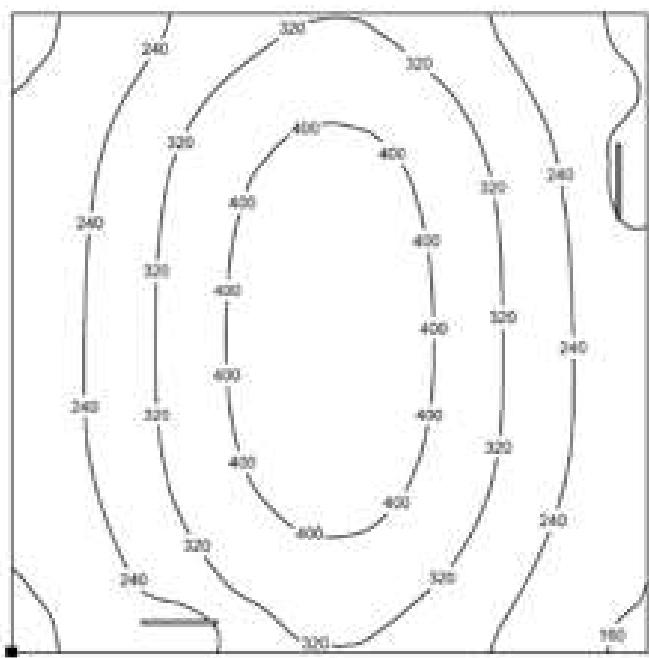
E_{min} [lx]
226

E_{max} [lx]
622

E_{min}/E_m
0.545

E_{min}/E_{max}
0.431

- Dpto. Ventas:



E_m [lx]
300

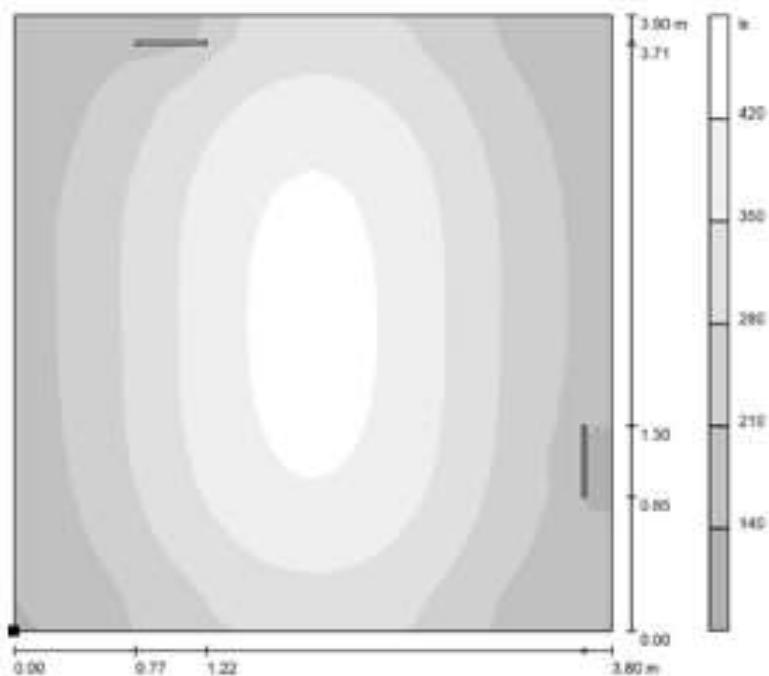
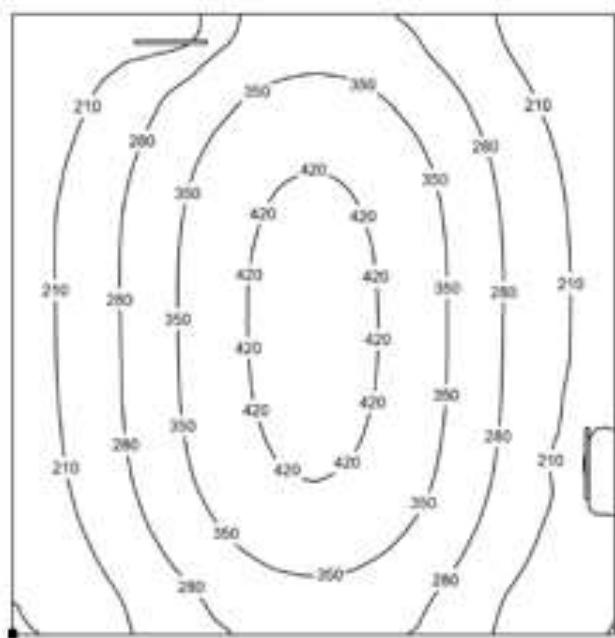
E_{min} [lx]
105

E_{max} [lx]
459

$$\frac{E_{\min}}{E_m} = 0.352$$

$$\frac{E_{\min}}{E_{\max}} = 0.230$$

- Dpto. Compras:



$E_n [eV]$
294

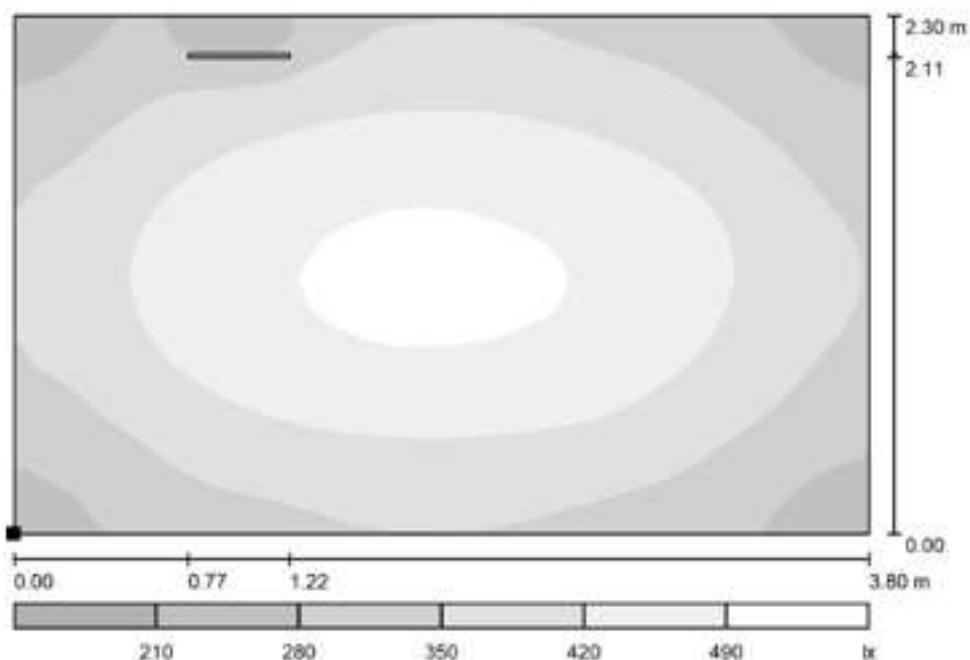
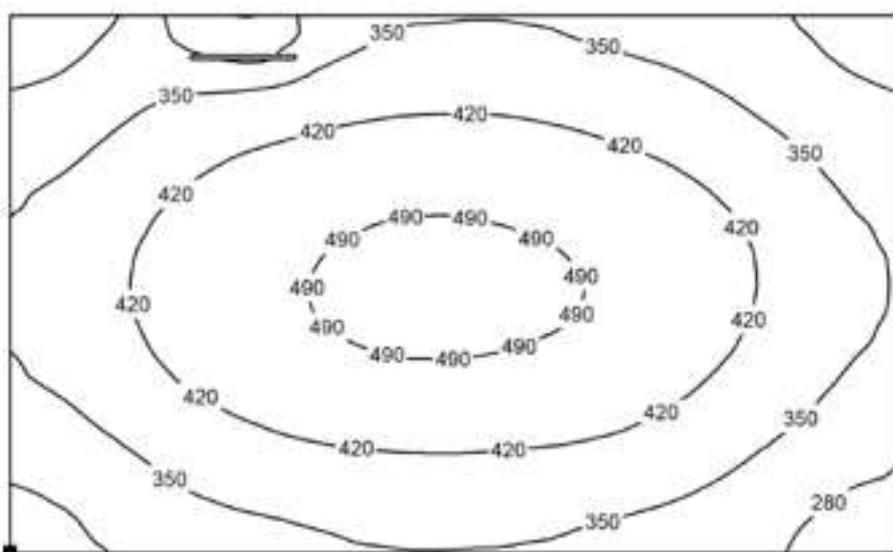
$E_{min} [eV]$
99

$E_{max} [eV]$
446

E_{min}/E_n
0.337

E_{min}/E_{max}
0.221

- Dirección:



E_m [lx]
391

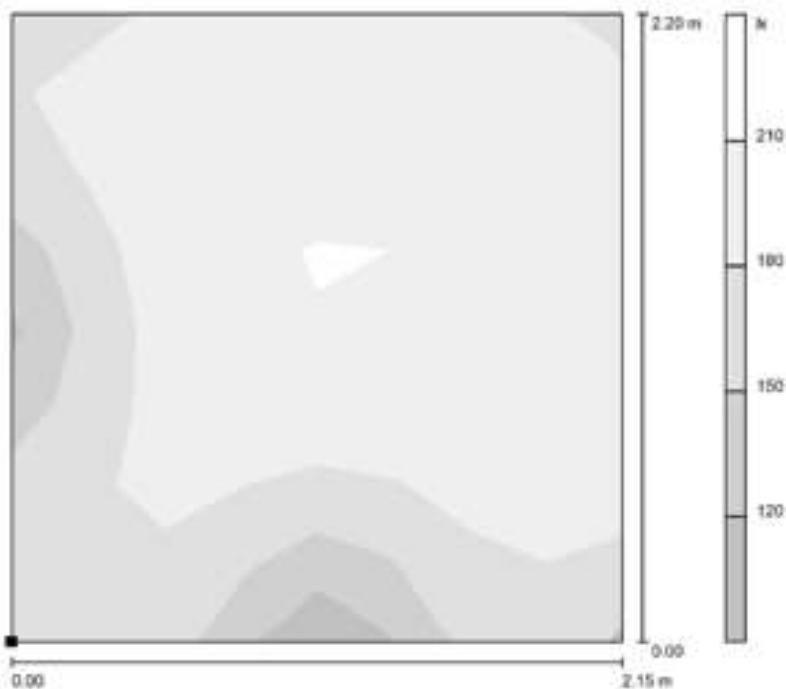
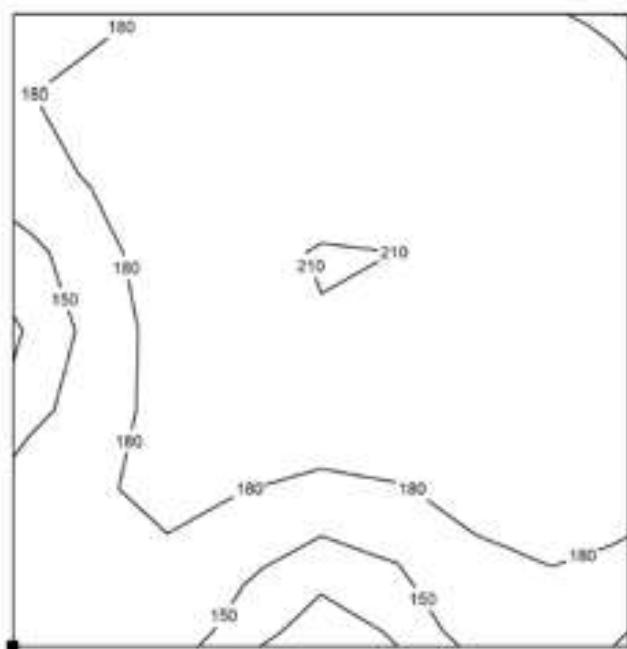
E_{min} [lx]
196

E_{max} [lx]
513

E_{min} / E_m
0.500

E_{min} / E_{max}
0.381

- Aseo Masculino:



E_m [lx]
186

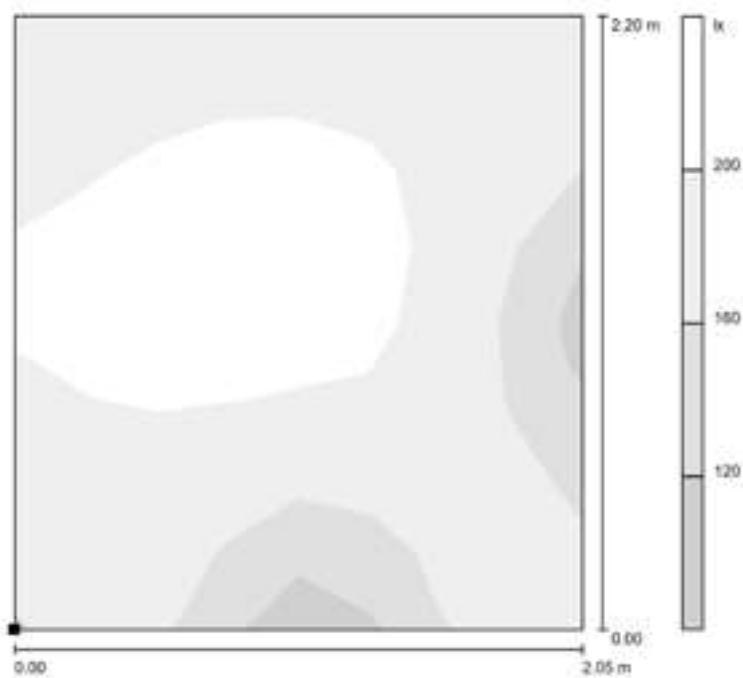
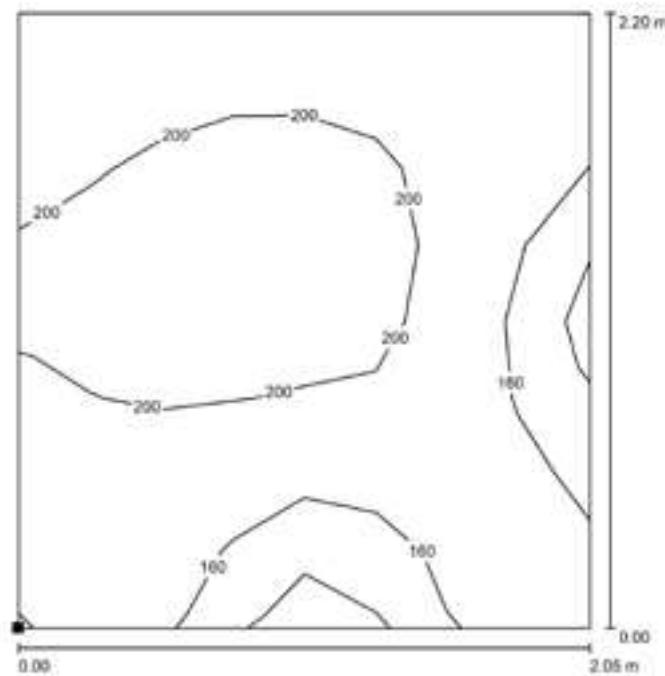
E_{\min} [lx]
70

E_{\max} [lx]
218

E_{\min} / E_m
0.375

E_{\min} / E_{\max}
0.321

- **Aseo Femenino:**



E_m [lx]
185

E_{min} [lx]
67

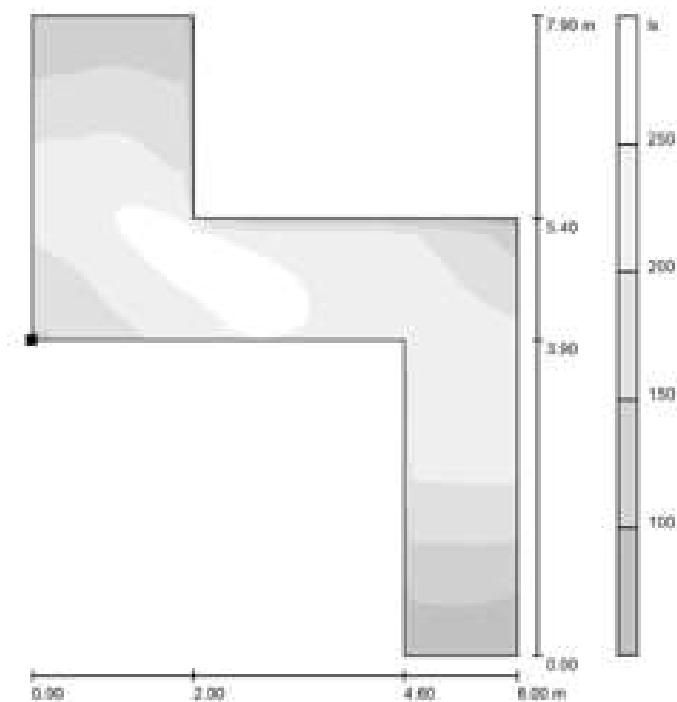
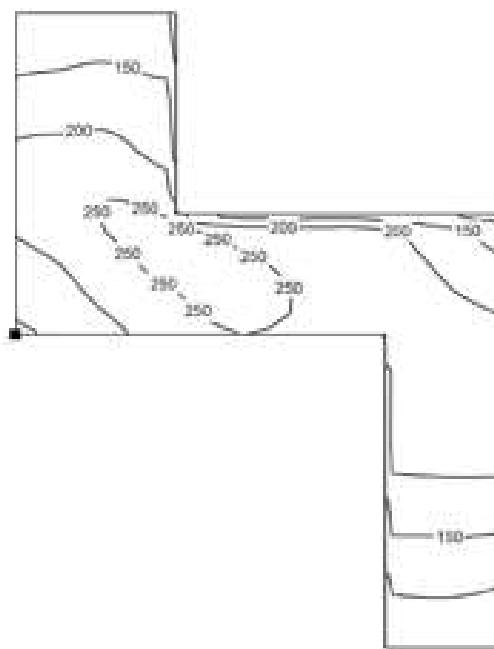
E_{max} [lx]
217

$$E_{\min} / E_m$$

0.361

$$\frac{E_{\min}}{E_{\max}} = 0.308$$

- **Pasillo:**



E_m [lx]
198

E_{min} [lx]
77

E_{max} [lx]
281

E_{min} / E_m
0.389

E_{min} / E_{max}
0.273

ANEJO III: CÁLCULO INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE MEDIA TENSIÓN

Este anejo contiene los cálculos llevados a cabo para el diseño de la instalación eléctrica de media tensión de la planta industrial objetivo de este proyecto.

III.1. Acometida subterránea Subestación – Centro Transformación

La línea de acometida desde la subestación al centro de transformación será una línea subterránea. Para su diseño, la línea debe cumplir con las disposiciones de las normas particulares de Endesa.

Según lo dispuesto en el capítulo V “*Redes de distribución en media tensión*”, el conductor elegido deberá ser unipolar de aluminio homogéneo con sección normalizada de 150 y 240 mm². El cable debe cumplir también con la Norma ENDESA *DND001* para cables subterráneos.

A la salida de subestaciones o con 3 o más ternas de cables, se empleará conductor de 240 mm² con aislamiento seco de polietileno reticulado XLPE. Deberá ir bajo tubo con una profundidad mínima de 0,9 metros la canalización.

El terreno donde se ubica la línea subterránea es de naturaleza seco, por lo que la resistividad térmica es de 1 k·m/W.

III.1.1.Cálculo de la intensidad máxima admisible

La intensidad máxima admisible para cables está normalizada. Se parte de la intensidad máxima estandarizada para el cable, y se le aplican los factores de corrección necesarios para ajustarlo a la instalación real.

Según la Instrucción Técnica Complementaria *ITC-LAT-06 “Líneas subterráneas con cables aislados”*, para cable de 240 mm² con aislamiento XLPE y de aluminio, las condiciones estándar son:

INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE - CONDICIONES ESTÁNDAR	
Aislamiento	XLPE
Material	ALUMINIO
Configuración	CABLES UNIPOLARES EN TRIÁNGULO
T ^a Terreno (°C)	25
T ^a Aire (°C)	40
Resistividad térmica del terreno (K·m/W)	1.5
Profundidad soterramiento (m)	1
Temperatura del conductor (°C)	90

Tabla 96 - ANEJO III: MT - Condiciones estándar intensidad máxima admisible.

Y las intensidades máximas admitidas estándar se obtienen de la siguiente tabla:

Sección (mm ²)	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

Tabla 97 - ANEJO III: MT - Intensidades máximas admisibles (A) para cables unipolares aislados hasta 18/30 kV bajo tubo.

La intensidad máxima admisible estándar para cable de aluminio de 240 mm², aislamiento XLPE y bajo tubo es de **320 A**.

Para adecuar la intensidad máxima admisible estándar a nuestra instalación, se debe aplicar un coeficiente de corrección por cada parámetro que sea necesario.

El factor de corrección por temperatura distinta de 25 °C:

Temperatura °C Servicio Permanente θ _s	Temperatura del terreno, θ _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

Tabla 98 - ANEJO III: MT - Factor de corrección por temperatura del terreno.

El factor de corrección por resistividad térmica del terreno distinta de 1,5 k·m/W:

Tipo de instalación	Sección del conductor mm ²	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

Tabla 99 - ANEJO III: MT - Factor de corrección por diferencia de resistividad térmica del terreno.

Por tanto, los factores de corrección a aplicar a la intensidad máxima admisible estándar para obtener la intensidad máxima admisible real de la instalación:

FACTORES DE CORRECIÓN PARA INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE		
Diferencia	Condición instalación	Factor de corrección
T ^a Terreno	30	0.94
Resistividad térmica del terreno	1	1.1

Tabla 100 - ANEJO III: MT - Factores de corrección de la instalación.

Por lo que la intensidad máxima admisible real de la instalación es de **330,88 A**

Intensidad Máxima Admisible Estándar (A)	320
Factor de corrección total	1.034
Intensidad Máxima Admisible real (A)	330.88

Tabla 101 - ANEJO III: MT - Intensidad Máxima Admisible.

III.1.2.Cálculo de la intensidad soportada

La intensidad que debe soportar el cable para el suministro se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U}$$

Siendo:

I = Intensidad a soportar por el cable (A)

S = Potencia aparente del transformador (kVA)

U = Tensión de suministro de la red de media tensión (V)

Para una potencia aparente de **1.600 kVA**, y una tensión de suministro de **15 kV**, la intensidad nominal que debe soportar el cable es de **61,58 A**, que como se observa, es inferior a la intensidad máxima admitida (330,88 A) para dicho cable de 240 mm², cumpliendo este criterio.

III.1.3.Cálculo de la sección mínima por intensidad de cortocircuito

La intensidad de cortocircuito de la red se calcula mediante la potencia del centro de transformación y la tensión de suministro. Para el cálculo de la intensidad de cortocircuito se emplea la siguiente fórmula:

$$I_{cc} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U}$$

Se obtienen los siguientes datos:

Potencia de la subestación	S (MVA)	60
Tensión de suministro en Media Tensión	U (kV)	15
Intensidad de cortocircuito	Icc (kA)	2309.4011

Tabla 102 - ANEJO III: MT - Intensidad cortocircuito de la red.

Para esta intensidad de cortocircuito, la sección mínima que debe tener el cable para soportarla correctamente se obtiene mediante la siguiente expresión:

$$s_{cc} = \frac{I_{cc} \cdot \sqrt{t}}{K}$$

Donde:

Intensidad de cortocircuito	Icc (kA)	2309.40108
Tiempo de duración del defecto	t (s)	1
Coeficiente adimensional de aislamiento XLPE	K	143
Sección mínima por cortocircuito	Scc (mm²)	16.149658

Tabla 103 - ANEJO III: MT: Sección mínima por cortocircuito.

Por cortocircuito, se requiere una sección mínima de 16,15 mm², por lo que la sección de 240 mm² cumple sobradamente.

III.1.4.Cálculo de la caída de tensión

La caída de tensión para líneas que presentan efecto inductivo se determina por:

$$u = \sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot (R \cdot \cos(\varphi) + X \cdot \sin(\varphi))$$

Es necesario tener los valores característicos del cable proporcionados según el fabricante Prysmian, el cual tiene las secciones homologadas para la compañía suministradora Endesa.

1 x sección conductor (Al)/sección pantalla (Cu) (mm ²)	Resistencia del conductor a 20 °C (Ω/km)	Resistencia del conductor a T máx (90 °C) (Ω/km)	Reactancia inductiva (Ω/km)	
	12/20 kV y 18/30 kV	12/20 kV y 18/30 kV	12/20 kV	18/30 kV
1x95/16 (1)	0,320	0,410	0,123	0,132
1x150/16 (2)	0,206	0,264	0,114	0,123
1x240 /16 (2)	0,125	0,161	0,106	0,114
1x400/16 (2)	0,078	0,100	0,099	0,106

Tabla 104 - ANEJO III: MT - Resistencia y reactancia del cable Prysmian.

Por tanto, los datos para el cálculo de la caída de tensión de la línea son:

Intensidad nominal	I (A)	61.5840287
Longitud de línea	L (km)	0.45
Resistencia del cable	Ω/km	0.161
Reactancia del cable	Ω/km	0.106
cos (φ)		0.80
sin (φ)		0.60
Caída de tensión	u (V)	9.2352
	%	0.061568

Tabla 105 - ANEJO III: MT - Caída de tensión

Se obtiene una caída de tensión de **9,2352 V (0,062 %)**.

III.2. Cálculo del transformador

III.2.1. Cálculo de intensidades

En el transformador se tendrá una intensidad nominal en el lado de media tensión, y la intensidad nominal correspondiente a la baja tensión.

La intensidad dependerá de la potencia aparente del transformador y de las tensiones de red en media y baja tensión. Las intensidades se calculan mediante las siguientes expresiones:

- Intensidad nominal en Media Tensión:

$$I_{MT} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U_{MT}}$$

- Intensidad nominal en Baja Tensión:

$$I_{BT} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U_{BT}}$$

Respecto a las intensidades de cortocircuito en el transformador, también se dispondrá de una tensión para la media tensión, y otra tensión de cortocircuito para la baja tensión. La intensidad de cortocircuito dependerá de la potencia de cortocircuito de la red y de la tensión.

Se calculan con las siguientes expresiones:

- Intensidad de cortocircuito en Media Tensión:

$$I_{ccMT} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U_{MT}}$$

- Intensidad de cortocircuito en Baja Tensión:

$$I_{ccBT} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U_{BT} \cdot u_{cc}}$$

CÁLCULO INTENSIDAD NOMINAL Y CORTOCIRCUITO		
POTENCIA APARENTE (kVA)		1600
POTENCIA CORTOCIRCUITO (MVA)		60
TENSIÓN DE MEDIA TENSIÓN (V)		15000
TENSIÓN DE BAJA TENSIÓN (V)		400
CAÍDA DE TENSIÓN PORCENTUAL		0.061568
	MEDIA TENSIÓN	BAJA TENSIÓN
INTENSIDAD NOMINAL (A)	61.58	2309.40
INTENSIDAD CORTOCIRCUITO (kA)	2.31	37.51

Tabla 106 - ANEJO III: MT - Intensidad nominal y de cortocircuito en Media y Baja Tensión

Realizando los cálculos, en la Media Tensión, se tiene una intensidad nominal de 61,58A y una intensidad de cortocircuito de 2.31 kA. Por otro lado, en la Baja Tensión, se obtiene una intensidad nominal de 2309 A y una intensidad de cortocircuito de 37,51 kA.

Las características del transformador elegido son las siguientes:

Características eléctricas		24 kV C ₀ B _K												
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*												
Pérdidas en Vacío - Po [W]	Lista C ₀	125	210	300	425	610	860	930	1100	1350	1700	2100	2500	
Pérdidas en Carga - Pk [W]	Lista B _k	875	1475	2000	2750	3850	5400	7000	9000	11000	14000	18000	22000	
Impedancia de Cortocircuito (%) a 75°C		4	4	4	4	4	6	6	6	6	6	6	6	
Nivel de Potencia Acústica LWA [dB]	Lista C ₀	47	49	52	55	58	60	61	63	64	66	68	71	
Caida de tensión a plena carga (%)	cosf=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	
	cosf=0,8	3,57	3,43	3,31	3,22	3,13	3,06	4,35	4,37	4,35	4,35	4,37	4,35	
Rendimiento (%)	CARGA 100%	cosf=1	98,04	98,34	98,58	98,75	98,90	99,02	99,02	99,00	99,02	99,03	99,00	99,03
		cosf=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
	CARGA 75%	cosf=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
		cosf=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

Figura 66 - ANEJO III: MT - Características técnicas transformador orzamabai 1600 kVA

ANEJO IV: CÁLCULO INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN

En este anexo se definen y describen los cálculos desarrollados en el diseño de la instalación eléctrica de baja tensión. Se definen las secciones de los conductores de los diferentes circuitos como su modo de instalación y su aparamenta de protección.

IV.1. Cálculo de las secciones

La instalación debe cumplir con lo establecido en la ITC-BT-19 “Instalaciones interiores o receptoras”.

Para el dimensionamiento de la sección de cada circuito se debe definir el modo de instalación, el cual se describe en la norma UNE 20460.

El cálculo de la sección debe cumplir con los siguientes criterios:

- Criterio de sección por capacidad de carga permanente.
- Criterio de sección por caída de tensión.
- Criterio de sección por cortocircuito.

IV.1.1. Criterio de sección por capacidad de carga permanente

El calentamiento que se produce al circular la corriente permanentemente por el conductor no debe superar la temperatura máxima de los materiales aislantes del mismo, por ello, se debe determinar la intensidad máxima admisible para cada sección en función de su instalación y aislamiento.

La intensidad de diseño corresponde a la intensidad de demanda del circuito debida a la potencia instalada, corregida por una serie de factores como la temperatura ambiente, el modo de instalación o la agrupación de circuitos.

La intensidad de demanda del circuito desde el trafo hasta el CGBT viene determinada por la siguiente expresión:

$$I_d = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot V}$$

Donde:

S Potencia aparente del transformador (kVA)

V Tensión alimentación BT (V)

Para la intensidad de demanda de cuadros y de cargas, se utiliza la expresión con la potencia instalada:

$$I_d = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \varphi}$$

Donde:

- P Potencia instalada del cuadro o carga (kW)
 V Tensión alimentación BT (V)

La norma UNE 20460- “Instalaciones Eléctricas en Edificios”, normativa correspondiente a la recomendación del Comité Técnico Internacional IEC 364, recoge las intensidades admisibles para cables. La UNE-HD 60364-5-52 (IEC 60364-5-52) es la normativa actual donde se describen los modos de instalación, las intensidades admisibles y los factores de corrección a aplicar.

La norma identifica instalaciones estándar con capacidad de disipación de calor similar para determinar la intensidad admisible máxima dependiendo del material y el tipo de instalación mediante la tabla C.52.1 bis de la citada norma.

- Modos de instalación

El modo de instalación tipo D1 corresponde al modo de instalación de cables unipolares en tubo o en conducto enterrado.

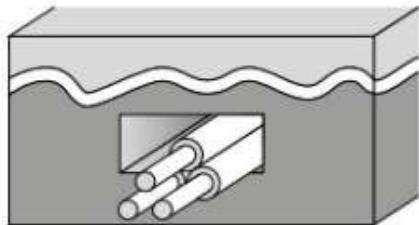


Figura 67 - ANEJO IV: BT - Modo de instalación tipo D1

El modo de instalación tipo F corresponde con instalación de cables unipolares sobre bandejas perforadas en recorrido horizontal o vertical.

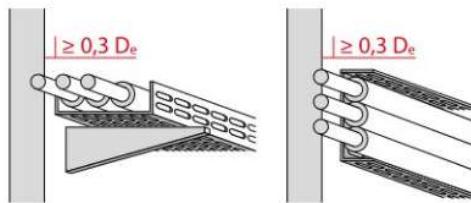


Figura 68 - ANEJO IV: BT - Modo de instalación tipo F

El modo de instalación tipo B1 corresponde con cable unipolar en conducto sobre pared de mampostería no espaciados de ella a una distancia inferior 0,3 veces el diámetro del tubo.

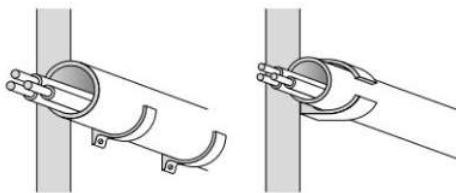


Figura 69 - ANEJO IV: BT - Modo de instalación tipo B1

- Tablas intensidades admisibles

La tabla C.52.1 bis “*Intensidades admisibles al aire (40°C)*” recoge las intensidades admisibles para condiciones estándar para los diferentes métodos de instalación, aislamiento y conductor.

MÉTODO DE INSTALACIÓN TIPO SEGÚN TABLA 52-B2		TIPO DE AISLAMIENTO TÉRMICO (XLPE o PVC) + NÚMERO DE CONDUCTORES CARGADOS (2 o 3) (TEMPERATURA MÁXIMA DE LOS CONDUCTORES EN RÉGIMEN PERMANENTE → 70°C TIPO PVC Y 90°C TIPO XLPE)																		
A1			PVC3 (70 °C)	PVC2 (70 °C)			XLPE3 (90 °C)	XLPE2 (90 °C)												
A2		PVC3 (70 °C)	PVC2 (70 °C)		XLPE3 (90 °C)		XLPE2 (90 °C)													
B1				PVC3 (70 °C)		PVC2 (70 °C)				XLPE3 (90 °C)			XLPE2 (90 °C)							
B2				PVC3 (70 °C)	PVC2 (70 °C)			XLPE3 (90 °C)		XLPE2 (90 °C)										
C						PVC3 (70 °C)			PVC2 (70 °C)		XLPE3 (90 °C)			PVC2 (90 °C)						
D1/D2*		VER SIGUIENTE TABLA																		
E							PVC3 (70 °C)			PVC2 (70 °C)		XLPE3 (90 °C)		XLPE2 (90 °C)						
F								PVC3 (70 °C)			PVC2 (70 °C)	XLPE3 (90 °C)		XLPE2 (90 °C)						
		mm ²	2	3	4	5a	5b	6a	6b	7a	7b	8a	8b	9a	9b	10a	10b	11	12	13
Cobre		1,5	11	11,5	12,5	13,5	14	14,5	15,5	16	16,5	17	17,5	19	20	20	20	21	23	25
Cobre		2,5	15	15,5	17	18	19	20	20	21	22	23	24	26	27	26	28	30	32	34
Cobre		4	20	20	22	24	25	26	28	29	30	31	32	34	36	36	38	40	44	46
Cobre		6	25	26	29	31	32	34	36	37	39	40	41	44	46	46	49	52	57	59
Cobre		10	33	36	40	43	45	46	49	52	54	54	57	60	63	65	68	72	78	82
Cobre		16	45	48	53	59	61	63	66	69	72	73	77	81	85	87	91	97	104	110
Cobre		25	59	63	69	77	80	82	86	87	91	95	100	103	108	110	115	122	135	146
Cobre		35	72	77	86	95	100	101	106	109	114	119	124	127	133	137	143	153	168	182
Cobre		50	86	94	103	116	121	122	128	133	139	145	151	155	162	167	174	188	204	220
Cobre		70	109	118	130	148	155	155	162	170	178	185	193	199	208	214	223	243	262	282
Cobre		95	131	143	156	180	188	187	196	207	216	224	234	241	252	259	271	298	320	343
Cobre		120	150	164	179	207	217	216	226	240	251	260	272	280	293	301	314	350	373	397
Cobre		150	171	188	196	224	236	247	259	276	289	299	313	322	337	343	359	401	430	458
Cobre		185	194	213	222	256	268	281	294	314	329	341	356	368	385	391	409	460	493	523
Cobre		240	227	249	258	299	315	330	345	368	385	401	419	435	455	468	489	545	583	617
Cobre		300	259	285	295	343	360	398	396	432	414	461	468	516	524	547	549	630	674	713
Cobre		2,5	11,5	12	13	14	15	16	16,5	17	17,5	18	19	20	20	20	21	23	25	
Cobre		4	15	16	17	19	20	21	22	22	23	24	25	26	28	27	29	31	34	
Cobre		6	20	20	22	24	25	27	29	28	30	31	32	33	35	36	38	40	44	
Cobre		10	26	27	31	33	35	38	40	40	41	42	44	46	49	50	52	56	60	
Cobre		16	35	37	41	46	48	50	52	53	55	57	60	63	66	66	70	76	82	82
Cobre		25	46	49	54	60	63	63	66	67	70	72	75	78	81	84	88	91	98	110
Aluminio		35				74	78	78	81	83	87	89	93	97	101	104	109	114	122	136
Aluminio		50				90	94	95	100	101	106	108	113	118	123	127	132	140	149	167
Aluminio		70				115	121	121	127	130	136	139	145	151	158	162	170	180	192	215
Aluminio		95				140	146	147	154	159	166	169	177	183	192	197	206	219	233	262
Aluminio		120				161	169	171	179	184	192	196	205	213	222	228	239	254	273	306
Aluminio		150					187	196	205	213	222	227	237	246	257	264	276	294	314	353
Aluminio		185					212	222	232	243	254	259	271	281	293	301	315	337	361	406
Aluminio		240					248	261	273	287	300	306	320	332	347	355	372	399	427	482
Aluminio		300					285	313	331	331	366	366	400	400	429	462	494	558		

Tabla 107 - ANEJO IV: BT - Intensidades admisibles estándar

Para el modo de instalación soterrado D1 se emplea la siguiente tabla para determinar la intensidad admisible en condiciones estándar:

*Métodos D1/D2	Sección mm ²	1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240	300
Cobre	PVC2	20	27	36	44	59	76	98	118	140	173	205	233	264	296	342	387
	PVC3	17	22	29	37	49	63	81	97	115	143	170	192	218	245	282	319
	XLPE2	24	32	42	53	70	91	116	140	166	204	241	275	311	348	402	455
	XLPE3	21	27	35	44	58	75	96	117	138	170	202	230	260	291	336	380
Aluminio	XLPE2	-	-	-	-	-	70	89	107	126	156	185	211	239	267	309	349
	XLPE3	-	-	-	-	-	58	74	90	107	132	157	178	201	226	261	295

Tabla 108 - ANEJO IV: BT - Intensidades admisibles para modo instalación soterrado D

▪ Factores de corrección

La intensidad máxima admisible de un conductor está obtenida para unas condiciones de instalación estándar. Ante cualquier variación de las condiciones estándar (temperatura ambiente, resistividad térmica del terreno y agrupación de circuitos), se deben aplicar unos factores de corrección para determinar la intensidad admisible correspondiente a la instalación objeto.

La temperatura ambiente afecta a la intensidad admisible del cable. En temperaturas inferiores a 40 °C, la refrigeración del cable es mejor y aumenta la capacidad de transportar corriente. Por el contrario, en temperaturas ambientales superiores a 40 °C, la intensidad admisible disminuye. Los valores de corrección son los siguientes:

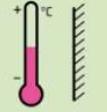
AISLAMIENTO	TEMPERATURA AMBIENTE (θ_a) (°C)											
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	
Tipo PVC (termoplástico)	1,4	1,34	1,29	1,22	1,15	1,08	1,00	0,91	0,82	0,70	0,57	
Tipo XLPE o EPR (termoestable)	1,26	1,23	1,19	1,14	1,10	1,05	1,00	0,96	0,90	0,83	0,78	

Tabla 109 - ANEJO IV: BT - Factor corrección de intensidad admisible para temperaturas ambiente diferente de 40°C en instalaciones al aire

En cables enterrados ocurre el mismo factor. La variación de la temperatura ambiente del terreno de 25°C, repercute en un aumento o disminución de la intensidad admisible. Los valores del factor de corrección se muestran a continuación:

AISLAMIENTO	TEMPERATURA AMBIENTE (θ_a) (°C)															
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	
Tipo PVC (termoplástico)	1,16	1,11	1,05	1,00	0,94	0,88	0,81	0,75	0,66	0,58	0,47	-	-	-	-	
Tipo XLPE o EPR (termoestable)	1,11	1,08	1,04	1,00	0,97	0,93	0,89	0,83	0,79	0,74	0,68	0,63	0,55	0,48	0,40	

Tabla 110 - ANEJO IV: BT - Factor de corrección de intensidad admisible para temperatura ambiente del terreno diferente a 25°C en conductos enterrados

La diferencia de la resistividad térmica del terreno en conductores soterrados afecta a la intensidad admisible. Los valores de corrección son los siguientes:

RESISTIVIDAD TÉRMICA K·m/W	0,5	0,7	1	1,5	2	2,5	3	R _t
Cables en conductos enterrados (D1)	1,28	1,20	1,18	1,1	1,05	1	0,96	
Cables enterrados directamente (D2)	1,88	1,62	1,5	1,28	1,12	1	0,90	

Tabla 111 - ANEJO IV: BT – Factor de corrección de intensidad admisible para cables soterrados en terrenos de resistividad térmica diferente a 2,5 K·m/W

En instalaciones donde varios circuitos coinciden en la misma canalización, se aplica un factor de corrección debido al calentamiento mutuo de los cables y la dificultad de disipar el calor generado, provocando un aumento de la temperatura ambiente.

Los valores de corrección para instalaciones soterradas son los siguientes:

NÚMERO DE CABLES MULTICOLORS O DE GRUPOS DE 2 O 3 CABLES UNIPOLARES (UN CIRCUITO POR CONDUCTO)	DISTANCIA ENTRE CONDUCTOS (a)			
	Nula (tubos en contacto)	0,25m	0,50m	1,0m
2	0,85	0,90	0,95	0,95
3	0,75	0,85	0,90	0,95
4	0,70	0,80	0,85	0,90
5	0,65	0,80	0,85	0,90
6	0,60	0,80	0,80	0,90
7	0,57	0,76	0,80	0,88
8	0,54	0,74	0,78	0,88
9	0,52	0,73	0,77	0,87
10	0,49	0,72	0,76	0,86
11	0,47	0,70	0,75	0,86
12	0,45	0,69	0,74	0,85
13	0,44	0,68	0,73	0,85
14	0,42	0,68	0,72	0,84
15	0,41	0,67	0,72	0,84
16	0,39	0,66	0,71	0,83
17	0,38	0,65	0,70	0,83
18	0,37	0,65	0,70	0,83
19	0,35	0,64	0,69	0,82
20	0,34	0,63	0,68	0,82

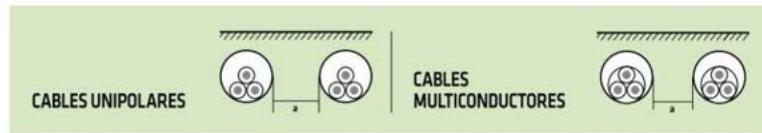


Tabla 112 - ANEJO IV: BT - Factor corrección de intensidad admisible para agrupación de circuitos enterrados tipo D1

Los valores de corrección de la intensidad admisible en modo de instalación al aire sobre bandejas perforadas se muestran a continuación:

MÉTODO DE INSTALACIÓN DE LA TABLA A.52.3	NÚMERO DE BANDEJAS	NÚMERO DE CIRCUITOS TRIFÁSICOS (NOTA 2)		
		1	2	3
Bandejas perforadas (NOTA 3) (Instalación referencia 31)	En contacto	1	0,98	0,91
		2	0,96	0,87
		3	0,95	0,85
Bandejas perforadas verticales (NOTA 4) (Instalación referencia 31)	En contacto	1	0,96	0,86
		2	0,95	0,84
Escalera de cables abrazaderas, etc. (NOTA 3) (Instalación referencia 32, 33 y 34)	En contacto	1	1,00	0,97
		2	0,98	0,93
		3	0,97	0,90
Bandejas perforadas (NOTA 3) (Instalación referencia 31)	Separados	1	1,00	0,98
		2	0,97	0,93
		3	0,96	0,92
Bandejas perforadas verticales (NOTA 3) (Instalación referencia 31)	Separados	1	1,00	0,91
		2	1,00	0,90

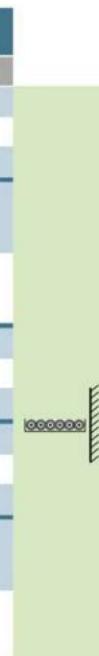


Tabla 113 - ANEJO IV: BT - Factor corrección de intensidad máxima por agrupamiento de cables unipolares al aire (método F)

La intensidad admisible para las condiciones específicas de la instalación con sus correspondientes factores de corrección se obtiene mediante la siguiente expresión:

$$I_{Diseño} = \frac{I}{f_c}$$

IV.1.1.1. Circuitos alimentación cuadros principales

Tramo			Modo Instalación	
CGBT - CP			D1	
Circuito	Potencia cálculo (kW)	Intensidad Cálculo (A)	Factor de corrección	Intensidad Diseño (A)
1 - CP1	103.74	187.17	1	187.17
2 - CP2	207.30	374.01	1	374.01
3 - CP3	933.09	1683.51	1	1683.51
4 - CP4	82.36	148.60	1	148.60

Tabla 114 - ANEJO IV: BT - Intensidad de diseño circuitos alimentación Cuadros Principales

Tramo					
CGBT - CP					
Circuito	Intensidad Diseño (A)	Sección (mm ²)	Intensidad Admisible (A)	Nº circuitos	Intensidad máxima (A)
1 - CP1	187.17	120	230	1	230
2 - CP2	374.01	120	260	2	520
3 - CP3	1683.51	240	336	6	2016
4 - CP4	148.60	120	230	1	230

Tabla 115 - ANEJO IV: BT - Intensidad máxima admisible circuitos alimentación cuadros principales

IV.1.1.2. Circuitos cuadro principal 1 – Zona exterior

Cuadro Principal 1 - ZONA EXTERIOR (Acceso, laboratorio y alumbrado)				
Circuito	Potencia cálculo (kW)	Intensidad Cálculo (A)	Factor de corrección	Intensidad Diseño (A)
1.1 - CS1	54.58	98.47	1	98.47
1.2	44.16	79.67	1	79.67
1.3	5.00	9.02	1	9.02

Tabla 116 - ANEJO IV: BT - Intensidad diseño circuitos cuadro principal 1 – Zona Exterior

Cuadro Principal 1 - ZONA EXTERIOR (Acceso, laboratorio y alumbrado)					
Circuito	Intensidad Diseño (A)	Sección (mm ²)	Intensidad Admisible (A)	Nº circuitos	Intensidad máxima (A)
1.1 - CS1	98.47	25	100	1	100
1.2	79.67	25	100	1	100
1.3	9.02	1.5	20	1	20

Tabla 117 - ANEJO IV: BT - Intensidad máxima admisible circuitos cuadro principal 1 – Zona exterior

IV.1.1.3. Circuitos cuadro principal 2 – Recepción MP y Almacenamiento

Cuadro Principal 2 - RECEPCIÓN MP Y ALMACENAMIENTO				
Circuito	Potencia cálculo (kW)	Intensidad Cálculo (A)	Factor de corrección	Intensidad Diseño (A)
2.1 - CS 2	69.20	124.85	1	124.85
2.2 - Redler 1	2.20	3.97	1	3.97
2.3 - Limpieza 1	8.50	15.34	1	15.34
2.4 - Redler 2	2.20	3.97	1	3.97
2.5 - Limpieza 2	8.50	15.34	1	15.34
2.6 - Redler 3	2.20	3.97	1	3.97
2.7 - Limpieza 3	8.50	15.34	1	15.34
2.8 - Cinta 1	5.50	9.92	1	9.92
2.9 - Elevador 1	7.50	13.53	1	13.53
2.10 - Cinta 2	5.50	9.92	1	9.92
2.11 - Elevador 2	7.50	13.53	1	13.53
2.12 - Torre secado	80.00	144.34	1	144.34

Tabla 118 - ANEJO IV: BT - Intensidad diseño circuitos cuadro principal 2 – Recepción MP

Cuadro Principal 2 - RECEPCIÓN MP Y ALMACENAMIENTO					
Circuito	Intensidad Diseño (A)	Sección (mm ²)	Intensidad Admisible (A)	Nº circuitos	Intensidad máxima (A)
2.1 - CS 2	124.85	95	234	1	234
2.2 - Redler 1	3.97	2.5	24	1	24
2.3 - Limpieza 1	15.34	2.5	24	1	24
2.4 - Redler 2	3.97	2.5	24	1	24
2.5 - Limpieza 2	15.34	2.5	24	1	24
2.6 - Redler 3	3.97	2.5	24	1	24
2.7 - Limpieza 3	15.34	2.5	24	1	24
2.8 - Cinta 1	9.92	2.5	24	1	24
2.9 - Elevador 1	13.53	4	32	1	32
2.10 - Cinta 2	9.92	2.5	24	1	24
2.11 - Elevador 2	13.53	4	32	1	32
2.12 - Torre secado	144.34	70	193	1	193

Tabla 119 - ANEJO IV: BT - Intensidad máxima admisible circuitos cuadro principal 2 – Recepción MP

Cuadro Secundario 2.1 - ALMACENAMIENTO				
Círculo	Potencia cálculo (kW)	Intensidad Cálculo (A)	Factor de corrección	Intensidad Diseño (A)
2.1.1 - Cinta 3	2.20	3.97	1	3.97
2.1.2 - Elevador 3	11.00	19.85	1	19.85
2.1.3 - Cinta 4	7.50	13.53	1	13.53
2.1.4 - Cinta 5	7.50	13.53	1	13.53
2.1.5 - Cinta 6	7.50	13.53	1	13.53
2.1.6 - Cinta 7	7.50	13.53	1	13.53
2.1.7 - Cinta 8	7.50	13.53	1	13.53
2.1.8 - Cinta 9	7.50	13.53	1	13.53
2.1.9 - Elevador 4	11.00	19.85	1	19.85

Tabla 120 - ANEJO IV: BT - Intensidad diseño circuitos cuadro secundario 2.1 - Almacenamiento

Cuadro Secundario 2.1 - ALMACENAMIENTO					
Círculo	Intensidad Diseño (A)	Sección (mm ²)	Intensidad Admisible (A)	Nº circuitos	Intensidad máxima (A)
2.1.1 - Cinta 3	3.97	2.5	24	1	24
2.1.2 - Elevador 3	19.85	6	41	1	41
2.1.3 - Cinta 4	13.53	2.5	24	1	24
2.1.4 - Cinta 5	13.53	2.5	24	1	24
2.1.5 - Cinta 6	13.53	2.5	24	1	24
2.1.6 - Cinta 7	13.53	2.5	24	1	24
2.1.7 - Cinta 8	13.53	2.5	24	1	24
2.1.8 - Cinta 9	13.53	2.5	24	1	24
2.1.9 - Elevador 4	19.85	6	41	1	41

Tabla 121 - ANEJO IV: BT - Intensidad máxima admisible circuitos cuadro secundario 2.1 - Almacenamiento

IV.1.1.4. Circuitos cuadro principal 3 – Producción

Cuadro Principal 3 - NAVE INDUSTRIAL				
Círculo	Potencia cálculo (kW)	Intensidad Cálculo (A)	Factor de corrección	Intensidad Diseño (A)
3.1 - CS 1	72.24	130.34	1	130.34
3.2 - CS 2	74.00	133.51	1	133.51
3.3 - CS 3	502.80	907.16	1	907.16
3.4 - CS 4	100.00	180.42	1	180.42
3.5 - CS 5	184.05	332.07	1	332.07

Tabla 122 - ANEJO IV: BT - Intensidad diseño circuitos cuadro principal 3 – Nave Industrial

Cuadro Principal 3 - NAVE INDUSTRIAL					
Círculo	Intensidad Diseño (A)	Sección (mm ²)	Intensidad Admisible (A)	Nº circuitos	Intensidad máxima (A)
3.1 - CS 1	130.34	35	153	1	153
3.2 - CS 2	133.51	35	153	1	153
3.3 - CS 3	907.16	120	350	3	1050
3.4 - CS 4	180.42	95	234	1	234
3.5 - CS 5	332.07	150	401	1	401

Tabla 123 - ANEJO IV: BT - Intensidad máxima admisible circuitos cuadro principal 3 – Nave Industrial

Cuadro Secundario 3.1 - ENVASADO				
Círculo	Potencia cálculo (kW)	Intensidad Cálculo (A)	Factor de corrección	Intensidad Diseño (A)
3.1.1 - Envasadora 1	5.50	9.92	1	9.92
3.1.2 - Cinta 12	1.10	1.98	1	1.98
3.1.3 - Enfajadora 1	24.00	43.30	1	43.30
3.1.4 - Envasadora 2	5.50	9.92	1	9.92
3.1.5 - Cinta 13	1.10	1.98	1	1.98
3.1.6 - Enfajadora 2	24.00	43.30	1	43.30

Tabla 124 - ANEJO IV: BT - Intensidad diseño circuitos cuadro secundario 3.1 - Envaseado

Cuadro Secundario 3.1 - ENVASADO					
Círculo	Intensidad Diseño (A)	Sección (mm ²)	Intensidad Admisible (A)	Nº circuitos	Intensidad máxima (A)
3.1.1 - Envasadora 1	9.92	1.5	17.5	1	17.5
3.1.2 - Cinta 12	1.98	1.5	17.5	1	17.5
3.1.3 - Enfajadora 1	43.30	10	57	1	57
3.1.4 - Envasadora 2	9.92	1.5	17.5	1	17.5
3.1.5 - Cinta 13	1.98	1.5	17.5	1	17.5
3.1.6 - Enfajadora 2	43.30	10	57	1	57

Tabla 125 - ANEJO IV: BT - Intensidad máxima admisible circuitos cuadro secundario 3.1 - Envaseado

Cuadro Secundario 3.2 - SUBPRODUCTO				
Círculo	Potencia cálculo (kW)	Intensidad Cálculo (A)	Factor de corrección	Intensidad Diseño (A)
3.2.1 - Prensa 1	37.00	66.76	1	66.76
3.2.2 - Prensa 2	37.00	66.76	1	66.76

Tabla 126 - ANEJO IV: BT - Intensidad diseño circuitos cuadro secundario 3.2 - Subproducto

Cuadro Secundario 3.2 - SUBPRODUCTO					
Círculo	Intensidad Diseño (A)	Sección (mm ²)	Intensidad Admisible (A)	Nº circuitos	Intensidad máxima (A)
3.2.1 - Prensa 1	66.76	16	77	1	77
3.2.2 - Prensa 2	66.76	16	77	1	77

Tabla 127 - ANEJO IV: BT - Intensidad máxima admisible circuitos cuadro secundario 3.2 - Subproducto

Cuadro Secundario 3.3 - PRODUCCIÓN				
Círculo	Potencia cálculo (kW)	Intensidad Cálculo (A)	Factor de corrección	Intensidad Diseño (A)
3.3.1 - Cinta 10	7.50	13.53	1	13.53
3.3.2 - Descascaradora 1	13.00	23.45	1	23.45
3.3.3 - Elevador 5	2.20	3.97	1	3.97
3.3.4 - Mesa paddy 1	3.00	5.41	1	5.41
3.3.5 - Elevador 6	2.20	3.97	1	3.97
3.3.6 - Pulidora 1	78.50	141.63	1	141.63
3.3.7 - Elevador 7	2.20	3.97	1	3.97
3.3.8 - Blanqueadora 1	55.00	99.23	1	99.23
3.3.9 - Elevador 8	2.20	3.97	1	3.97
3.3.10 - Clasificadora tamaño 1	2.20	3.97	1	3.97
3.3.11 - Clasificadora color 1	4.60	8.30	1	8.30
3.3.12 - Descascaradora 2	13.00	23.45	1	23.45
3.3.13 - Elevador 9	2.20	3.97	1	3.97
3.3.14 - Mesa paddy 2	3.00	5.41	1	5.41
3.3.15 - Elevador 10	2.20	3.97	1	3.97
3.3.16 - Pulidora 2	78.50	141.63	1	141.63
3.3.17 - Elevador 11	2.20	3.97	1	3.97
3.3.18 - Blanqueadora 2	55.00	99.23	1	99.23
3.3.19 - Elevador 12	2.20	3.97	1	3.97
3.3.20 - Clasificadora tamaño 2	2.20	3.97	1	3.97
3.3.21 - Clasificadora color 2	4.60	8.30	1	8.30
3.3.22 - Descascaradora 3	13.00	23.45	1	23.45
3.3.23 - Elevador 13	2.20	3.97	1	3.97
3.3.24 - Mesa paddy 3	3.00	5.41	1	5.41
3.3.25 - Elevador 14	2.20	3.97	1	3.97
3.3.26 - Pulidora 3	78.50	141.63	1	141.63
3.3.27 - Elevador 15	2.20	3.97	1	3.97
3.3.28 - Blanqueadora 3	55.00	99.23	1	99.23
3.3.29 - Elevador 16	2.20	3.97	1	3.97
3.3.30 - Clasificadora tamaño 3	2.20	3.97	1	3.97
3.3.31 - Clasificadora color 3	4.60	8.30	1	8.30

Tabla 128 - ANEJO IV: BT - Intensidad diseño circuitos cuadro secundario 3.3 - Producción

Cuadro Secundario 3.3 - PRODUCCIÓN					
Círculo	Intensidad Diseño (A)	Sección (mm ²)	Intensidad Admisible (A)	Nº circuitos	Intensidad máxima (A)
3.3.1 - Cinta 10	13.53	1.5	17.5	1	17.5
3.3.2 - Descascaradora 1	23.45	4	32	1	32
3.3.3 - Elevador 5	3.97	1.5	17.5	1	17.5
3.3.4 - Mesa paddy 1	5.41	1.5	17.5	1	17.5
3.3.5 - Elevador 6	3.97	1.5	17.5	1	17.5
3.3.6 - Pulidora 1	141.63	50	151	1	151
3.3.7 - Elevador 7	3.97	1.5	17.5	1	17.5
3.3.8 - Blanqueadora 1	99.23	35	124	1	124
3.3.9 - Elevador 8	3.97	1.5	17.5	1	17.5
3.3.10 - Clasificadora tamaño 1	3.97	1.5	17.5	1	17.5
3.3.11 - Clasificadora color 1	8.30	1.5	17.5	1	17.5
3.3.12 - Descascaradora 2	23.45	4	32	1	32
3.3.13 - Elevador 9	3.97	1.5	17.5	1	17.5
3.3.14 - Mesa paddy 2	5.41	1.5	17.5	1	17.5
3.3.15 - Elevador 10	3.97	1.5	17.5	1	17.5
3.3.16 - Pulidora 2	141.63	50	151	1	151
3.3.17 - Elevador 11	3.97	1.5	17.5	1	17.5
3.3.18 - Blanqueadora 2	99.23	35	124	1	124
3.3.19 - Elevador 12	3.97	1.5	17.5	1	17.5
3.3.20 - Clasificadora tamaño 2	3.97	1.5	17.5	1	17.5
3.3.21 - Clasificadora color 2	8.30	1.5	17.5	1	17.5
3.3.22 - Descascaradora 3	23.45	4	32	1	32
3.3.23 - Elevador 13	3.97	1.5	17.5	1	17.5
3.3.24 - Mesa paddy 3	5.41	1.5	17.5	1	17.5
3.3.25 - Elevador 14	3.97	1.5	17.5	1	17.5
3.3.26 - Pulidora 3	141.63	50	151	1	151
3.3.27 - Elevador 15	3.97	1.5	17.5	1	17.5
3.3.28 - Blanqueadora 3	99.23	35	124	1	124
3.3.29 - Elevador 16	3.97	1.5	17.5	1	17.5
3.3.30 - Clasificadora tamaño 3	3.97	1.5	17.5	1	17.5
3.3.31 - Clasificadora color 3	8.30	1.5	17.5	1	17.5

Tabla 129 - ANEJO IV: BT - Intensidad máxima admisible circuitos cuadro secundario 3.3 - Producción

Cuadro Secundario 3.4 - SALA COMPRESORES				
Círculo	Potencia cálculo (kW)	Intensidad Cálculo (A)	Factor de corrección	Intensidad Diseño (A)
3.4.1 - Compresor	100.00	180.42	1	180.42

Tabla 130 - ANEJO IV: BT - Intensidad diseño circuitos cuadro secundario 3.4 - Sala compresores

Cuadro Secundario 3.4 - SALA COMPRESORES					
Círculo	Intensidad Diseño (A)	Sección (mm ²)	Intensidad Admisible (A)	Nº circuitos	Intensidad máxima (A)
3.4.1 - Compresor	180.42	95	234	1	234

Tabla 131 - ANEJO IV: BT - Intensidad máxima admisible circuitos cuadro secundario 3.4 - Sala compresores

IV.1.1.5. Circuitos cuadro principal 4 – Sala PCI

Cuadro Principal 4 - SALA PCI				
Círculo	Potencia cálculo (kW)	Intensidad Cálculo (A)	Factor de corrección	Intensidad Diseño (A)
4.1 - Grupo PCI	75.00	135.32	1	135.32

Tabla 132 - ANEJO IV: BT - Intensidad diseño cuadro principal 4 - PCI

Cuadro Principal 4 - SALA PCI					
Círculo	Intensidad Diseño (A)	Sección (mm ²)	Intensidad Admisible (A)	Nº circuitos	Intensidad máxima (A)
4.1 - Grupo PCI	135.32	50	151	1	151

Tabla 133 - ANEJO IV: BT - Intensidad máxima admisible circuitos cuadro principal 4 - PCI

IV.1.2. Criterio de sección por caída de tensión

La sección de los conductores debe cumplir con los requisitos establecidos en la ITC-BT-19. En instalaciones industriales alimentadas con transformador propio, la instalación de baja tensión se considera desde la salida de dicho transformador.

La instrucción técnica indica que la caída de tensión máxima admisible para alumbrado es del 4,5% y para otros usos es del 6,5%.

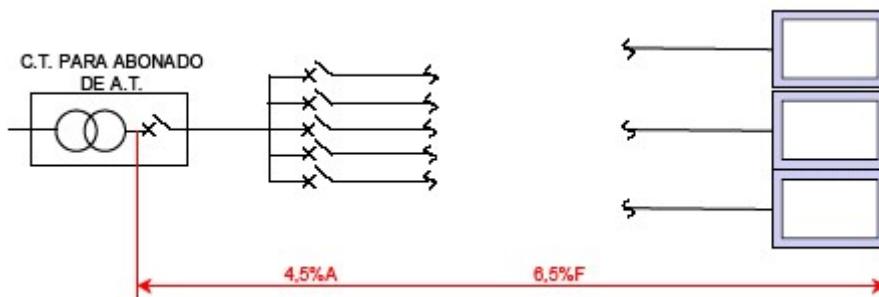


Figura 70 - ANEJO IV: BT - Esquema caída de tensión admisible por normativa

La caída de tensión se calcula mediante la siguiente expresión:

$$u = \frac{P \cdot L}{\sigma_{90} \cdot S \cdot V}$$

Donde:

u	Caída de tensión (V)
P	Potencia (W)
L	Longitud circuito
σ_{90}	Conductividad cobre/aluminio
S	Sección del cable (mm^2)
V	Tensión (V)

IV.1.2.1. Circuitos alimentación cuadros principales

Tramo							
CGBT - CP							
Circuito	Potencia (kW)	Longitud (m)	Conductividad	Sección (mm ²)	Caída Tensión (V)	Caída Tensión %	Caída Tensión % Total
1 - CP1	103.74	171.00	44	120	8.40	2.10	2.10
2 - CP2	207.30	150.00	44	240	7.36	1.84	1.84
3 - CP3	933.09	70.00	44	1440	2.58	0.64	0.64
4 - CP4	82.36	20.00	44	120	0.78	0.19	0.19

Tabla 134 - ANEJO IV: BT - Caída tensión Circuitos alimentación cuadros principales

IV.1.2.2. Circuitos cuadro principal 1 – Zona exterior

Cuadro Principal 1 - ZONA EXTERIOR (Acceso, laboratorio y alumbrado)							
Circuito	Potencia (kW)	Longitud (m)	Conductividad	Sección (mm ²)	Caída Tensión (V)	Caída Tensión %	Caída Tensión % Total
1.1 - CS1	54.58	3.00	44	25	0.37	0.09	1.93
1.2	44.16	10.00	44	25	1.00	0.25	2.09
1.3	5.00	15.00	44	1.5	2.84	0.71	2.55

Tabla 135 - ANEJO IV: BT - Caída de tensión circuitos cuadro principal 1 - Zona exterior

IV.1.2.3. Circuitos cuadro principal 2 – Recepción MP y Almacenamiento

Cuadro Principal 2 - RECEPCIÓN MP Y ALMACENAMIENTO							
Círculo	Potencia (kW)	Longitud (m)	Conductividad	Sección (mm ²)	Caída Tensión (V)	Caída Tensión %	Caída Tensión % Total
2.1 - CS 2	69.20	30.00	44	95	1.24	0.31	2.15
2.2 - Redler 1	2.20	10.00	44	2.5	0.50	0.13	1.97
2.3 - Limpieza 1	8.50	12.00	44	2.5	2.32	0.58	2.42
2.4 - Redler 2	2.20	20.00	44	2.5	1.00	0.25	2.09
2.5 - Limpieza 2	8.50	22.00	44	2.5	4.25	1.06	2.90
2.6 - Redler 3	2.20	30.00	44	2.5	1.50	0.38	2.22
2.7 - Limpieza 3	8.50	32.00	44	2.5	6.18	1.55	3.39
2.8 - Cinta 1	5.50	12.00	44	2.5	1.50	0.38	2.22
2.9 - Elevador 1	7.50	65.00	44	4	6.92	1.73	3.57
2.10 - Cinta 2	5.50	51.00	44	2.5	6.38	1.59	3.43
2.11 - Elevador 2	7.50	25.00	44	4	2.66	0.67	2.51
2.12 - Torre secado	80.00	25.00	44	70	1.62	0.41	2.25

Tabla 136 - ANEJO IV: BT - Caída de tensión circuitos cuadro principal 2 - Recepción MP

Cuadro Secundario 2.1 - ALMACENAMIENTO							
Círculo	Potencia (kW)	Longitud (m)	Conductividad	Sección (mm ²)	Caída Tensión (V)	Caída Tensión %	Caída Tensión % Total
2.1.1 - Cinta 3	2.20	10.00	44	2.5	0.50	0.13	2.28
2.1.2 - Elevador 3	11.00	28.00	44	6	2.92	0.73	2.88
2.1.3 - Cinta 4	7.50	20.00	44	2.5	3.41	0.85	3.00
2.1.4 - Cinta 5	7.50	40.00	44	2.5	6.82	1.70	3.86
2.1.5 - Cinta 6	7.50	60.00	44	2.5	10.23	2.56	4.71
2.1.6 - Cinta 7	7.50	40.00	44	2.5	6.82	1.70	3.86
2.1.7 - Cinta 8	7.50	60.00	44	2.5	10.23	2.56	4.71
2.1.8 - Cinta 9	7.50	80.00	44	2.5	13.64	3.41	5.56
2.1.9 - Elevador 4	11.00	85.00	44	6	8.85	2.21	4.36

Tabla 137 - ANEJO IV: BT - Caída de tensión circuitos cuadro secundario 2.1 - Almacenamiento

IV.1.2.4. Circuitos cuadro principal 3 – Producción

Cuadro Principal 3 - NAVE INDUSTRIAL							
Círculo	Potencia (kW)	Longitud (m)	Conductividad	Sección (mm ²)	Caída Tensión (V)	Caída Tensión %	Caída Tensión % Total
3.1 - CS 1	72.24	25.00	44	35	2.93	0.73	1.38
3.2 - CS 2	74.00	58.00	44	35	6.97	1.74	2.39
3.3 - CS 3	502.80	73.00	44	360	5.79	1.45	2.09
3.4 - CS 4	100.00	10.00	44	95	0.6	0.15	0.79
3.5 - CS 5	184.05	35.00	44	150	2.44	0.61	1.25

Tabla 138 - ANEJO IV: BT - Caída de tensión circuitos cuadro principal 3 - Nave industrial

Cuadro Secundario 3.1 - ENVASADO							
Círculo	Potencia (kW)	Longitud (m)	Conductividad	Sección (mm ²)	Caída Tensión (V)	Caída Tensión %	Caída Tensión % Total
3.1.1 - Envasadora 1	5.50	34.00	44	1.5	7.08	1.77	3.15
3.1.2 - Cinta 12	1.10	32.00	44	1.5	1.33	0.33	1.71
3.1.3 - Enfajadora 1	24.00	25.00	44	10	3.41	0.85	2.23
3.1.4 - Envasadora 2	5.50	25.00	44	1.5	5.21	1.30	2.68
3.1.5 - Cinta 13	1.10	23.00	44	1.5	0.96	0.24	1.62
3.1.6 - Enfajadora 2	24.00	16.00	44	10	2.18	0.55	1.92

Tabla 139 - ANEJO IV: BT - Caída de tensión circuitos cuadro secundario 3.1 - Envasado

Cuadro Secundario 3.2 - SUBPRODUCTO							
Círculo	Potencia (kW)	Longitud (m)	Conductividad	Sección (mm ²)	Caída Tensión (V)	Caída Tensión %	Caída Tensión % Total
3.2.1 - Prensa 1	37.00	30.00	44	16	3.94	0.99	3.37
3.2.2 - Prensa 2	37.00	22.00	44	16	2.89	0.72	3.11

Tabla 140 - ANEJO IV: BT - Caída de tensión circuitos cuadro secundario 3.2 - Subproducto

Cuadro Secundario 3.3 - PRODUCCIÓN							
Círcuito	Potencia (kW)	Longitud (m)	Conductividad	Sección (mm ²)	Caída Tensión (V)	Caída Tensión %	Caída Tensión % Total
3.3.1 - Cinta 10	7.50	29.00	44	1.5	8.24	2.06	4.15
3.3.2 - Descascaradora 1	13.00	26.00	44	4	4.80	1.20	3.29
3.3.3 - Elevador 5	2.20	24.00	44	1.5	2.00	0.50	2.59
3.3.4 - Mesa paddy 1	3.00	20.00	44	1.5	2.27	0.57	2.66
3.3.5 - Elevador 6	2.20	16.00	44	1.5	1.33	0.33	2.43
3.3.6 - Pulidora 1	78.50	12.00	44	50	1.07	0.27	2.36
3.3.7 - Elevador 7	2.20	10.00	44	1.5	0.83	0.21	2.30
3.3.8 - Blanqueadora 1	55.00	6.00	44	35	0.54	0.13	2.23
3.3.9 - Elevador 8	2.20	10.00	44	1.5	0.83	0.21	2.30
3.3.10 - Clasificadora tamaño 1	2.20	14.00	44	1.5	1.17	0.29	2.38
3.3.11 - Clasificadora color 1	4.60	20.00	44	1.5	3.48	0.87	2.96
3.3.12 - Descascaradora 2	13.00	34.00	44	4	6.28	1.57	3.66
3.3.13 - Elevador 9	2.20	32.00	44	1.5	2.67	0.67	2.76
3.3.14 - Mesa paddy 2	3.00	28.00	44	1.5	3.18	0.80	2.89
3.3.15 - Elevador 10	2.20	24.00	44	1.5	2.00	0.50	2.59
3.3.16 - Pulidora 2	78.50	20.00	44	50	1.78	0.45	2.54
3.3.17 - Elevador 11	2.20	18.00	44	1.5	1.50	0.38	2.47
3.3.18 - Blanqueadora 2	55.00	14.00	44	35	1.25	0.31	2.41
3.3.19 - Elevador 12	2.20	10.00	44	1.5	0.83	0.21	2.30
3.3.20 - Clasificadora tamaño 2	2.20	22.00	44	1.5	1.83	0.46	2.55
3.3.21 - Clasificadora color 2	4.60	28.00	44	1.5	4.88	1.22	3.31
3.3.22 - Descascaradora 3	13.00	42.00	44	4	7.76	1.94	4.03
3.3.23 - Elevador 13	2.20	40.00	44	1.5	3.33	0.83	2.93
3.3.24 - Mesa paddy 3	3.00	36.00	44	1.5	4.09	1.02	3.12
3.3.25 - Elevador 14	2.20	32.00	44	1.5	2.67	0.67	2.76
3.3.26 - Pulidora 3	78.50	28.00	44	50	2.50	0.62	2.72
3.3.27 - Elevador 15	2.20	26.00	44	1.5	2.17	0.54	2.63
3.3.28 - Blanqueadora 3	55.00	22.00	44	35	1.96	0.49	2.58
3.3.29 - Elevador 16	2.20	10.00	44	1.5	0.83	0.21	2.30
3.3.30 - Clasificadora tamaño 3	2.20	30.00	44	1.5	2.50	0.63	2.72
3.3.31 - Clasificadora color 3	4.60	36.00	44	1.5	6.27	1.57	3.66

Tabla 141 - ANEJO IV: BT - Caída de tensión circuitos cuadro secundario 3.3 - Producción

Cuadro Secundario 3.4 - SALA COMPRESORES							
Círcuito	Potencia (kW)	Longitud (m)	Conductividad	Sección (mm ²)	Caída Tensión (V)	Caída Tensión %	Caída Tensión % Total
3.4.1 - Compresor	100.00	5.00	44	95	0.30	0.07	0.87

Tabla 142 - ANEJO IV: BT - Caída de tensión circuitos cuadro secundario 3.4 - Compresores

IV.1.2.5. Circuitos cuadro principal 4 – Sala PCI

Cuadro Principal 4 - SALA PCI							
Círculo	Potencia (kW)	Longitud (m)	Conductividad	Sección (mm ²)	Caída Tensión (V)	Caída Tensión %	Caída Tensión % Total
4.1 - Grupo PCI	75.00	5.00	44	50	0.43	0.11	0.30

Tabla 143 -ANEJO IV: BT - Caída de tensión circuitos cuadro principal 4 - PCI

IV.1.3. Criterio de sección por cortocircuito

La sección necesaria para soportar una intensidad de cortocircuito durante un tiempo t es la siguiente:

$$S_{cc} = \frac{I_{cc} \cdot \sqrt{t}}{K}$$

Donde:

S_{cc}	Sección mínima por cortocircuito (mm ²)
I_{cc}	Intensidad de cortocircuito (kVA)
t	Tiempo máximo de despeje del cortocircuito (s)
K	Constante

La constante K para conductor de aluminio y aislamiento XLPE es 94. Y para conductor de cobre y aislamiento XLPE es 143.

El tiempo que tarda en despear el cortocircuito depende de la aparamenta elegida. Por ello, el criterio se comprobará junto al cálculo de la aparamenta.

IV.1.4. Resumen de secciones y canalización de cada circuito

CGBT - CP				
Circuito	Cable	Sección (mm ²)	Canalización	
1 - CP1	RZ1 -K	3x1x120 + 1x70	Tubo soterrado 1	90 mm
2 - CP2	RZ1 -K	3x2x1x120 + 1x70	Tubo soterrado 2	160 mm
3 - CP3	RZ1 -K	3x6x1x240 + 3x120	Tubo soterrado 3	3x200 mm
4 - CP4	RZ1 -K	3x1x120 + 1x70	Tubo soterrado 4	90 mm

Tabla 144 - ANEJO IV: BT - Secciones circuitos alimentación cuadros principales

Cuadro Principal 1 - ZONA EXTERIOR (Acceso, laboratorio y alumbrado)				
Circuito	Cable	Sección (mm ²)	Canalización	
1.1 - CS1	RZ1 -K	3x1x25 + 1x16	Tubo 1	40 mm
1.2	RZ1 -K	2x1x25 + 1x16	Tubo 2	40 mm
1.3	RZ1 -K	4x1x1.5	Tubo 3	40 mm

Tabla 145 - ANEJO IV: BT - Secciones circuitos cuadro principal 1 - Zona exterior

Cuadro Principal 2 - RECEPCIÓN MP Y ALMACENAMIENTO				
Circuito	Cable	Sección (mm ²)	Canalización	
2.1 - CS 2	RZ1 -K	4x1x95 + 1x50	Tubo 4	75 mm
2.2 - Redler 1	RZ1 -K	5x1x2.5	Tubo 5	40 mm
2.3 - Limpieza 1	RZ1 -K	5x1x2.5	Tubo 6	40 mm
2.4 - Redler 2	RZ1 -K	5x1x2.5	Tubo 7	40 mm
2.5 - Limpieza 2	RZ1 -K	5x1x2.5	Tubo 8	40 mm
2.6 - Redler 3	RZ1 -K	5x1x2.5	Tubo 9	40 mm
2.7 - Limpieza 3	RZ1 -K	5x1x2.5	Tubo 10	40 mm
2.8 - Cinta 1	RZ1 -K	5x1x2.5	Tubo 11	40 mm
2.9 - Elevador 1	RZ1 -K	5x1x4	Tubo 12	40 mm
2.10 - Cinta 2	RZ1 -K	5x1x2.5	Tubo 13	40 mm
2.11 - Elevador 2	RZ1 -K	5x1x4	Tubo 14	40 mm
2.12 - Torre secado	RZ1 -K	4x1x70 + 1x35	Tubo 15	63 mm

Tabla 146 - ANEJO IV: BT - Secciones circuitos cuadro principal 2 - Recepción MP

Cuadro Secundario 2.1 - ALMACENAMIENTO				
Círcuito	Cable	Sección (mm ²)	Canalización	
2.1.1 - Cinta 3	RZ1 -K	5x1x2.5	Tubo 16	40 mm
2.1.2 - Elevador 3	RZ1 -K	5x1x6	Tubo 17	40 mm
2.1.3 - Cinta 4	RZ1 -K	5x1x2.5	Tubo 18	40 mm
2.1.4 - Cinta 5	RZ1 -K	5x1x2.5	Tubo 19	40 mm
2.1.5 - Cinta 6	RZ1 -K	5x1x2.5	Tubo 20	40 mm
2.1.6 - Cinta 7	RZ1 -K	5x1x2.5	Tubo 21	40 mm
2.1.7 - Cinta 8	RZ1 -K	5x1x2.5	Tubo 22	40 mm
2.1.8 - Cinta 9	RZ1 -K	5x1x2.5	Tubo 23	40 mm
2.1.9 - Elevador 4	RZ1 -K	5x1x6	Tubo 24	40 mm

Tabla 147 - ANEJO IV: BT - Secciones circuitos cuadro secundario 2.1 - Almacenamiento

Cuadro Principal 3 - NAVE INDUSTRIAL				
Círcuito	Cable	Sección (mm ²)	Canalización	
3.1 - CS 1	RZ1 -K	4x1x35 + 1x16	Bandeja perforada 1	100 mm
3.2 - CS 2	RZ1 -K	4x1x35 + 1x16	Bandeja perforada 2	100 mm
3.3 - CS 3	RZ1 -K	4x3x1x120 + 1x70	Bandeja perforada 3	300 mm
3.4 - CS 4	RZ1 -K	4x1x95 + 1x50	Bandeja perforada 4	100 mm
3.5 - CS 5	RZ1 -K	4x1x150 + 1x95	Bandeja perforada 5	100 mm

Tabla 148 - ANEJO IV: BT - Secciones circuitos cuadro principal 3 - Nave industrial

Cuadro Secundario 3.1 - ENVASADO				
Círcuito	Cable	Sección (mm ²)	Canalización	
3.1.1 - Envasadora 1	RZ1 -K	5x1x1.5	Tubo 25	40 mm
3.1.2 - Cinta 12	RZ1 -K	5x1x1.5	Tubo 26	40 mm
3.1.3 - Enfajadora 1	RZ1 -K	5x1x10	Tubo 27	40 mm
3.1.4 - Envasadora 2	RZ1 -K	5x1x1.5	Tubo 28	40 mm
3.1.5 - Cinta 13	RZ1 -K	5x1x1.5	Tubo 29	40 mm
3.1.6 - Enfajadora 2	RZ1 -K	5x1x10	Tubo 30	40 mm

Tabla 149 - ANEJO IV: BT - Secciones circuitos cuadro secundario 3.1 - Envaseado

Cuadro Secundario 3.2 - SUBPRODUCTO				
Círcuito	Cable	Sección (mm ²)	Canalización	
3.2.1 - Prensa 1	RZ1 -K	5x1x16	Tubo 31	40 mm
3.2.2 - Prensa 2	RZ1 -K	5x1x16	Tubo 32	40 mm

Tabla 150 - ANEJO IV: BT - Secciones circuitos cuadro secundario 3.2 - Subproducto

Cuadro Secundario 3.3 - PRODUCCIÓN				
Círcuito	Cable	Sección (mm ²)	Canalización	
3.3.1 - Cinta 10	RZ1 -K	5x1x1.5	Tubo 33	40 mm
3.3.2 - Descascaradora 1	RZ1 -K	5x1x4	Tubo 34	40 mm
3.3.3 - Elevador 5	RZ1 -K	5x1x1.5	Tubo 35	40 mm
3.3.4 - Mesa paddy 1	RZ1 -K	5x1x1.5	Tubo 36	40 mm
3.3.5 - Elevador 6	RZ1 -K	5x1x1.5	Tubo 37	40 mm
3.3.6 - Pulidora 1	RZ1 -K	4x1x50 + 1x25	Tubo 38	63 mm
3.3.7 - Elevador 7	RZ1 -K	5x1x1.5	Tubo 39	40 mm
3.3.8 - Blanqueadora 1	RZ1 -K	4x1x35 + 1x16	Tubo 40	50 mm
3.3.9 - Elevador 8	RZ1 -K	5x1x1.5	Tubo 41	40 mm
3.3.10 - Clasificadora tamaño 1	RZ1 -K	5x1x1.5	Tubo 42	40 mm
3.3.11 - Clasificadora color 1	RZ1 -K	5x1x1.5	Tubo 43	40 mm
3.3.12 - Descascaradora 2	RZ1 -K	5x1x4	Tubo 44	40 mm
3.3.13 - Elevador 9	RZ1 -K	5x1x1.5	Tubo 45	40 mm
3.3.14 - Mesa paddy 2	RZ1 -K	5x1x1.5	Tubo 46	40 mm
3.3.15 - Elevador 10	RZ1 -K	5x1x1.5	Tubo 47	40 mm
3.3.16 - Pulidora 2	RZ1 -K	4x1x50 + 1x25	Tubo 48	63 mm
3.3.17 - Elevador 11	RZ1 -K	5x1x1.5	Tubo 49	40 mm
3.3.18 - Blanqueadora 2	RZ1 -K	4x1x35 + 1x16	Tubo 50	50 mm
3.3.19 - Elevador 12	RZ1 -K	5x1x1.5	Tubo 51	40 mm
3.3.20 - Clasificadora tamaño 2	RZ1 -K	5x1x1.5	Tubo 52	40 mm
3.3.21 - Clasificadora color 2	RZ1 -K	5x1x1.5	Tubo 53	40 mm
3.3.22 - Descascaradora 3	RZ1 -K	5x1x4	Tubo 54	40 mm
3.3.23 - Elevador 13	RZ1 -K	5x1x1.5	Tubo 55	40 mm
3.3.24 - Mesa paddy 3	RZ1 -K	5x1x1.5	Tubo 56	40 mm
3.3.25 - Elevador 14	RZ1 -K	5x1x1.5	Tubo 57	40 mm
3.3.26 - Pulidora 3	RZ1 -K	4x1x50 + 1x25	Tubo 58	63 mm
3.3.27 - Elevador 15	RZ1 -K	5x1x1.5	Tubo 59	40 mm
3.3.28 - Blanqueadora 3	RZ1 -K	4x1x35 + 1x16	Tubo 60	50 mm
3.3.29 - Elevador 16	RZ1 -K	5x1x1.5	Tubo 61	40 mm
3.3.30 - Clasificadora tamaño 3	RZ1 -K	5x1x1.5	Tubo 62	40 mm
3.3.31 - Clasificadora color 3	RZ1 -K	5x1x1.5	Tubo 63	40 mm

Tabla 151 - ANEJO IV: BT - Secciones circuitos cuadro secundario 3.1 - Producción

Cuadro Secundario 3.4 - SALA COMPRESORES				
Círcuito	Cable	Sección (mm ²)	Canalización	
3.4.1 - Compresor	RZ1 -K	4x1x95 + 1x50	Tubo 64	63 mm

Tabla 152 - ANEJO IV: BT - Secciones circuitos cuadro secundario 3.4 - Sala compresores

Cuadro Principal 4 - SALA PCI				
Círcuito	Cable	Sección (mm ²)	Canalización	
4.1 - Grupo PCI	RZ1 -K (AS)	4x1x50 + 1x25	Tubo 65	63 mm

Tabla 153 - ANEJO IV: BT - Secciones circuitos cuadro principal 4 - PCI

IV.1.4. Hoja características cable y canalización

- **Cable RZ1-K 0,6/1 kV:**



CONSTRUCCIÓN

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 según UNE HD 603-1.
Colores: marrón, negro, gris, azul, amarillo/verde según UNE 21089-1.

ELEMENTO SEPARADOR

Capa especial antiadherente.

RELLENO

Material: mezcla LSOH libre de halógenos.

CUBIERTA

Material: mezcla especial libre de halógenos tipo AFUMEX UNE 21123-4.
Color: verde.

DATOS TÉCNICOS

NÚMERO DE CONDUCTORES x SECCIÓN mm ²	ESPESOR DE AISLAMIENTO mm (1)	DIÁMETRO EXTERIOR mm (1)	PESO kg/km (1)	RESISTENCIA DEL CONDUCTOR a 20 °C Ω/km	INTENSIDAD ADMISIBLE AL AIRE (2) A	INTENSIDAD ADMISIBLE ENTERRADO (3) A	CAÍDA DE TENSIÓN V/A km (2)	
							cós φ = 1	cós φ = 0,8
1x1,5	0,7	7	67	13,3	21	21	26,5	21,36
1x2,5	0,7	7,5	79	7,98	30	27	15,92	12,88
1x4	0,7	8	97	4,95	40	35	9,96	8,1
1x6	0,7	8,5	120	3,3	52	44	6,74	5,51
1x10	0,7	9,6	167	1,91	72	58	4	3,31
1x16	0,7	10,6	226	1,21	97	75	2,51	2,12
1x25	0,9	12,3	321	0,78	122	96	1,59	1,37
1x35	0,9	13,8	421	0,55	153	117	1,15	1,01
1x50	1	15,4	579	0,38	188	138	0,85	0,77
1x70	1,1	17,3	780	0,27	243	170	0,59	0,56
1x95	1,1	19,2	995	0,20	298	202	0,42	0,43
1x120	1,2	21,3	1240	0,16	350	230	0,34	0,36
1x150	1,4	23,4	1529	0,12	401	260	0,27	0,31
1x185	1,6	25,6	1826	0,10	460	291	0,22	0,26
1x240	1,7	28,6	2383	0,08	545	336	0,17	0,22
1x300	1,8	31,3	2942	0,06	630	380	0,14	0,19
1x400	2	36	3921	0,05		446	0,11	0,17

IV.2. Cálculo de la aparamenta

Los circuitos estarán protegidos contra las sobreintensidades originadas por sobrecargas y cortocircuitos.

IV.2.1. Cálculo de la intensidad de cortocircuito

Se calculan las intensidades de cortocircuito mediante el método óhmico, que está basado en el teorema de Thevenin. Se realiza un cálculo simplificado, despreciando resistencias de arco y capacidades de líneas.

Se estudiará la intensidad de cortocircuito prevista, la intensidad de cortocircuito simétrica de cortocircuito inicial (I_K''), la intensidad de cresta I_p , la intensidad de cortocircuito I_K y la intensidad de cortocircuito de corte I_b .

Se realiza el cálculo de las impedancias desde la subestación hasta los receptores de la planta.

- Impedancia acometida (Q):

$$Z_Q = \frac{c \cdot U_Q^2}{S_Q''}$$

$$X_Q = 0,995 \cdot Z_Q \text{ } (\Omega)$$

$$X_{Q(BT)} = X_Q \cdot \left(\frac{U_{BT}}{U_{MT}} \right)^2$$

$$R_Q = 0,1 \cdot X_Q \text{ } (\Omega)$$

$$R_{Q(BT)} = R_Q \cdot \left(\frac{U_{BT}}{U_{MT}} \right)^2$$

Impedancia de la acometida (Q)		
Tensión U_q (V)	Potencia S_q (MVA)	c
15000	60	1.1
R _q (Ω)	X _q (Ω)	Z _q (Ω)
0.41	4.10	4.13
R _{q (BT)} (Ω)	X _{q (BT)} (Ω)	Z _{q (BT)} (Ω)
0.000291867	0.00291867	0.00293322

Tabla 154 - ANEJO IV: BT - Impedancia acometida Q

- Impedancia de línea media tensión hasta CT:

$$R_L = r_l \cdot L \text{ } (\Omega)$$

$$R_{L(BT)} = R_L \cdot \left(\frac{U_{BT}}{U_{MT}} \right)^2$$

$$X_L = x_l \cdot L \text{ } (\Omega)$$

$$X_{L(BT)} = X_L \cdot \left(\frac{U_{BT}}{U_{MT}} \right)^2$$

Impedancia Línea Subestación - CT		
rl (Ω/km)	xl (Ω/km)	L (km)
0.161	0.106	0.45
RI (Ω)	Xlv (Ω)	ZI (Ω)
0.07245	0.0477	0.08674268
RI (BT) (Ω)	Xl (BT) (Ω)	ZI (BT) (Ω)
0.00005152	0.00003392	6.1684E-05

Tabla 155 - ANEJO IV: BT - Impedancia Línea Subestación - CT

- Impedancia transformador:

$$Z_T = \frac{U_{cc}}{100} \cdot \frac{U_{nT}^2}{S_{nT}}$$

$$R_T = P_{cc} \cdot \frac{U_{nT}^2}{S_{nT}} \quad X_T = \sqrt{Z_T^2 \cdot R_T^2}$$

$$x_T = \frac{x_T}{\frac{U_{nT}^2}{S_{nT}}} \quad K_T = 0,95 \cdot \frac{c_{max}}{1+0,6 \cdot x_T}$$

$$R_{KT} = K_T \cdot R_T$$

$$X_{KT} = K_T \cdot X_T$$

Impedancia Transformador				
Potencia S (kVA)	1600	R_T (Ω)	X_T (Ω)	Z_T (Ω)
U (V)	400	0.000875	0.00000525	0.006
ucc	6			
Pcc (W)	14000	R_KT (Ω)	X_KT (Ω)	Z_KT (Ω)
Kt	0.99746858	0.000872785	5.23671E-06	0.00598481
xt'	0.0000525			

Tabla 156 - ANEJO IV: BT - Impedancia Transformador

- Impedancia derivación individual hasta CGBT:

$$R_{L-DI} = \frac{r_{l^L}}{n} \quad X_{L-DI} = \frac{x_{l^L}}{n}$$

- Impedancia circuitos desde CGBT hasta cuadros principales:

$$R_{CGBT-CP} = \frac{r_l \cdot L}{n} \quad X_{CGBT-} = \frac{x_l \cdot L}{n}$$

Impedancia Líneas								
Línea	L (m)	Sección	n cond	r _l (Ω/km)	x _l (Ω/km)	R (Ω)	X (Ω)	Z (Ω)
CT - CGBT (DI)	5	240	4	0.1	0.08	0.000525	0.0003	0.000605
CGBT - CP 1	171	120	1	0.16	0.08	0.073530	0.01368	0.074792
CGBT - CP 2	150	120	2	0.16	0.08	0.052500	0.006	0.052842
CGBT - CP 3	70	240	6	0.08	0.08	0.004667	0.0028	0.005442
CGBT - CP 4	20	120	1	0.16	0.08	0.008600	0.0016	0.008748
CP 2 - CS 2.1	30	95	1	0.2	0.08	0.017400	0.0024	0.017565
CP3 - CS 3.1	25	35	1	0.55	0	0.013750	0	0.013750
CP3 - CS 3.2	58	35	1	0.55	0	0.031900	0	0.031900
CP3 - CS 3.3	73	120	3	0.16	0.08	0.023603	0.007787	0.024855
CP3 - CS 3.4	10	95	1	0.2	0	0.002000	0	0.002000
CP3 - CS 3.5	35	120	1	0.16	0.08	0.015050	0.0056	0.016058

Tabla 157 - ANEJO IV: BT - Impedancia Líneas BT

La corriente de cortocircuito se calcula mediante la siguiente expresión:

$$I_K'' = \frac{c \cdot U_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{eq}}$$

La intensidad de pico:

$$I_p = k \cdot \sqrt{2} \cdot I_K'' \quad k = 1,02 + 0,98 \cdot e^{-3 \frac{R_{eq}}{X_{eq}}}$$

$$I_K'' = I_b = I_k$$

Línea	Impedancia equivalente			Intensidad Cortocircuito		
	Req (Ω)	Xeq (Ω)	Zeq (Ω)	ik"=ib=ik (kA)	k	ip (kA)
Acometida Q	0.00029	0.00292	0.00293	86.61	1.746	213.849
Línea Subestación - CT	0.00034	0.00295	0.00297	85.46	1.711	206.836
Transformador	0.00122	0.00296	0.00320	79.43	1.305	146.647
DI	0.00174	0.00326	0.00369	68.77	1.217	118.380
JdB CGBT	0.00174	0.00326	0.00369	68.77	1.217	118.380
JdB CP 1	0.07527	0.01694	0.07715	3.29	1.020	4.750
JdB CP 2	0.05424	0.00926	0.05503	4.62	1.020	6.660
JdB CP 3	0.00641	0.00606	0.00882	28.81	1.061	43.228
JdB CP 4	0.01034	0.00486	0.01143	22.23	1.022	32.125
JdB CS 2.1	0.07164	0.01166	0.07258	3.50	1.020	5.049
JdB CS 3.1	0.02016	0.00606	0.02105	12.07	1.020	17.410
JdB CS 3.2	0.03831	0.00606	0.03878	6.55	1.020	9.448
JdB CS 3.3	0.03001	0.01384	0.03305	7.69	1.021	11.103
JdB CS 3.4	0.00841	0.00606	0.01036	24.51	1.035	35.889
JdB CS 3.5	0.02146	0.01166	0.02442	10.40	1.024	15.063

Tabla 158 - ANEJO IV: BT - Intensidades cortocircuito en juego de barras de cuadros eléctricos

IV.2.2. Protección contra sobrecargas

La protección contra sobrecargas limita la intensidad en el conductor para garantizar la seguridad de la instalación.

El dispositivo de protección contra sobrecargas debe cumplir con dos criterios para asegurar la seguridad. La intensidad asignada (I_n) de la protección debe ser superior o igual a la intensidad de diseño (I_B), y menor o igual que la intensidad admisible (I_z) del cable.

$$I_B \leq I_n \leq I_z$$

Además, el dispositivo de protección debe tener una intensidad de disparo inferior o igual a 1,45 veces la intensidad admisible (I_z) del cable. En los interruptores automáticos siempre se cumple este requisito.

IV.2.3. Protección contra cortocircuitos

Se protegerá la instalación de los posibles cortocircuitos que puedan existir. Para ello se instalará una protección con la capacidad de corte suficiente para asegurar la instalación.

El dispositivo de protección deberá poseer un poder de corte superior a la intensidad máxima prevista de cortocircuito.

$$I_k'' \leq PdC$$

Además, el dispositivo cortará cualquier corriente de cortocircuito en un tiempo inferior al máximo admisible para que no se supere la temperatura límite. Por tanto, el cable debe ser capaz de soportar la intensidad de cortocircuito que se produzca.

$$(I_{cc}^2 \cdot t_c) \leq k^2 \cdot s^2$$

Por último, la actuación magnética del interruptor debe abrir el cortocircuito mínimo que pueda producirse al final del circuito protegido.

$$I_{mag} < I_{min\ cc}$$

IV.2.4. Protecciones calculadas

Circuito	Protección contra sobrecarga			Protección contra cortocircuitos		Equipo Protección
	I _b (A)	I _n (A)	I _z (A)	I''k (kA)	PdC	
DI -> TRAFO - CGBT	2099.46	2250	2300	79.43		COMPAC NS2500 micrologic 5.0 a 0.9
1 - CGBT - CP1	187.17	200	230	68.77	100	NSX250S - TM-D 0.8
2 - CGBT - CP2	374.01	400	520	68.77	100	NSX400S - TM-D 1
3 - CGBT - CP3	1683.51	1800	2016	68.77	100	COMPAC NS2000 Micrologic 5.0 - 0.9
4 - CGBT - CP4	148.60	160	230	68.77	100	NS160S -TM-D 1

Tabla 159 - ANEJO IV: BT - Cálculos para cuadros principales

CIRCUITOS CUADRO PRINCIPAL 2 - RECEPCIÓN MP						
Circuito	Protección contra sobrecarga			Protección contra cortocircuitos		Equipo Protección
	I _b (A)	I _n (A)	I _z (A)	I ["] k (kA)	PdC	
2.1 - CS 2	124.85	160	234	4.62	36	NS160F - TM-D 1
2.2 - Redler 1	3.97	6	24	4.62	10	ICL60-N - Curva C
2.3 - Limpieza 1	15.34	16	24	4.62	10	ICL60-N - Curva C
2.4 - Redler 2	3.97	6	24	4.62	10	ICL60-N - Curva C
2.5 - Limpieza 2	15.34	16	24	4.62	10	ICL60-N - Curva C
2.6 - Redler 3	3.97	6	24	4.62	10	ICL60-N - Curva C
2.7 - Limpieza 3	15.34	16	24	4.62	10	ICL60-N - Curva C
2.8 - Cinta 1	9.92	10	24	4.62	10	ICL60-N - Curva C
2.9 - Elevador 1	13.53	16	32	4.62	10	ICL60-N - Curva C
2.10 - Cinta 2	9.92	10	24	4.62	10	ICL60-N - Curva C
2.11 - Elevador 2	13.53	16	32	4.62	10	ICL60-N - Curva C
2.12 - Torre secado	144.34	160	193	4.62	36	NS160F - TM-D 1

Tabla 160 - ANEJO IV: BT - Cálculo apartamento cuadro principal 2 - Recepción MP

CIRCUITOS CUADRO SECUNDARIO 2.1 - ALMACENAMIENTO						
Circuito	Protección contra sobrecarga			Protección contra cortocircuitos		Equipo Protección
	I _b (A)	I _n (A)	I _z (A)	I ["] k (kA)	PdC	
2.1.1 - Cinta 3	3.97	6	24	3.50	10	ICL60-N - Curva C
2.1.2 - Elevador 3	19.85	20	41	3.50	10	ICL60-N - Curva C
2.1.3 - Cinta 4	13.53	16	24	3.50	10	ICL60-N - Curva C
2.1.4 - Cinta 5	13.53	16	24	3.50	10	ICL60-N - Curva C
2.1.5 - Cinta 6	13.53	16	24	3.50	10	ICL60-N - Curva C
2.1.6 - Cinta 7	13.53	16	24	3.50	10	ICL60-N - Curva C
2.1.7 - Cinta 8	13.53	16	24	3.50	10	ICL60-N - Curva C
2.1.8 - Cinta 9	13.53	16	24	3.50	10	ICL60-N - Curva C
2.1.9 - Elevador 4	19.85	20	41	3.50	10	ICL60-N - Curva C

Tabla 161 - ANEJO IV: BT - Cálculo apartamento cuadro secundario 2.1 - Almacenamiento

Cuadro Principal 3 - NAVE INDUSTRIAL						
Circuito	Protección contra sobrecarga			Protección contra cortocircuitos		Equipo Protección
	I _b (A)	I _n (A)	I _z (A)	I" _k (kA)	PdC	
3.1 - CS 1	130.34	144	153	28.81	36	NS160-F TM-D 0.9
3.2 - CS 2	133.51	144	153	28.81	36	NS160-F TM-D 0.9
3.3 - CS 3	907.16	1000	1050	28.81	50	COMPAC NS1000 Micrologic 5.0 - 1
3.4 - CS 4	180.42	200	234	28.81	36	NSX250-F TM-D 0.8
3.5 - CS 5	332.07	360	401	28.81	50	NSX400-F TM-D 0.9

Tabla 162 - ANEJO IV: BT - Cálculo aparmanta cuadro principal 3 - Nave industrial

Cuadro Secundario 3.1 - ENVASADO						
Circuito	Protección contra sobrecarga			Protección contra cortocircuitos		Equipo Protección
	I _b (A)	I _n (A)	I _z (A)	I" _k (kA)	PdC	
3.1.1 - Envasadora 1	9.92	10	17.5	12.07	25	ICL60-L - Curva C
3.1.2 - Cinta 12	1.98	2	17.5	12.07	100	ICL60-L - Curva C
3.1.3 - Enfajadora 1	43.30	50	57	12.07	15	ICL60-L - Curva C
3.1.4 - Envasadora 2	9.92	10	17.5	12.07	25	ICL60-L - Curva C
3.1.5 - Cinta 13	1.98	2	17.5	12.07	100	ICL60-L - Curva C
3.1.6 - Enfajadora 2	43.30	50	57	12.07	15	ICL60-L - Curva C

Tabla 163 - ANEJO IV: BT - Cálculo aparmanta cuadro secundario 3.1 - Envaseado

Cuadro Secundario 3.2 - SUBPRODUCTO						
Circuito	Protección contra sobrecarga			Protección contra cortocircuitos		Equipo Protección
	I _b (A)	I _n (A)	I _z (A)	I" _k (kA)	PdC	
3.2.1 - Prensa 1	66.76	70	77	6.55	36	NSX100-F TM-D 0.7
3.2.2 - Prensa 2	66.76	70	77	6.55	36	NSX100-F TM-D 0.8

Tabla 164 - ANEJO IV: BT - Cálculo aparmanta cuadro secundario 3.2 - Subproducto

Cuadro Secundario 3.3 - PRODUCCIÓN						
Circuito	Protección contra sobrecarga			Protección contra cortocircuitos		Equipo Protección
	I _b (A)	I _n (A)	I _z (A)	I" _k (kA)	PdC	
3.3.1 - Cinta 10	13.53	16	17.5	7.69	10	ICL60-N - Curva C
3.3.2 - Descascaradora 1	23.45	25	32	7.69	10	ICL60-N - Curva C
3.3.3 - Elevador 5	3.97	6	17.5	7.69	10	ICL60-N - Curva C
3.3.4 - Mesa paddy 1	5.41	6	17.5	7.69	10	ICL60-N - Curva C
3.3.5 - Elevador 6	3.97	6	17.5	7.69	10	ICL60-N - Curva C
3.3.6 - Pulidora 1	141.63	144	151	7.69	36	NS160-F TM-D 0.9
3.3.7 - Elevador 7	3.97	6	17.5	7.69	10	ICL60-N - Curva C
3.3.8 - Blanqueadora 1	99.23	100	124	7.69	36	NSX100-F TM-D 1
3.3.9 - Elevador 8	3.97	6	17.5	7.69	10	ICL60-N - Curva C
3.3.10 - Clasificadora tamaño 1	3.97	6	17.5	7.69	10	ICL60-N - Curva C
3.3.11 - Clasificadora color 1	8.30	10	17.5	7.69	10	ICL60-N - Curva C
3.3.12 - Descascaradora 2	23.45	25	32	7.69	10	ICL60-N - Curva C
3.3.13 - Elevador 9	3.97	6	17.5	7.69	10	ICL60-N - Curva C
3.3.14 - Mesa paddy 2	5.41	6	17.5	7.69	10	ICL60-N - Curva C
3.3.15 - Elevador 10	3.97	6	17.5	7.69	10	ICL60-N - Curva C
3.3.16 - Pulidora 2	141.63	144	151	7.69	36	NS160-F TM-D 0.9
3.3.17 - Elevador 11	3.97	6	17.5	7.69	10	ICL60-N - Curva C
3.3.18 - Blanqueadora 2	99.23	100	124	7.69	36	NSX100-F TM-D 1
3.3.19 - Elevador 12	3.97	6	17.5	7.69	10	ICL60-N - Curva C
3.3.20 - Clasificadora tamaño 2	3.97	6	17.5	7.69	10	ICL60-N - Curva C
3.3.21 - Clasificadora color 2	8.30	10	17.5	7.69	10	ICL60-N - Curva C
3.3.22 - Descascaradora 3	23.45	25	32	7.69	10	ICL60-N - Curva C
3.3.23 - Elevador 13	3.97	6	17.5	7.69	10	ICL60-N - Curva C
3.3.24 - Mesa paddy 3	5.41	6	17.5	7.69	10	ICL60-N - Curva C
3.3.25 - Elevador 14	3.97	6	17.5	7.69	10	ICL60-N - Curva C
3.3.26 - Pulidora 3	141.63	144	151	7.69	36	NS160-F TM-D 0.9
3.3.27 - Elevador 15	3.97	6	17.5	7.69	10	ICL60-N - Curva C
3.3.28 - Blanqueadora 3	99.23	100	124	7.69	36	NSX100-F TM-D 1
3.3.29 - Elevador 16	3.97	6	17.5	7.69	10	ICL60-N - Curva C
3.3.30 - Clasificadora tamaño 3	3.97	6	17.5	7.69	10	ICL60-N - Curva C
3.3.31 - Clasificadora color 3	8.30	10	17.5	7.69	10	ICL60-N - Curva C

Tabla 165 - ANEJO IV: BT - Cálculo aparenta cuadro secundario 3.3 - Producción

Cuadro Secundario 3.4 - SALA COMPRESORES						
Circuito	Protección contra sobrecarga			Protección contra cortocircuitos		Equipo Protección
	I _b (A)	I _n (A)	I _z (A)	I" _k (kA)	PdC	
3.4.1 - Compresor	180.42	200	234	24.51	36	NSX250-F TM-D 0.8

Tabla 166 - ANEJO IV: BT - Cálculo aparenta cuadro secundario 3.4 - Sala compresores

Cuadro Principal 4 - SALA PCI						
Circuito	Protección contra sobrecarga		Protección contra cortocircuitos		Equipo Protección	
	I _b (A)	I _n (A)	I _z (A)	I" _k (kA)	PdC	
4.1 - Grupo PCI	135.32	144	151	22.23	36	NS160-F TM-D 0.9

Tabla 167 - ANEJO IV: BT - Cálculo apartamento cuadro principal 4 - PCI

IV.2.5. Hoja características de la apertura

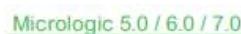
- Schneider Compact NS630-3200 A



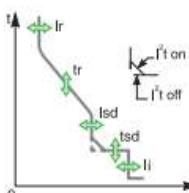
Type of circuit breaker

Ultimate breaking capacity (kA rms)	Manual	Icu	AC 50/60 Hz	220/240 V 380/415 V
-------------------------------------	--------	-----	----------------	------------------------

NS630b NS800 NS1000				NS1250 NS1600 NS1600b NS2000 NS2500 NS3200							
3, 4		3, 4		3, 4		3, 4		3, 4		3, 4	
○		○		○		○		○		○	
○		○		○		○		○		-	
○ (except LB)		○		○		○		-		-	
N	H	L	LB	N	H	L	N	H	N	H	N
○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	-
○	○	-	-	○	○	-	○	○	-	-	-
○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	-
○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	-
630		800		1000			1250		1600		1600
630		800		1000			1250		1510		1550
800				800			800		800		800
8				8			8		8		8
690				690			690		690		690
N	H	L	LB	N	H	L	N	H	N	H	N
85	85	150	200	85	85	150	85	85	85	85	125
50	70	150	200	50	70	150	50	70	50	70	85



Long-time



Current setting (A) $I_r = \ln x \dots$ 0.4 0.5 0.6 0.7 0.8 0.9 0.95 0.98 1
Tripping between 1.05 and $1.20 \times I_r$ Other ranges or disable by changing long-time rating plug

Time setting	tr (s)	0.5	1	2	4	8	12	16	20	24
Time setting exemple:	Accuracy: 0 to -30 %	1.5 x Ir	12.5	25	50	100	200	300	400	500
time delay (s)	Accuracy: 0 to -20 %	6 x Ir	0.5 [1]	2	4	8	12	16	20	24

Accuracy: 0 to -20 % 7.2 x Ir 0.7 [2] 0.69 1.38 2.7 5.5 8.3
Thermal memory 30 minutes before and after tripping

Short-time 20 minutes before and after tripping

Pick-up (A) $Isd = Ir \times ...$ 1.5 2 2.5 3 4 5 6 8 10

Accuracy: $\pm 10\%$

Time setting tsd (s)	Settings	I ² t Off	0	0.1	0.2	0.3	0.4
Operating time at 10 °C is max. settable time			20	80	110	220	350
I ² t On	-		0.1	0.2	0.3	0.4	

Operating time at 10 x Ir max resettable time	20	80	140	230	350
I ² t Off or I ² t On max break time	80	140	200	320	500

Instantaneous

Pick-up (A) II = In x ... 2 3 4 6 8 10 12 15 off

Accuracy: $\pm 10\%$
Operating time: Standard

Operating time	Standard
max resettable time	20 ms

- Schneider compact NSX100-630 A



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

NSX100						NS 160						NSX250						NSX400						NSX630					
B	F	N	H	S	L	B	F	N	H	S	L	B	F	N	H	S	L	F	N	H	S	L	F	N	H	S	L		
100						160						250						400					630						
2 (b), 3, 4						2 (b), 3, 4						2 (b), 3, 4						3, 4					3, 4						
40	85	90	100	120	150	40	85	90	100	120	150	40	85	90	100	120	150	40	85	100	120	150	40	85	100	120	150		
25	36	50	70	100	150	25	36	50	70	100	150	25	36	50	70	100	150	36	50	70	100	150	36	50	70	100	150		

- Schneider iCL60N

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 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	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					Poder de corte de servicio (Ics)
	Tensión (Ue)				
F/F	400 V				
F/N	230 V				
Calibre (In)	0,5 a 63 A	6.000 A			

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
	Degrado por temperatura
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

- Schneider iCL60L



UNE-EN 60947-2 UNE-EN 60898-1 hasta 40 A Curvas B, Cy Z

- Los iCL60L 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.
- Indicación 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 UNE-EN 60947-2				
Tensión (Ue)				
F/F (2P, 3P, 4P)	12 a 133 V	220 a 240 V	380 a 415 V	440 V
F/N (1P)	12 a 60 V	100 a 133 V	220 a 240 V	—
Calibre (In)	0,5 a 4 A	100 kA	100 kA	70 kA
	6 a 25 A	70 kA	—	25 kA
	32 / 40 A	70 kA	—	20 kA
	50 / 63 A	70 kA	—	15 kA
			15 kA	10 kA
				50% de Icu
				50% de Icu ¹⁰
Poder de corte (Icn) según UNE-EN 60898-1				
Tensión (Ue)				
F/F	400 V			
F/N	230 V			
Calibre (In)	0,5 a 40 A	15.000 A		

Datos técnicos

Características principales

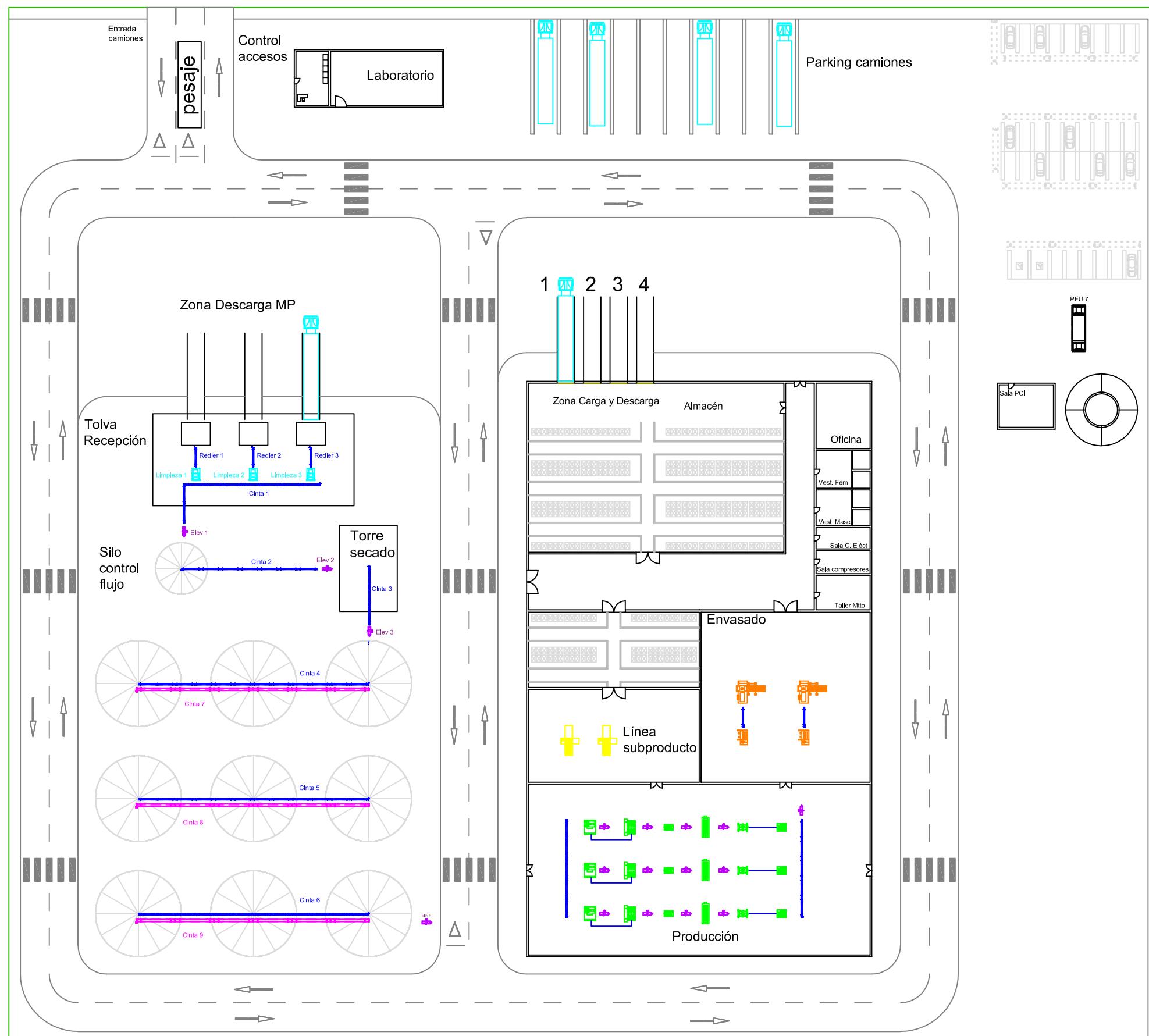
Según la norma UNE-EN 60947-2

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 K 12 In ± 20% Curva Z 3 In ± 20%
Categoría de utilización	A

Según la norma UNE-EN 60898-1

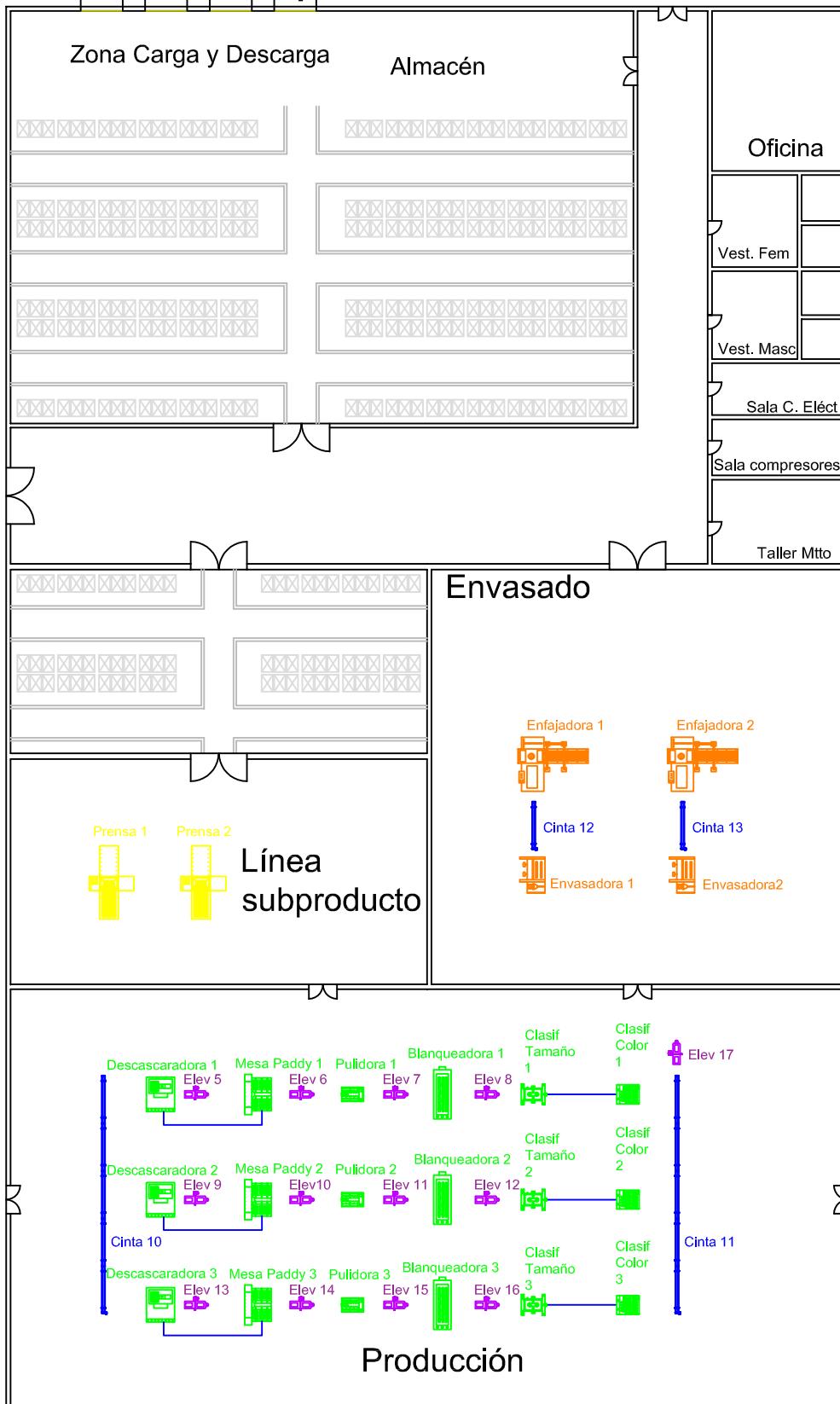
Clase de limitación	3
Poder de corte y conexión nominal de un polo individual (Icn1)	Icn1 = Icn

DOCUMENTO N°2: PLANOS



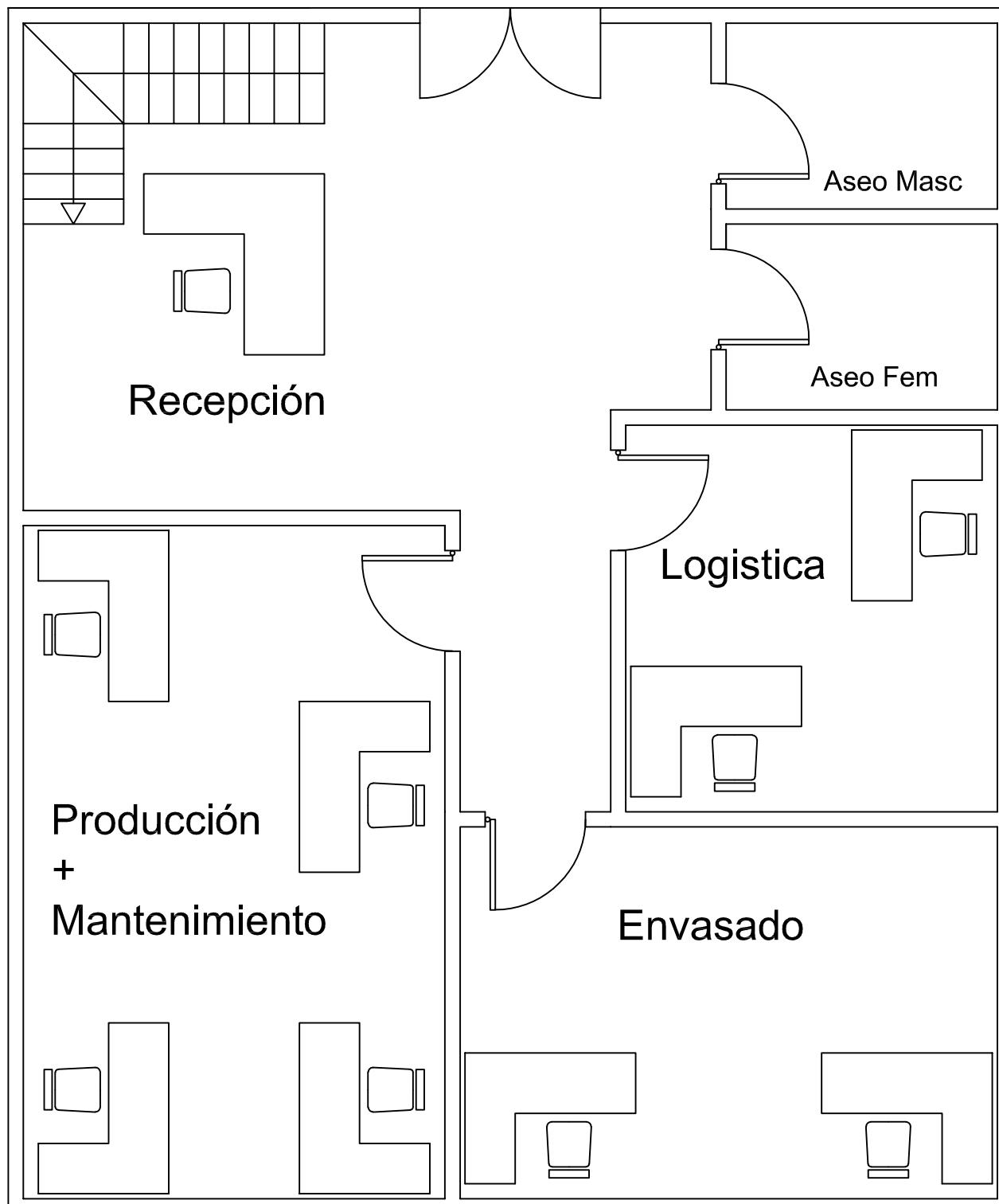
FORMATO: A3	Diseñado: Alejandro Raya Redondo	DISEÑO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA Y PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO Y ENVASADO DE ARROZ
	Proyectado: Alejandro Raya Redondo	
	Comprobado:	
ESCALA:	LAY-OUT PLANTA INDUSTRIAL	Nº PLANO: 01 FECHA: NOVIEMBRE – 2019

1 2 3 4

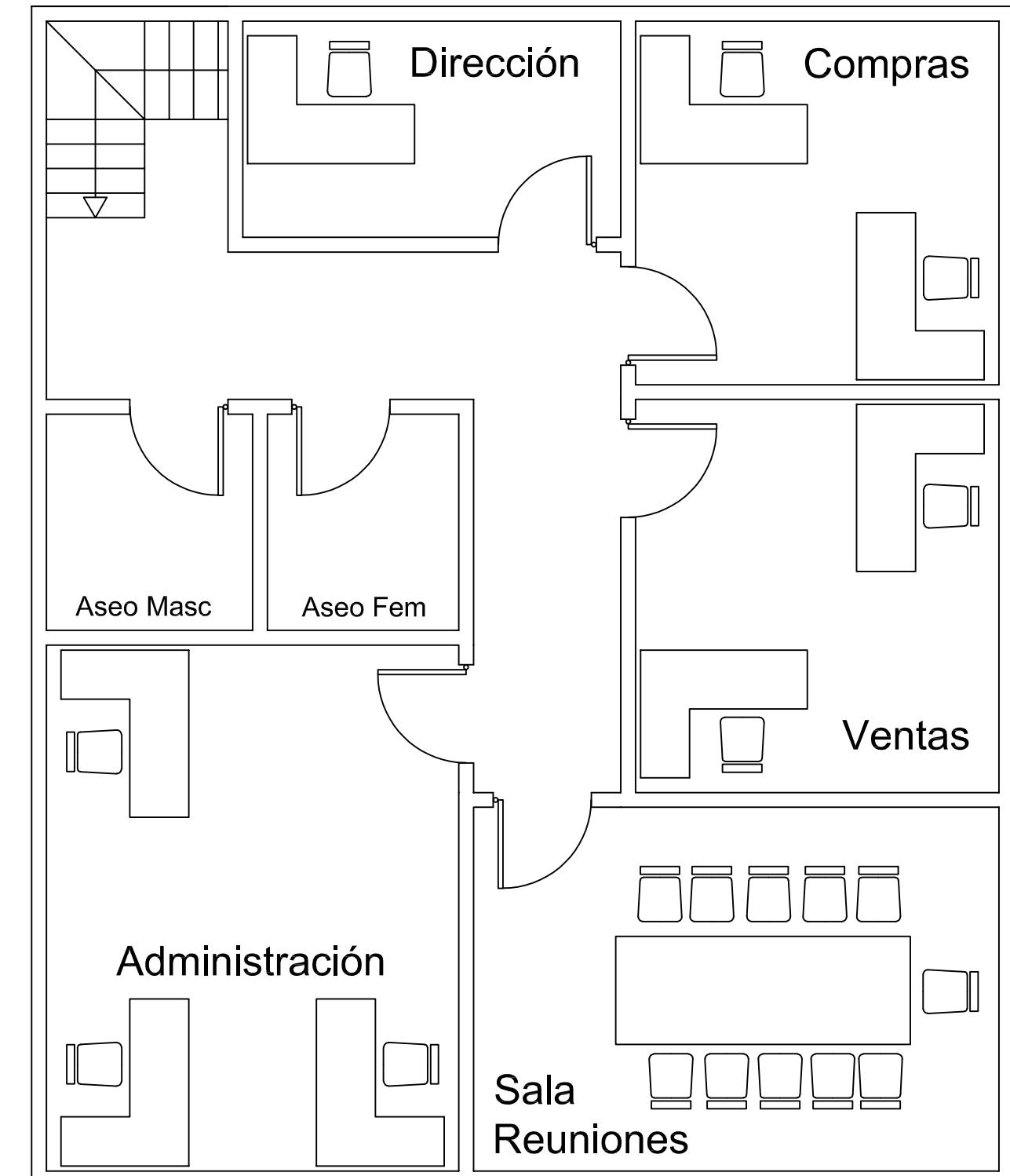


FORMATO: A3	Diseñado: Alejandro Raya Redondo	DISEÑO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA Y PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO Y ENVASADO DE ARROZ
	Proyectado: Alejandro Raya Redondo	
	Comprobado:	
ESCALA:	LAY-OUT NAVE INDUSTRIAL	Nº PLANO: 02
		FECHA: NOVIEMBRE - 2019

OFICINA - PLANTA BAJA

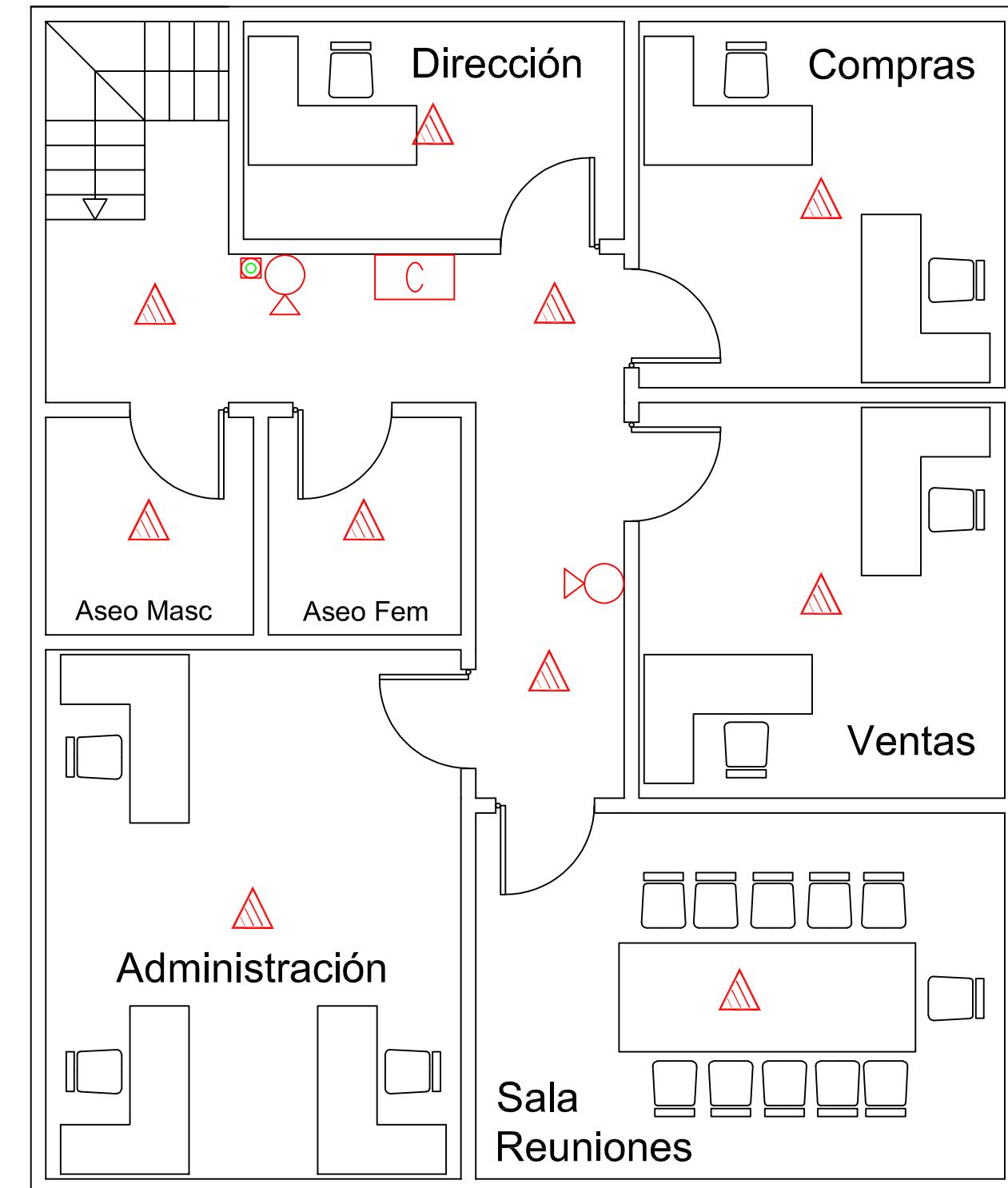
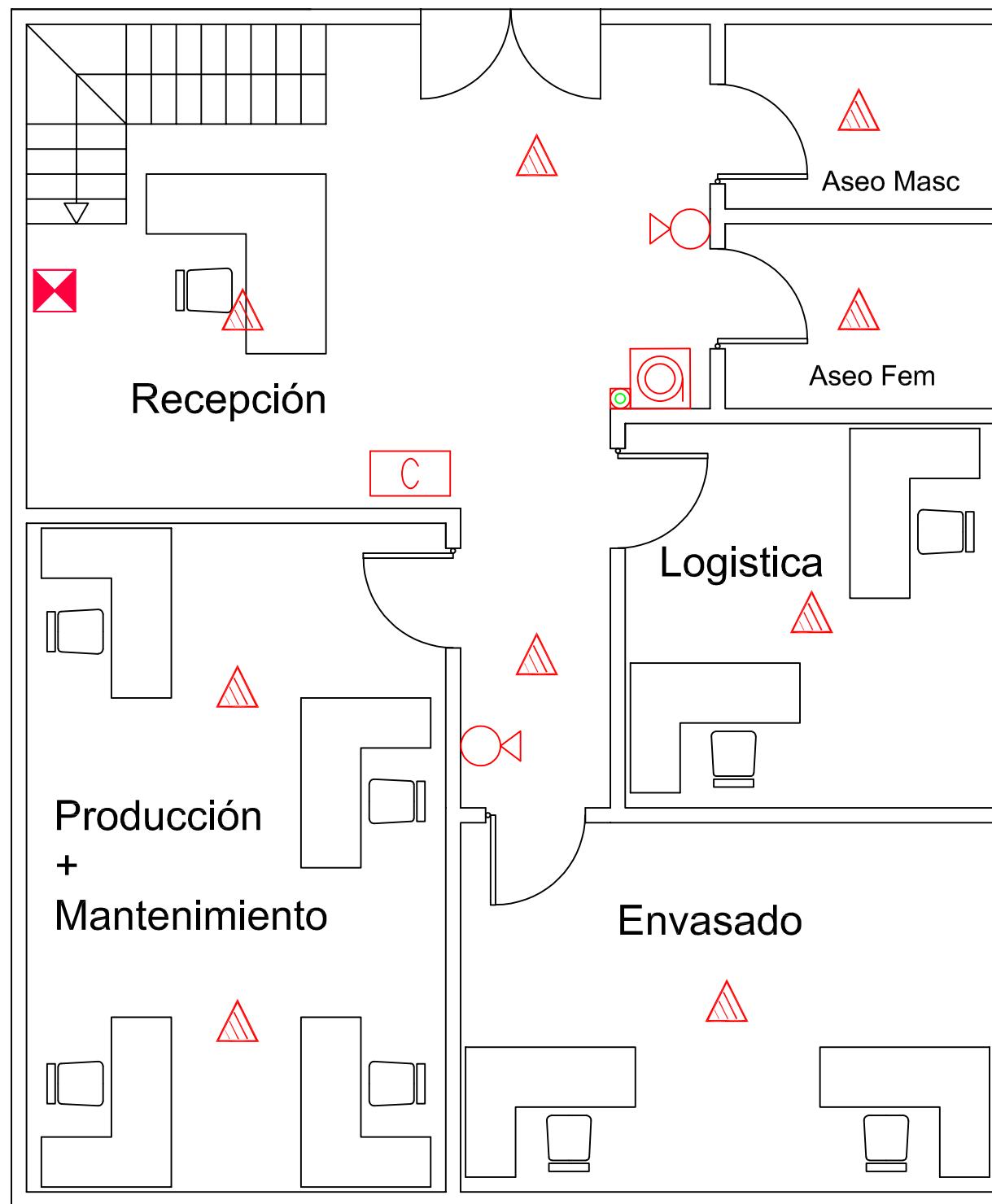


OFICINA - PLANTA ALTA



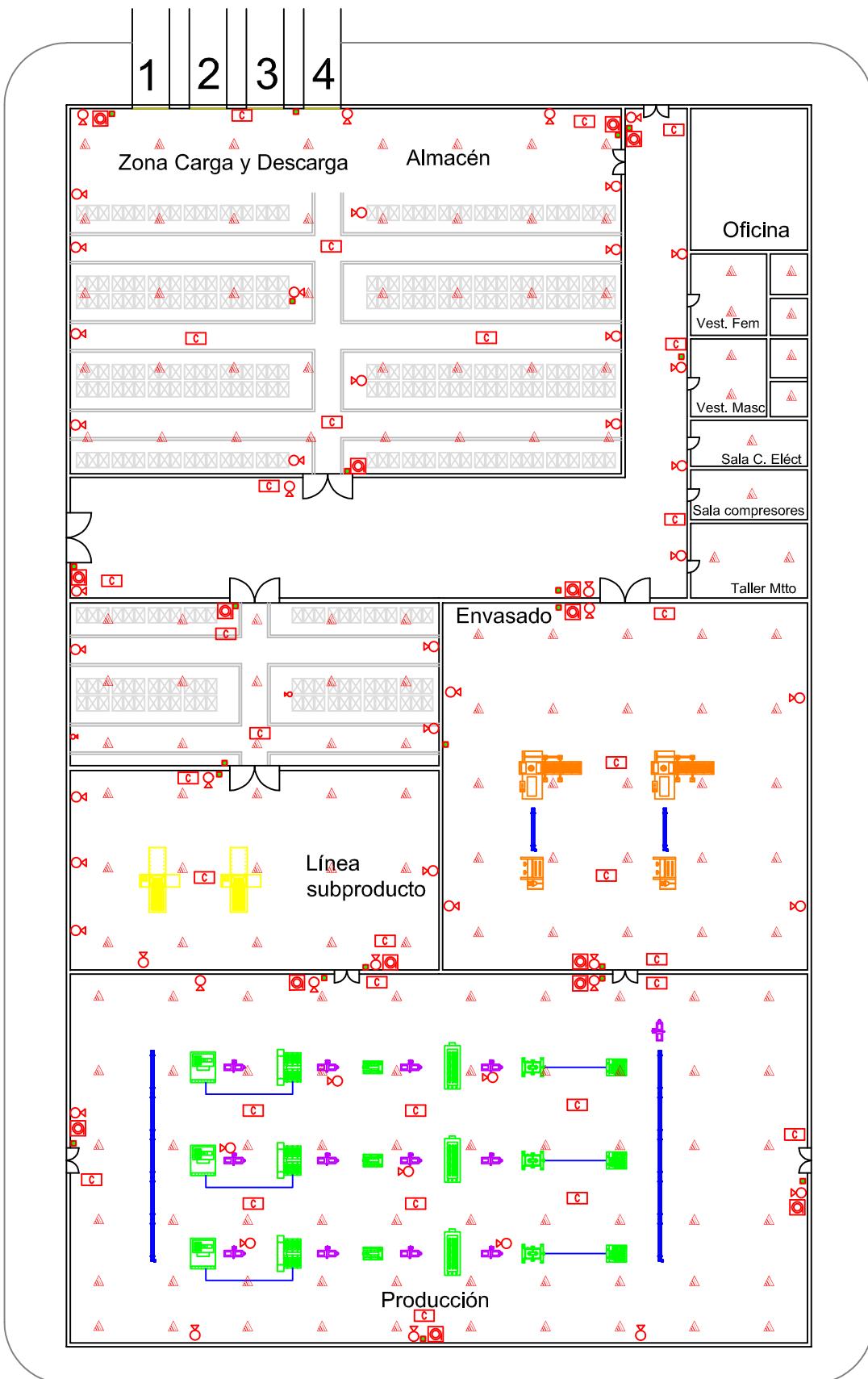
FORMATO: A3	Diseñado: Alejandro Raya Redondo Proyectado: Alejandro Raya Redondo Comprobado:	DISEÑO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA Y PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO Y ENVASADO DE ARROZ
ESCALA:	Nº PLANO: 03 FECHA: NOVIEMBRE – 2019	

LAY-OUT OFICINAS



INSTALACIÓN DETECCIÓN DE INCENDIOS	
SÍMBOLO	DEFINICIÓN
	CENTRALITA DETECCIÓN DE INCENDIOS
	DETECTOR DE HUMOS ANALÓGICO
	PULSADOR ANALÓGICO
	SIRENA INTERIOR ANALÓGICA
	EXTINTOR
	BOCA DE INCENDIO EQUIPADA - BIE

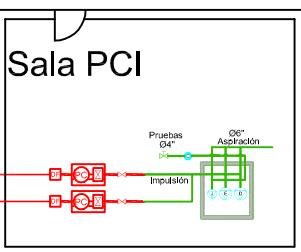
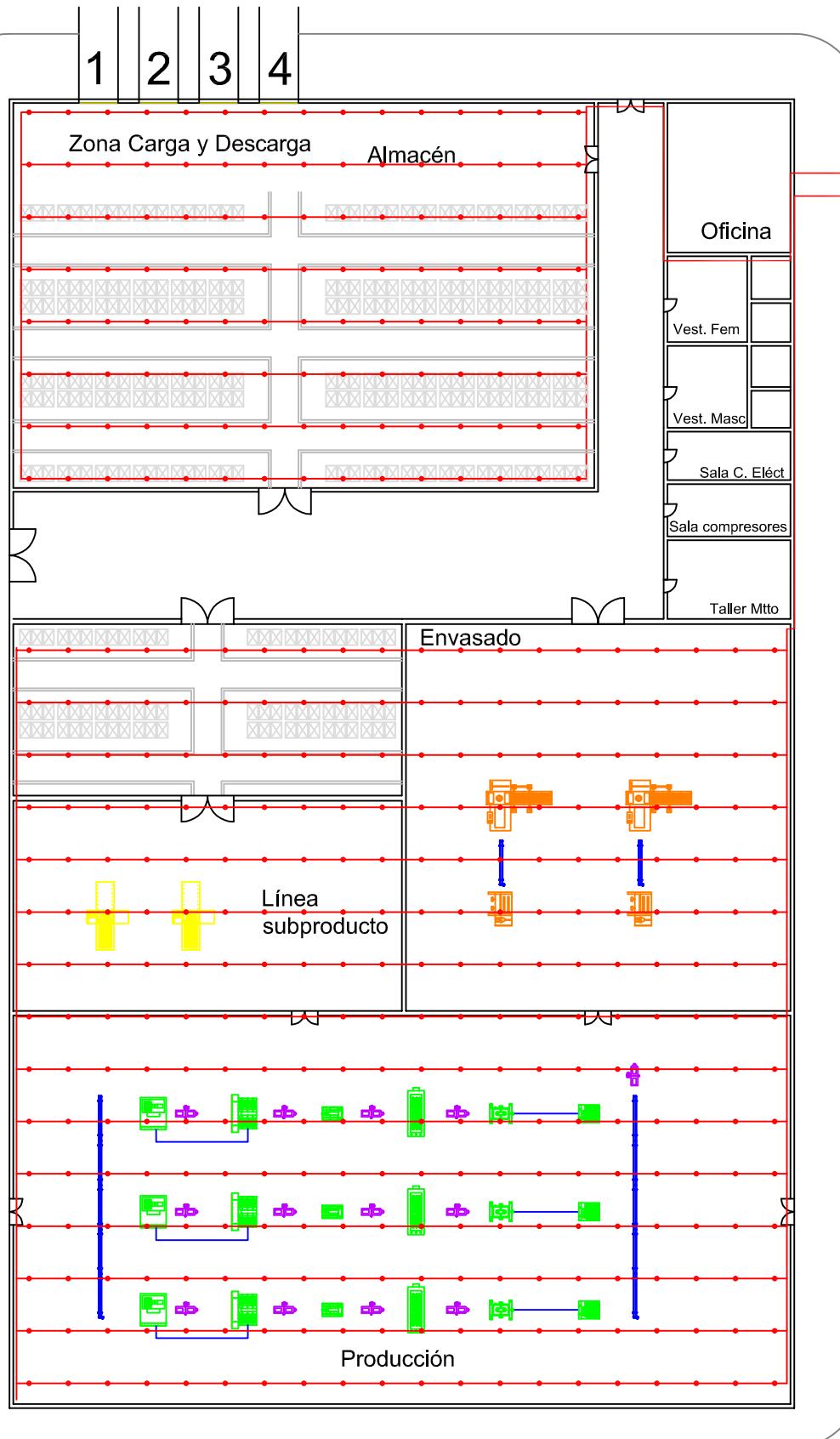
FORMATO: A3	Diseñado:	Alejandro Raya Redondo	DISEÑO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA Y PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO Y ENVASADO DE ARROZ
	Proyectado:	Alejandro Raya Redondo	
	Comprobado:		
ESCALA:	SISTEMA DE DETECCIÓN PCI OFICINAS		
	Nº PLANO:	04	FECHA: NOVIEMBRE – 2019



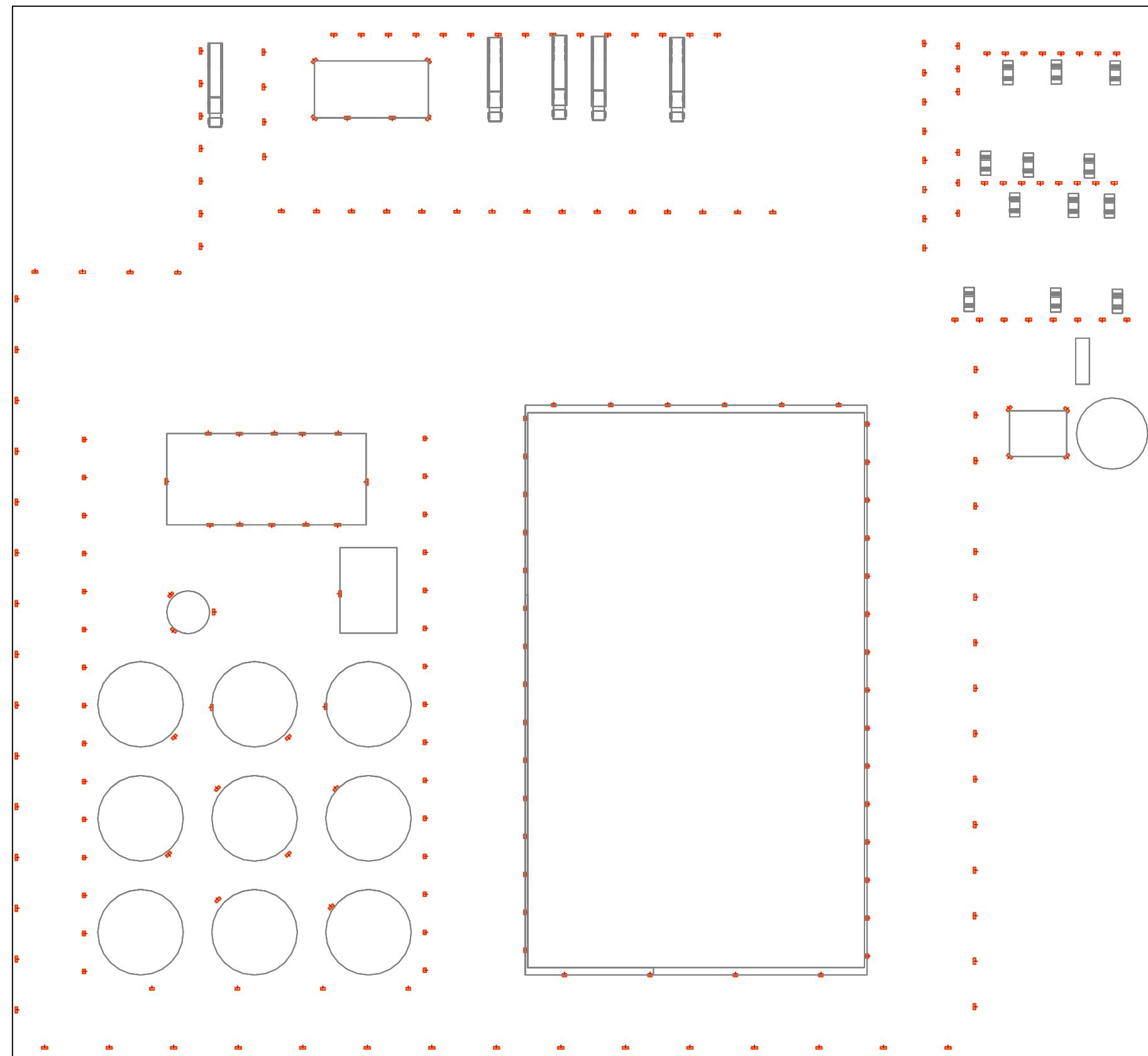
INSTALACIÓN DETECCIÓN DE INCENDIOS

SÍMBOLO	DEFINICIÓN
■	CENTRALITA DETECCIÓN DE INCENDIOS
▲	DETECTOR DE HUMOS ANALÓGICO
■	PULSADOR ANALÓGICO
□	SIRENA INTERIOR ANALÓGICA
○	EXTINTOR
●	BOCA DE INCENDIO EQUIPADA - BIE

FORMATO: A3	Diseñado: Alejandro Raya Redondo Proyectado: Alejandro Raya Redondo Comprobado:	DISEÑO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA Y PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO Y ENVASADO DE ARROZ
ESCALA:	SISTEMAS DE DETECCIÓN PCI NAVE INDUSTRIAL	
	Nº PLANO: 05	FECHA: NOVIEMBRE - 2019

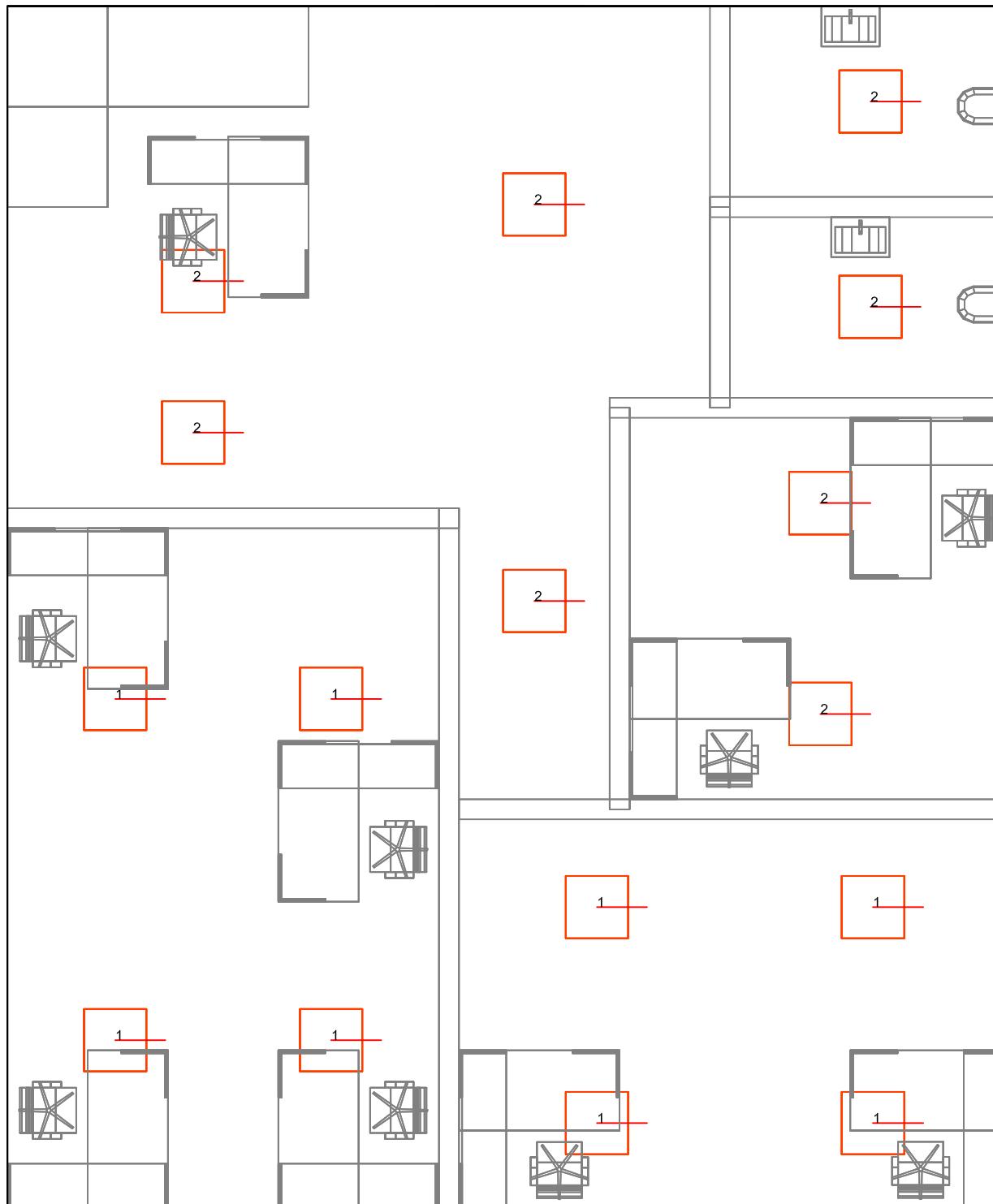


FORMATO: A3	Diseñado: Alejandro Raya Redondo	DISEÑO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA Y PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO Y ENVASADO DE ARROZ
	Proyectado: Alejandro Raya Redondo	
	Comprobado:	
ESCALA:	SISTEMA ROCIADORES NAVE INDUSTRIAL	Nº PLANO: 06
		FECHA: NOVIEMBRE - 2019

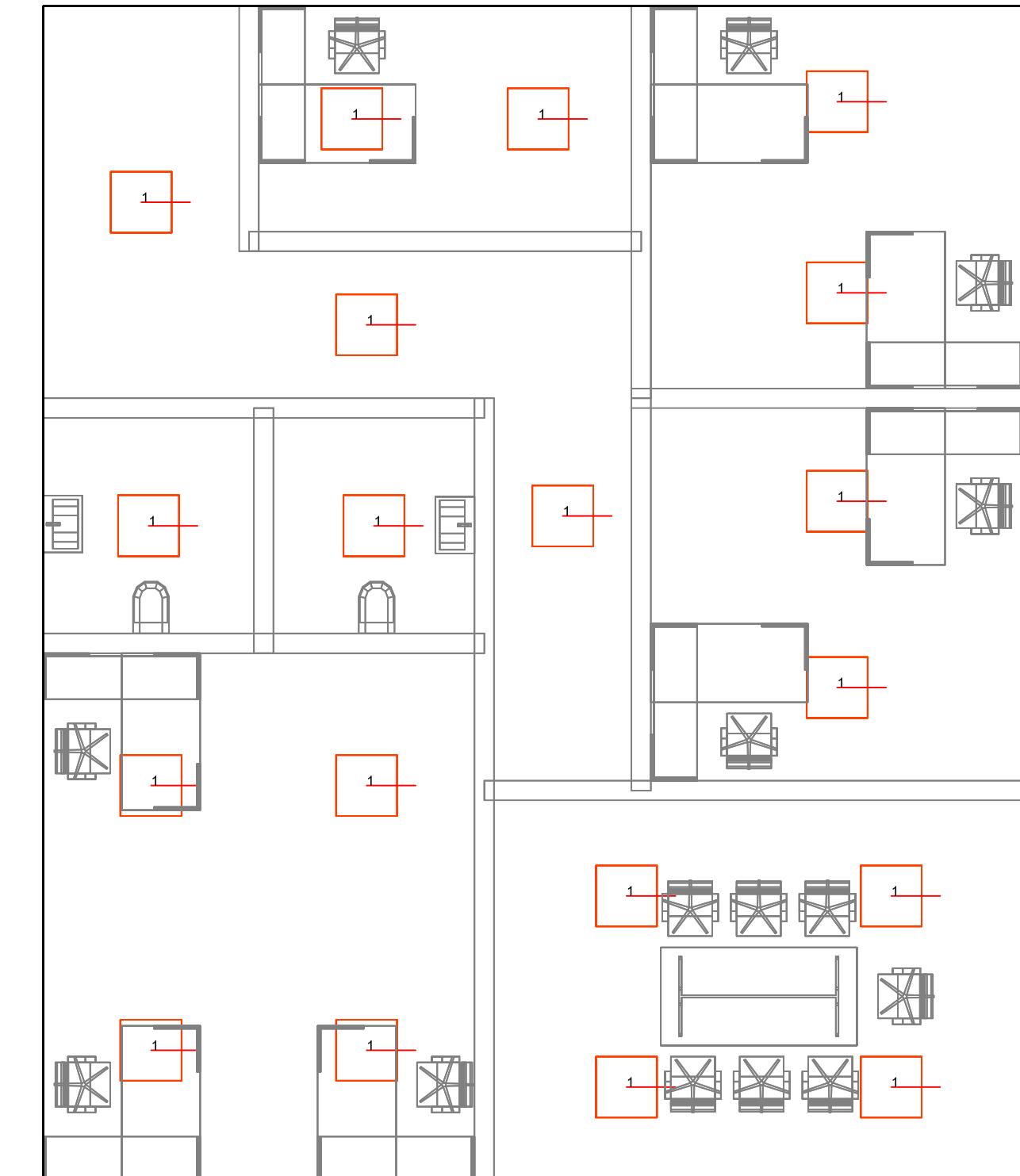


FORMATO: A3	Diseñado:	Alejandro Raya Redondo	DISEÑO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA Y PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO Y ENVASADO DE ARROZ
	Proyectado:	Alejandro Raya Redondo	
	Comprobado:		
ESCALA:	ILUMINACIÓN EXTERIOR		
Nº PLANO: 07			FECHA: NOVIEMBRE – 2019

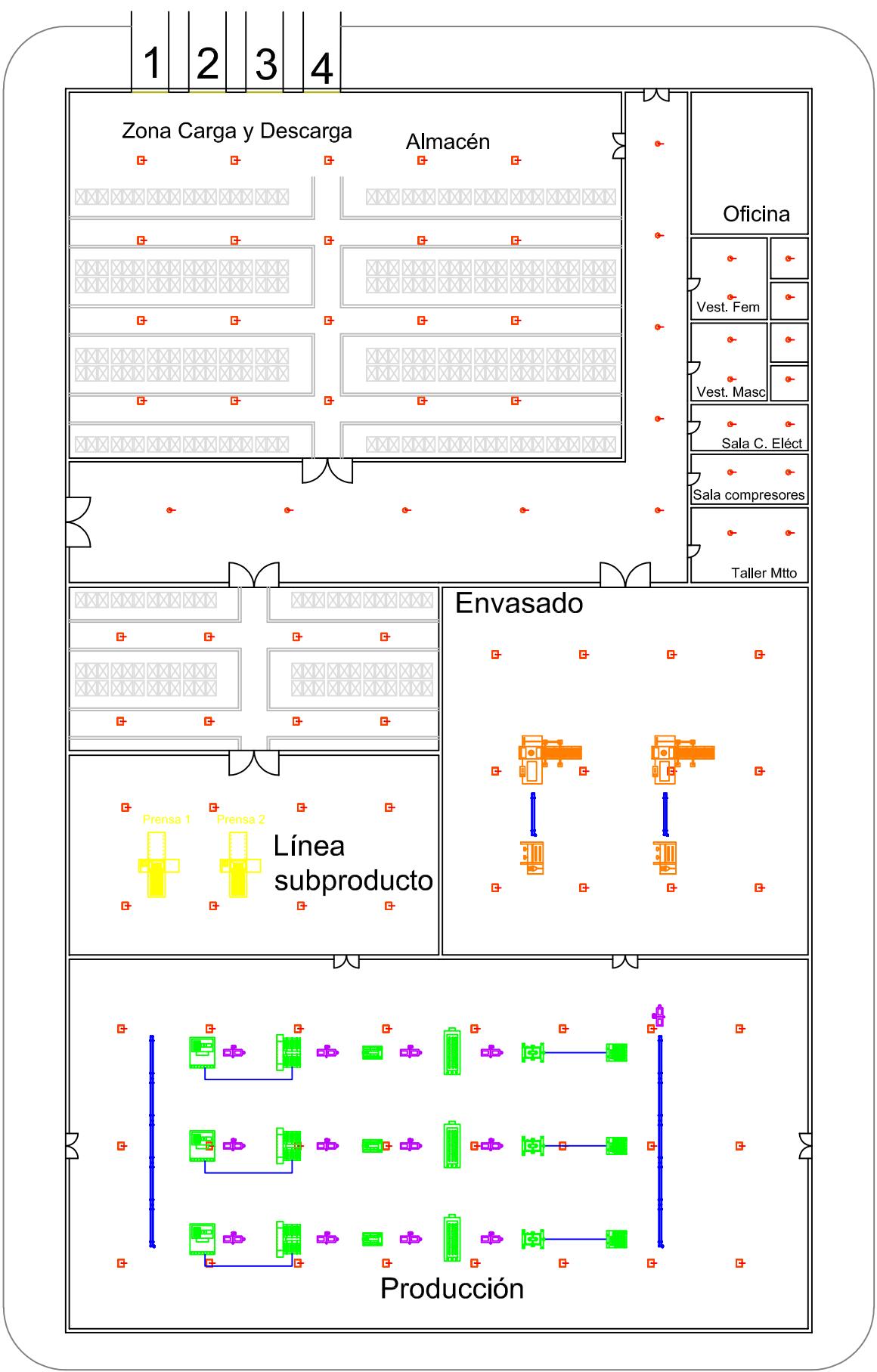
OFICINA - PLANTA BAJA



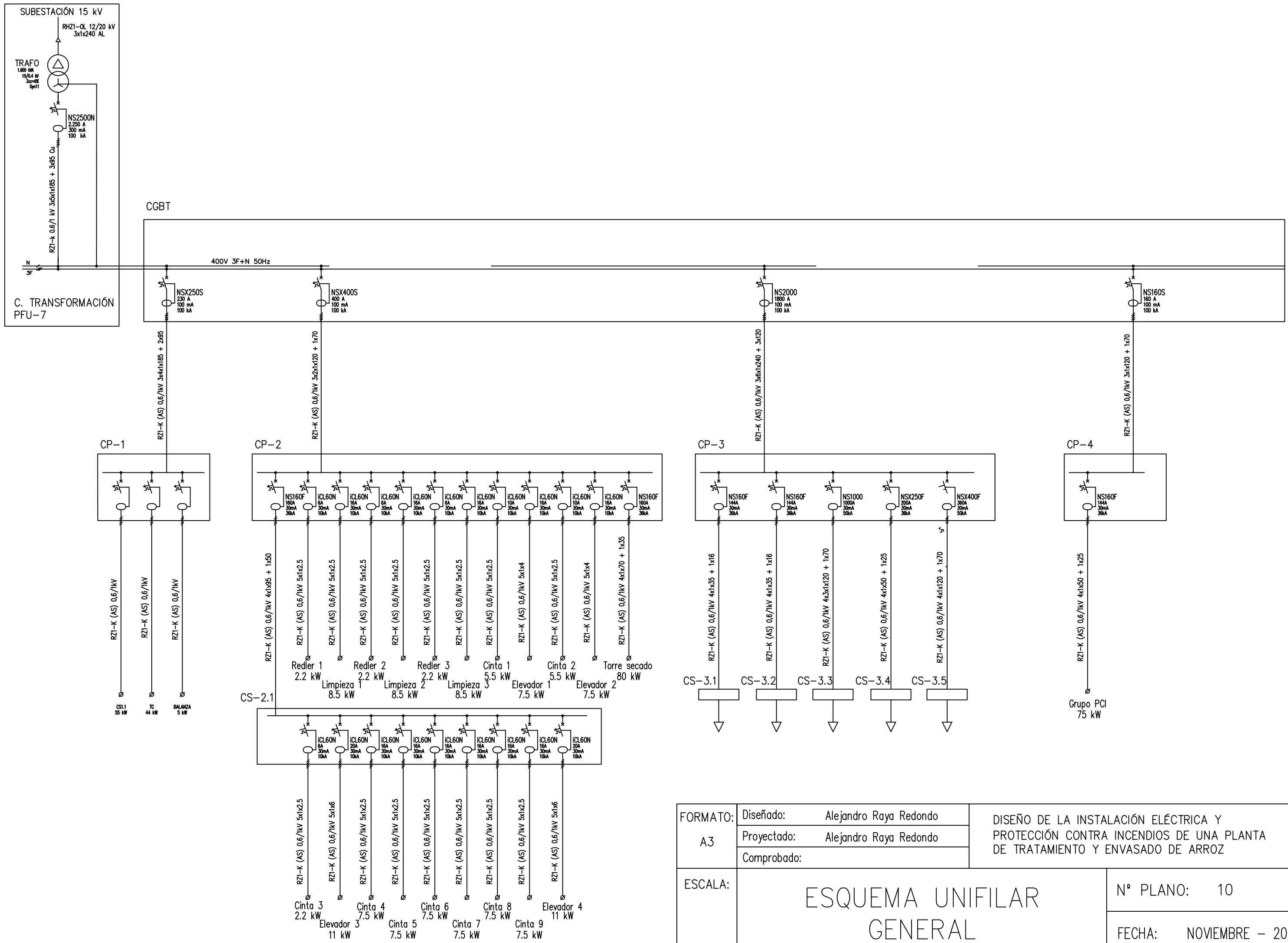
OFICINA - PLANTA ALTA

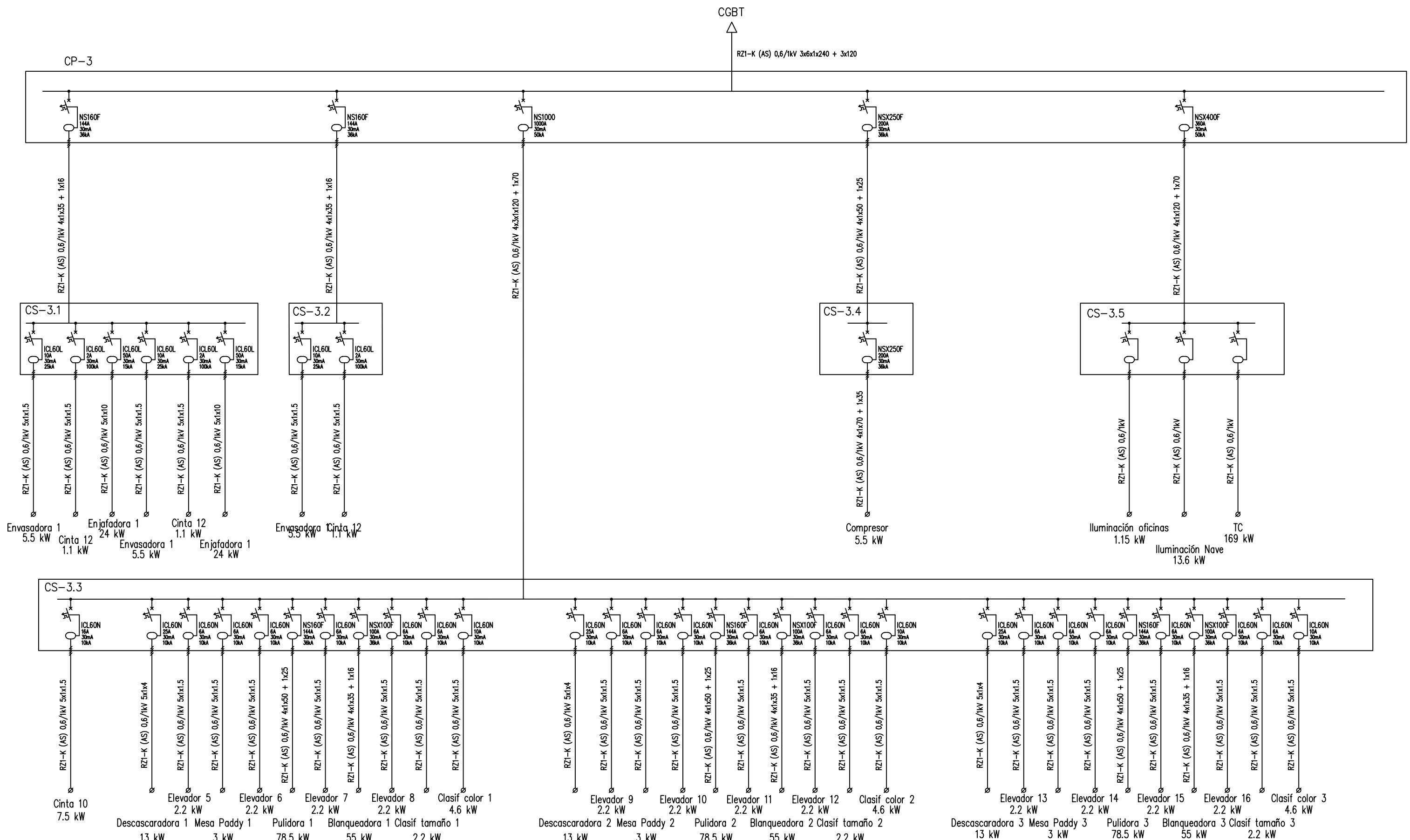


FORMATO: A3	Diseñado:	Alejandro Raya Redondo	DISEÑO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA Y PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO Y ENVASADO DE ARROZ	
	Proyectado:	Alejandro Raya Redondo		
	Comprobado:			
ESCALA:	ILUMINACIÓN OFICINAS			
	Nº PLANO: 08			
	FECHA: NOVIEMBRE - 2019			

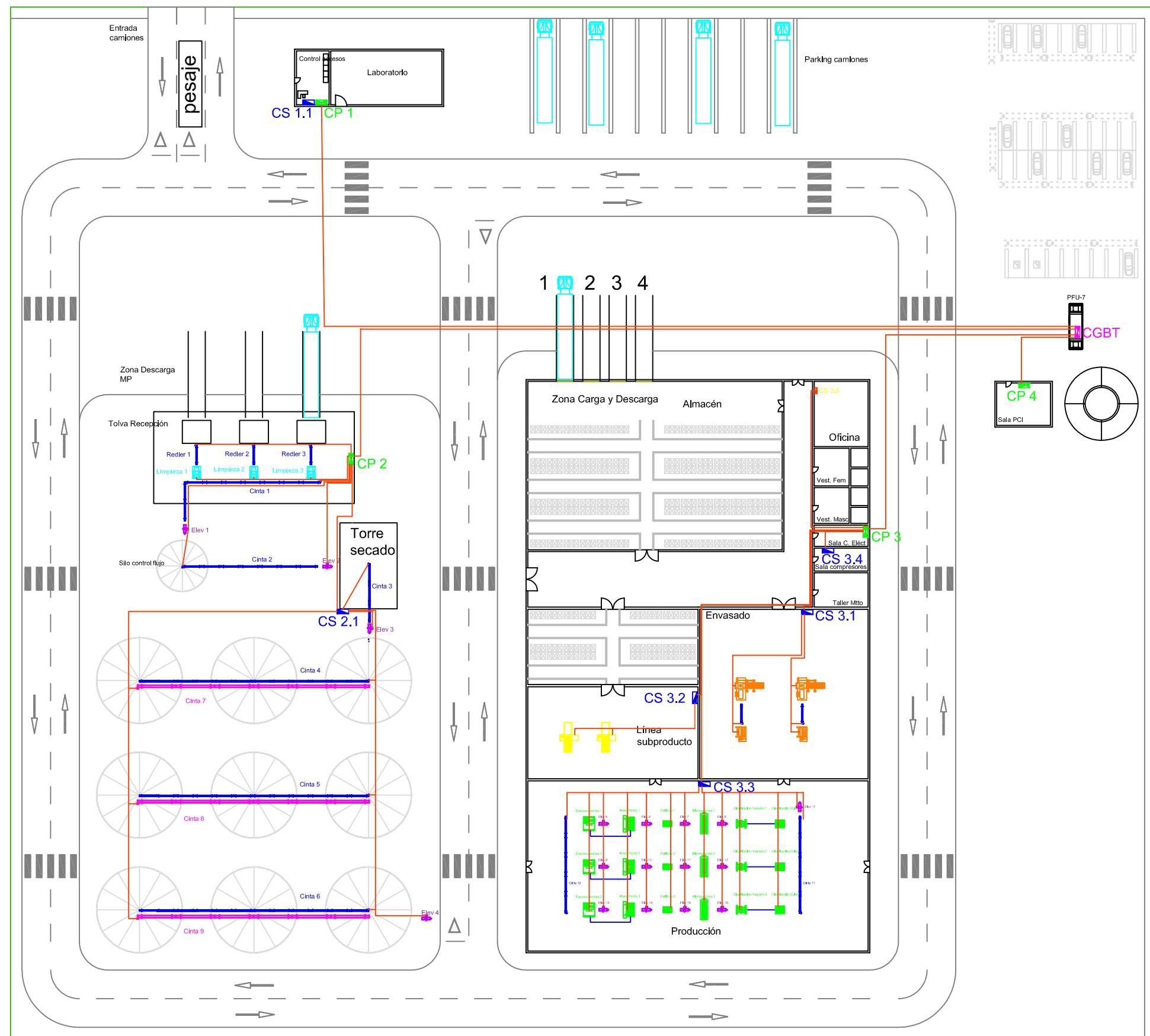


FORMATO: A3	Diseñado:	Alejandro Raya Redondo	DISEÑO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA Y PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO Y ENVASADO DE ARROZ
	Proyectado:	Alejandro Raya Redondo	
	Comprobado:		
ESCALA:	ILUMINACIÓN NAVE INDUSTRIAL		Nº PLANO: 09
			FECHA: NOVIEMBRE - 2019





FORMATO: A3	Diseñado: Alejandro Raya Redondo	DISEÑO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA Y PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO Y ENVASADO DE ARROZ
	Proyectado: Alejandro Raya Redondo	
	Comprobado:	
ESCALA:	ESQUEMA UNIFILAR CP-3 NAVE INDUSTRIAL	Nº PLANO: 11 FECHA: NOVIEMBRE - 2019



FORMATO: A3	Diseñado: Alejandro Raya Redondo Proyectado: Alejandro Raya Redondo Comprobado:	DISEÑO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA Y PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO Y ENVASADO DE ARROZ
ESCALA:	DISTRIBUCIÓN CUADROS ELÉCTRICOS	

DOCUMENTO N°3: PRESUPUESTO

PRESUPUESTO				
1 - INSTALACIÓN PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS				
	PARTIDA	UNIDADES	IMPORTE UNITARIO	IMPORTE TOTAL
1.01	Extintor polvo seco polivalente E 6 KG, Eficacia 27A-183B	40.00	44 €	1.760 €
1.02	Extintor CO2 5KG, EFICACIA 89B.	3	50 €	150 €
1.03	Extintor polvo seco 6 KG. PD6G, Eficacia 43A-233B. Botellín interior. Apto hasta 50 KV.	2	70 €	140 €
1.04	BIE25 530C DE EACI. ROJA. 685 x 530 x 250mm.	1	350 €	350 €
1.05	BIE45 510 INOX DE EACI. ROJA. 510 x 600 x 155mm.	15	430 €	6.450 €
1.06	DM2010. Pulsador manual de alarma direccionable, con led indicador de estado y llave de prueba. (con p.p. Tubo L.H. + par trenzado L.H.)	19	66 €	1.254 €
1.07	DMN782. Tapa basculante de protección de plástico + DMN800. Sustituto de plástico paracristales. (PULSADOR MANUAL DE ALARMA)	19	4 €	76 €
1.08	Sirena direccionable acústica (con p.p. Tubo L.H. + par trenzado L.H.)	31	75 €	2.325 €
1.09	DP2061N. Detector de humo óptico analógico con base de conexión (DB2002) y suplemento tubo visto DB806 (con p.p. tubo PVC L.H.)	186	84 €	15.624 €
1.10	2X-F2-09. Central analógica de incendios para 4 lazos. 562x399x110 mm.	2	605 €	1.210 €
1.11	IO2034NC. Módulo de 4 entradas de alarma y 4 salidas de relé (2A 24Vdc). Las entradas técnicas disponen de supervisión de la línea, con conexión de un contacto NA, ocupa una dirección en el lazo, alimentación directa al lazo e incluye led indicador de estado.	6	100 €	600 €
1.12	IU2050NC. Módulo de una entrada de alarma técnica con supervisión de la línea, con conexión de un contacto NA, ocupa una dirección en el lazo, alimentación directa al lazo e incluye led indicador de estado. Incluye caja IO-2BOX.	2	85 €	170 €
1.13	FE230. Electroimán retenedor electromagnético, fuerza 400N con placa de retención con rotula.	2	80 €	160 €
1.14	FE260-325. Electroimán retenedor electromagnético, fuerza 490 N con brazo/soporte de 325 mm y rotula. (permite giro del imán para 90º y 180º).	12	126 €	1.512 €

1.15	Señalización equipos contra incendios, salidas de emergencia y recorrido de evacuación, fotoluminiscente de 210x210mm	130	11 €	1.430 €
1.16	Grupo de presión contra incendios, bomba eléctrica + jockey de 75 kW	1	30.000 €	30.000 €
1.17	Depósito PCI 250 m3	1	10.000 €	10.000 €
1.18	Red de tubería húmeda para BIE conectada con el grupo PCI	1	5.000 €	5.000 €
1.19	Red de tubería húmeda para sistema rociadores conectada con el grupo PCI	1	12.000 €	12.000 €
1.20	Rociador automático montante k=80 y 1/2" de respuesta normal con ampolla fusible de vidrio frágil con disolución alcohólica de color rojo y rotura a 68°C, según UNE-EN 12559-1.	300	20 €	6.000 €
1.21	Rociador automático montante k=115 y 1/2" de respuesta normal con ampolla fusible de vidrio frágil con disolución alcohólica de color rojo y rotura a 68°C, según UNE-EN 12559-1.	120	25 €	3.000 €
1.22	Puesto de control de rociadores, 3" DN80mm, formado por válvula de retención y alarma de hierro fundido, cámara de retardo de fundición.	2	2.800 €	5.600 €
1.23	Detector de flujo con retardo de hasta 90 segundos y dos contactos NA/NC, 3" DN80 según UNE-EN 12259-5.	3	200 €	600 €
1.24	Trabajos civiles	1	10.000 €	10.000 €
1.25	Mano de obra	150	18 €	2.700 €
Total 1 - Instalación Protección Contra Incendios				118.111 €

PRESUPUESTO				
2 - ALUMBRADO				
	PARTIDA	UNIDADES	IMPORTE UNITARIO	IMPORTE TOTAL
2.01	PHILIPS BGP323 T35 1xEKO287-3S/657 DW - Flujo luminoso 30100 lm y Potencia 243.0 W. Clasificación luminarias según CIE: 100	164	1.500 €	246.000 €
2.02	PHILIPS BVP506 GC T15 1xEKO226-3S/757 DC - Flujo luminoso 23800 lm y Potencia 199.0 W. Clasificación luminarias según CIE: 100	74	1.200 €	88.800 €

2.03	Columna alumbrado público de acero galvanizado. 12 metros altura.	164	350 €	57.400 €
2.04	PHILIPS BY120P G3 1xLED105S/840 WB - Flujo luminoso 10500 lm y Potencia 85.0 W. Clasificación luminarias según CIE: 100	23	45 €	1.035 €
2.05	PHILIPS BY481X ACW 1 xLED250S/840 WB - Flujo luminoso 25000 lm y Potencia 162.0 W. Clasificación luminarias según CIE: 100	72	600 €	43.200 €
2.06	PHILIPS RC133V W62L62 1 xLED34S/830 OC - Flujo luminoso (Lámparas): 3400 lm y Potencia 33.0 W. Clasificación luminarias según CIE: 100	8	110 €	880 €
2.07	PHILIPS RC133V W62L62 1 xLED36S/840 OC - Flujo luminoso 3600 lm y Potencia 33.0 W. Clasificación luminarias según CIE: 100	27	110 €	2.970 €
Total 2 - Iluminación				440.285 €

PRESUPUESTO				
3 - INSTALACIÓN ELÉCTRICA MEDIA TENSIÓN				
	PARTIDA	UNIDADES	IMPORTE UNITARIO	IMPORTE TOTAL
3.01	Cable unipolar AL RHZ1-OL 12/20 kV - Conductor cuerda redonda compacta de hilos de aluminio, clase 2, según UNE EN 60228. Aislamiento: polietileno reticulado (XLPE) y capa extrusionada de material conductor separable en frío. Protección longitudinal contra el agua y Pantalla metálica (hilos de cobre en hélice con cinta de cobre a contraespira). Cubierta exterior poliolefina termoplástica, Z1 Vemex. (Color rojo). Sección 1x240/16 mm ² .	1350	10.05 €	13.568 €
3.02	Canalización subterránea tubo Pe corrugado 200 mm	1350	6.35 €	8.573 €
3.03	Cinta señalización línea MT.	1350	0.12 €	162 €
3.04	Obra civil zanja línea alimentación CT desde subestación.	1	20.000 €	20.000 €
3.05	Edificio prefabricado PFU-7/20 monoblock de hormigón armado, de 8.080 mm largo x 2.380 mm de fondo x 3.045 mm alto. Según CEI 622171-202, transporte, montaje y accesorios	1	14.900 €	14.900 €
3.06	Instalación puesta a tierra centro transformación	1	5.200 €	5.200 €
3.07	Transformador trifásico reductor de tensión de potencia 1.600 kVA y refrigeración natural aceite, de tensión primaria 15 kV y tensión secundaria 420 V. Grupo de conexión Dyn11.	1	16.500 €	16.500 €

3.08	Celda ORMAZABAL Entrada / Salida: CGMCOSMOS-L. Módulo metálico de corte y aislamiento en gas. Instalación incluida.	1	3.200 €	3.200 €
3.09	Celda ORMAZABAL Protección: CGMCOSMOS-P. Módulo metálico de corte y aislamiento en gas. Instalación incluida.	1	4.800 €	4.800 €
3.10	Celda ORMAZABAL Medida: CGMCOSMOS-M. Módulo metálico que incluye tres transformadores de tensión y tres transformadores de intensidad, para la medición de la energía eléctrica consumida. Instalación incluida.	1	2.500 €	2.500 €
3.11	Celda ORMAZABAL Seccionamiento Endesa: CGMCOSMOS-S. Módulo metálico de corte y aislamiento en gas. Instalación incluida.	1	6.200 €	6.200 €
Total 3 - Instalación Eléctrica Media Tensión				95.602 €

PRESUPUESTO				
4 - INSTALACIÓN ELÉCTRICA BAJA TENSIÓN				
	PARTIDA	UNIDADES	IMPORTE UNITARIO	IMPORTE TOTAL
4.01	Cuadro eléctrico general baja tensión.	1	1.300.00 €	1.300 €
4.02	Cuadro eléctrico de distribución.	4	950.00 €	3.800 €
4.03	Cuadro eléctrico secundario	7	700.00 €	4.900 €
4.04	Toma corriente 16A 2P+TT	63	22.00 €	1.386 €
4.05	Cable unipolar RZ1-K (AS), de tensión asignada 0,6/1 kV, conductor de cobre de 240 mm² , aislamiento polietileno reticulado y cubierta termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos.	1260	19.20 €	24.192 €
4.06	Cable unipolar RZ1-K (AS), de tensión asignada 0,6/1 kV, conductor de cobre de 120 mm² , aislamiento polietileno reticulado y cubierta termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos.	2699	15.35 €	41.430 €

4.07	Cable unipolar RZ1-K (AS), de tensión asignada 0,6/1 kV, conductor de cobre de 95 mm² , aislamiento polietileno reticulado y cubierta termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos.	120	14.10 €	1.692 €
4.08	Cable unipolar RZ1-K (AS), de tensión asignada 0,6/1 kV, conductor de cobre de 70 mm² , aislamiento polietileno reticulado y cubierta termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos.	569	13.25 €	7.539 €
4.09	Cable unipolar RZ1-K (AS), de tensión asignada 0,6/1 kV, conductor de cobre de 50 mm² , aislamiento polietileno reticulado y cubierta termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos.	330	4.05 €	1.337 €
4.10	Cable unipolar RZ1-K (AS), de tensión asignada 0,6/1 kV, conductor de cobre de 35 mm² , aislamiento polietileno reticulado y cubierta a termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos.	530	3.60 €	1.908 €
4.11	Cable unipolar RZ1-K (AS), de tensión asignada 0,6/1 kV, conductor de cobre de 25 mm² , aislamiento polietileno reticulado y cubierta termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos.	75	2.85 €	214 €
4.12	Cable unipolar RZ1-K (AS), de tensión asignada 0,6/1 kV, conductor de cobre de 16 mm² , aislamiento polietileno reticulado y cubierta termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos.	385	2.10 €	809 €
4.13	Cable unipolar RZ1-K (AS), de tensión asignada 0,6/1 kV, conductor de cobre de 10 mm² , aislamiento polietileno reticulado y cubierta termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos.	205	0.98 €	201 €
4.14	Cable unipolar RZ1-K (AS), de tensión asignada 0,6/1 kV, conductor de cobre de 6 mm² , aislamiento polietileno reticulado y cubierta termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos.	540	0.94 €	508 €
4.15	Cable unipolar RZ1-K (AS), de tensión asignada 0,6/1 kV, conductor de cobre de 4 mm² , aislamiento polietileno reticulado y cubierta termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos.	960	0.90 €	864 €

4.16	Cable unipolar RZ1-K (AS), de tensión asignada 0,6/1 kV, conductor de cobre de 2.5 mm² , aislamiento polietileno reticulado y cubierta a termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos.	2495	0.72 €	1.796 €
4.17	Cable unipolar RZ1-K (AS), de tensión asignada 0,6/1 kV, conductor de cobre de 1.5 mm² , aislamiento polietileno reticulado y cubierta a termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos.	3145	0.54 €	1.698 €
4.18	Bandeja perforada 300 mm PVC para canalización eléctrica	73	26.35 €	1.924 €
4.19	Bandeja perforada 100 mm PVC para canalización eléctrica	128	11.00 €	1.408 €
4.20	Tubo curvable para canalización soterrada	551	19.34 €	10.656 €
4.21	Tubo curvable para canalización fija de 40 mm	1554	7.30 €	11.344 €
4.22	Tubo curvable para canalización fija de 50 mm	42	9.20 €	386 €
4.23	Tubo curvable para canalización fija de 63 mm	70	11.40 €	798 €
4.24	Interruptor automático magnetotérmico Schneider Compact NS2500, 4P, Intensidad 2.500 A, PdC 100 kA	1	22.973 €	22.973 €
4.25	Interruptor automático magnetotérmico Schneider Compact NS2000, 4P, Intensidad 2.000 A, PdC 100 kA	1	16.300 €	16.300 €
4.26	Interruptor automático magnetotérmico Schneider Compact NS1000, 4P, Intensidad 1.000 A, PdC 50 kA	1	8.600 €	8.600 €
4.27	Interruptor automático magnetotérmico Schneider Compact NSX400-S, 4P, Intensidad 400 A, PdC 100 kA	1	5.030 €	5.030 €
4.28	Interruptor automático magnetotérmico Schneider Compact NSX400-F, 4P, Intensidad 400 A, PdC 50 kA	1	4.800 €	4.800 €
4.29	Interruptor automático magnetotérmico Schneider Compact NSX250-S, 4P, Intensidad 250 A, PdC 100 kA	1	3.590 €	3.590 €
4.30	Interruptor automático magnetotérmico Schneider Compact NSX250-F, 4P, Intensidad 250 A, PdC 36 kA	2	3.350 €	6.700 €
4.31	Interruptor automático magnetotérmico Schneider Compact NS160-S, 4P, Intensidad 160 A, PdC 100 kA	1	1.470 €	1.470 €
4.32	Interruptor automático magnetotérmico Schneider Compact NS160-F, 4P, Intensidad 160 A, PdC 36 kA	8	1.350 €	10.800 €
4.33	Interruptor automático magnetotérmico Schneider Compact NSX100-F, 4P, Intensidad 100 A, PdC 36 kA	5	640 €	3.200 €
4.34	Interruptor automático magnetotérmico Schneider Compact ICL60-N, 4P, Intensidad 25 A, PdC 10 kA	3	165 €	495 €
4.35	Interruptor automático magnetotérmico Schneider Compact ICL60-N, 4P, Intensidad 20 A, PdC 10 kA	2	155 €	310 €
4.36	Interruptor automático magnetotérmico Schneider Compact ICL60-N, 4P, Intensidad 16 A, PdC 10 kA	12	150 €	1.800 €

4.37	Interruptor automático magnetotérmico Schneider Compact ICL60-N, 4P, Intensidad 10 A, PdC 10 kA	5	148 €	740 €
4.38	Interruptor automático magnetotérmico Schneider Compact ICL60-N, 4P, Intensidad 6 A, PdC 10 kA	22	145 €	3.190 €
4.39	Interruptor automático magnetotérmico Schneider Compact ICL60-L, 4P, Intensidad 50 A, PdC 15 kA	2	430 €	860 €
4.40	Interruptor automático magnetotérmico Schneider Compact ICL60-L, 4P, Intensidad 10 A, PdC 25 kA	2	152 €	304 €
4.41	Interruptor automático magnetotérmico Schneider Compact ICL60-L, 4P, Intensidad 2 A, PdC 100 kA	2	149 €	298 €
4.42	Interruptor diferencial 4P sensibilidad 300 mA	1	450 €	450 €
Total 4 - Instalación Eléctrica Baja Tensión				213.999 €

PRESUPUESTO	
DISEÑO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA Y DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS PARA UNA PLANTA DE TRATAMIENTO Y ENVASADO DE ARROZ	
PARTIDA	IMPORTE TOTAL
1 - INSTALACIÓN PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS	118.111 €
2 - ALUMBRADO	440.285 €
3 - INSTALACIÓN ELÉCTRICA MEDIA TENSIÓN	95.602 €
4 - INSTALACIÓN ELÉCTRICA BAJA TENSIÓN	213.999 €
TOTAL PRESUPUESTO EJECUCIÓN Y MATERIAL	867.997 €
Gastos Generales 13%	112.840 €
Beneficio Industrial 6%	52.080 €
TOTAL PRESUPUESTO BRUTO	1.032.917 €
IVA 21%	216.913 €
TOTAL PRESUPUESTO BRUTO	1.249.829 €

El proyecto “Diseño de la instalación eléctrica y de protección contra incendios para una planta de tratamiento y envasado de arroz” tiene un presupuesto de **UN MILLÓN DOSCIENTOS CUARENTA Y NUEVE MIL OCHOCIENTOS VEINTINUEVE EUROS**

DOCUMENTO N°4: PLIEGO DE CONDICIONES

Índice Pliego de Condiciones

Índice Pliego de Condiciones.....	223
1. DEFINICIÓN Y ALCANCE DEL PLIEGO	225
1.1. Objeto	225
1.2. Cuerpo normativo.....	225
1.3. Documentos que definen las obras	225
1.4. Compatibilidad y relación entre dichos documentos.....	225
2. CONDICIONES FACULTATIVAS.....	226
2.1. Obligaciones del contratista.....	226
2.2. Facultades de la dirección técnica	228
2.3. Disposiciones varias.....	229
3. CONDICIONES ECONÓMICAS	231
3.1. Mediciones.....	231
3.2. Valoraciones	231
4. CONDICIONES LEGALES	234
4.1. Recepción de obras.....	234
4.2. Cargas al contratista	235
4.3. Disposiciones varias.....	235
5. CONDICIONES TÉCNICAS GENERALES	237
6. CUMPLIMIENTO DE LOS PLAZOS.....	238
7. PLAN DE OBRA Y RELACIÓN DE MAQUINARIA	239
7.1. Materiales en depósito	239
7.2. Maquinaria y medios auxiliares	239
8. CONTROL DE CALIDAD E INSPECCIÓN Y CONTROL	240
9. CONTROL DE CALIDAD E INSPECCIÓN Y CONTROL	241

1. DEFINICIÓN Y ALCANCE DEL PLIEGO

1.1. Objeto

El presente pliego regirá en unión de la 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 para el PROYECTO BÁSICO DEL DISEÑO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA Y DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO Y ENVASADO DE ARROZ.

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 la intención expuesta en los Planos y Pliegos de Condiciones y que deben ser realizados, no sólo no eximen al contratista de la obligación de ejecutar esos detalles de obra omitidos o erróneamente descritos, sino que 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 la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

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 en los andamios, 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, la propiedad y la Dirección Facultativa podrán exigir estos documentos.

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 modificaciones 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 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 órdenes 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.

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

Se supone 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 o 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 presenciará 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, sometiéndoles 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 extinguidas 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 efectuados por cuenta de la contrata las pruebas y análisis que permitan apreciar las condiciones de los materiales a emplear.

4.2. Cargas 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 aquellos derechos 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. Calidad 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 materiales

Todos los materiales a que este capítulo se refiere podrán ser sometidos a los análisis o pruebas, por cuenta de la contrata, 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. CONTROL DE CALIDAD E INSPECCIÓN Y CONTROL

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 Estudio de Seguridad y Salud

Índice Estudio de Seguridad y Salud	245
MEMORIA DESCRIPTIVA	247
1. Antecedentes y objeto	247
2. Identificación de la Obra	248
2.1. Tipo de obra.....	248
2.2. Situación	248
2.3. Autor del Plan de Seguridad y Salud.....	248
2.4. Presupuesto total de ejecución de la obra	248
3. Normas de seguridad aplicables a la obra	248
4. Características y fases de la obra	249
4.1. Características generales de la obra	249
4.2. Fases de ejecución de la obra.....	249
4.3. Oficios, maquinaria y medios auxiliares previstos para la ejecución de la obra....	249
5. Análisis general de riesgos y prevención	250
6. Señalización de los riesgos	261
6.1. Señalización de los riesgos del trabajador.....	261
6.2. Señalización vial.....	261
7. Prevención asistencial en caso de accidente laboral	262
7.1. Primeros Auxilios.....	262
7.2. Medicina Preventiva.....	262
7.3. Evacuación de accidentados	262
8. Obligaciones del promotor.....	262
9. Coordinador en materia de Seguridad y Salud.....	263
10. Obligaciones de contratistas y subcontratistas.....	263
11. Obligaciones de los trabajadores autónomos	264
12. Libro de incidencias	264
PLIEGO DE CONDICIONES	265
1. Condiciones generales.....	265
1.1. De la planificación y organización de la seguridad y salud	265

1.2.	De la formación e información.....	266
1.3.	Asistencia médico-sanitaria	267
2.	Condiciones Particulares	268
2.1	Locales y servicios de salud y bienestar.....	268
2.2	Organización de la obra.....	269
2.3	Durante la ejecución de la obra	269
2.4	Instalaciones para suministros provisionales.....	270
2.5	Equipos de trabajo.....	272
2.6	De los equipos de protección	272
2.7	Señalizaciones.....	273
3.	Condiciones de índole económica.....	274
	FICHAS.....	275

MEMORIA DESCRIPTIVA

1. Antecedentes y objeto

El objetivo del presente Plan de Seguridad es la prevención de todos los riesgos que 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 sólo 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.

Como resumen sintetizado de los objetivos que éste Estudio de Ejecución 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.
 - Tener en cuenta la evolución de la técnica.
 - 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.

2. Identificación de la Obra

2.1. Tipo de obra

La obra objeto del presente Plan de Seguridad y Salud, consiste en la ejecución del diseño de la instalación eléctrica y de protección contra incendio de una planta de tratamiento y envasado de arroz en el polígono industrial “Cabeza Hermosa” situado en el municipio de Alcalá de Guadaira, en la provincia de Sevilla.

Para ello, se ejecutarán todas las partidas necesarias, equipos e instalaciones imprescindibles para su construcción.

2.2. Situación

- Ubicación: Polígono industrial “Cabeza Hermosa”
- Ciudad: Alcalá de Guadaira
- Provincia: Sevilla

2.3. Autor del Plan de Seguridad y Salud

- Técnico: Alejandro Raya Redondo
- Titulación: Ingeniero Técnico Industrial.

2.4. Presupuesto total de ejecución de la obra

El presupuesto total de ejecución de la instalación asciende a 1.249.829 €.

3. Normas de seguridad aplicables a la obra

- Ley 31/ 1.995 de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 39/1.997. Reglamento de los Servicios de Prevención.
- 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 1627/1.997 por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Estatuto de los Trabajadores.

Adicionalmente, serán de aplicación las Condiciones Técnicas y Prescripciones Reglamentarias de aplicación a cada uno de los trabajos.

4. Características y fases de la obra

4.1. Características generales de la obra

La obra, objeto del presente Plan de Seguridad y Salud, consiste en la realización de las obras necesarias para la ejecución de mejoras que consisten en la ampliación de las instalaciones de producción actuales y adaptando las instalaciones auxiliares existentes.

4.2. Fases de ejecución de la obra

Atendiendo a las características de la obra, se han previsto las siguientes fases de ejecución:

- Instalación eléctrica en Media Tensión.
- Instalación eléctrica en Baja Tensión.
- Instalación Protección Contra Incendios.

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:

- Técnicos electricistas de Baja Tensión.
- Técnicos electricistas de Media Tensión.
- Técnicos especialistas en PCI.
- Fontaneros especialistas en instalaciones PCI.

Como maquinaria necesaria para la ejecución de la obra se ha previsto el empleo de:

- Máquinas de oxicorte.
- Volquete autopropulsado.
- Motoniveladora.
- Camión de transporte de materiales.
- Camión grúa.
- Máquinas herramienta de mano en general.
- Rozadora radial eléctrica.
- Soldadora por arco eléctrico.

5. Análisis general de riesgos y prevención

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.
- Se mantendrán limpias las áreas de trabajo sin acumulación de escombros.
- Se señalizará el tránsito de vehículos y operarios.
- Se colocarán barandillas en los bordes de los desniveles (0.90 m.).
- Las cargas deberán ir paletizadas.

Los oficios que intervienen en la obra:

- 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...
- 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 desechar 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 a continuación un análisis y evaluación inicial de riesgos para las principales actividades de esta obra:

ANÁLISIS Y EVALUACIÓN INICIAL DE RIESGOS															
Actividad: Acometidas para servicios provisionales de obra									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 maquinas.															
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: Máquinas herramienta eléctricas en general.							Lugar de evaluación: Sobre planos						
Nombre del peligro identificado	Probabilidad			Protec-		Consecuencia			Estimación del riesgo				
	B	M	A	c	i	Ld	D	Ed	T	To	M	I	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 construidos 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 PREVENCION.

- 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: Montaje de tuberías.									Lugar de evaluación: Sobre planos				
Nombre del peligro identificado	Probabilidad			Protec-		Consecuencias			Estimación del riesgo				
	B	M	A	c	i	Ld	D	Ed	T	To	M	I	In
Caidas 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			
Los inherentes al uso de la soldadura autógena.	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.	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		
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 materia 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.													

ANÁLISIS Y EVALUACIÓN INICIAL DE RIESGOS															
Actividad: Montaje de tuberías.						Lugar de evaluación: Sobre planos									
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 para 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: Trabajos eléctricos						Lugar de evaluación: Sobre planos									
Nombre del peligro identificado					Probabilidad	Protec-	Consecuencias		Estimación del riesgo						
					B	M	A	c i	Ld D Ed	T To M I In					

ANÁLISIS Y EVALUACIÓN INICIAL DE RIESGOS									
Actividad: Montaje de tuberías.							Lugar de evaluación: Sobre planos		
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 eléctricos 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 termorretáctiles.									
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 aparto, 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.									

ANÁLISIS Y EVALUACIÓN INICIAL DE RIESGOS

Actividad: Montaje de tuberías. Lugar de evaluación: Sobre planos

- 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 tierras 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 par a tiempo lluvioso.
- 8.- Cinturón de seguridad clase 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: Soldadura por arco eléctrico, (soldadura eléctrica).							Lugar de evaluación: Sobre planos						
Nombre del peligro identificado	Probabilidad			Protec-		Consecuencia			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 aéreos; estructuras de obra civil; uso de guindolas artesanales; caminar sobre perfilería).	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 PREVENCION.													
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: Andamios en general. Lugar de evaluación: Sobre planos

Nombre del peligro identificado	Probabilidad			Protec-		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, cimbrio 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		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			

MEDIDAS PREVENTIVAS

1.- Los andamios deberán permanecer arriostados 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 cm. 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 cm.

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.					
EQUIPOS DE PREVENCION.					
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		

6. Señalización de los riesgos

6.1. Señalización de los riesgos del trabajador

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.

- Riesgo en el trabajo. BANDA DE ADVERTENCIA DE PELIGRO.
- Riesgo en el trabajo. 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 OIDOS. 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.

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.

- 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.

7. Prevención asistencial en caso de accidente laboral

7.1. 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 conteniendo guantes esterilizados.
- Una caja de apósitos autoadhesivos.
- Un tubo de pomada para quemaduras

7.2. Medicina Preventiva

Con el fin de lograr evitar en lo posible las enfermedades profesionales en esta obra, así como los accidentes derivados de trastornos físicos, psíquicos, alcoholismo y resto de las toxicomanías peligrosas, en cumplimiento de la legislación laboral vigente, se realizarán los reconocimientos médicos previos a la contratación de los trabajadores de la obra, y los preceptivos de ser realizados al año de su contratación.

7.3. Evacuación de accidentados

La evacuación de accidentados se realizará siempre por personal sanitario especializado, bajo ningún concepto el accidentado será movilizado por personal inexperto con el fin de evitar posibles lesiones o agravar las ya producidas. En la zona de vestuarios existirá cartel donde quede recogido el Centro de Salud más próximo, así como el teléfono y dirección del mismo.

8. 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.

9. 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. La Dirección Facultativa asumirá estas funciones cuando no fuera necesario la designación del Coordinador.

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.

10. 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.
- La manipulación de distintos materiales y la utilización de medios auxiliares.
- El control previo a la puesta en servicio y control periódico de las instalaciones y dispositivos necesarios para la ejecución de las obras.
- El almacenamiento y evacuación de residuos.
- Hacer cumplir a su personal el Plan de Seguridad y Salud.
- Cumplir la normativa de prevención de riesgos laborales del Artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, así como cumplir las disposiciones mínimas del 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.

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.

11. Obligaciones de los trabajadores autónomos

Los trabajadores autónomos están obligados a:

- Aplicar los principios de la acción preventiva que se recoge en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y en el Anexo IV del Real Decreto 1627/1.997.
- 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.
- Cumplir con las obligaciones establecidas para los trabajadores en el Artículo 29, apartados 1 y 2 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Utilizar equipos de trabajo que se ajusten a lo dispuesto en el Real Decreto 1215/ 1.997.
- Elegir y utilizar equipos de protección individual en los términos previstos en el Real Decreto 773/1.997.
- 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.

12. Libro de incidencias

Existirá 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 intervenientes, 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.

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 tajos 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.

PLIEGO DE CONDICIONES

1. Condiciones generales

1.1. De la planificación y organización de la seguridad y salud

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.
- Adoptar medidas que antepongan la protección colectiva a la individual.

Planificación y organización

La planificación y organización de la acción preventiva deberá formar parte de la organización del trabajo, siendo responsabilidad del empresario.

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.

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 desarrollem 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.

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. 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.

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 previsibles 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 apreciasen 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.

Asimismo, el empresario deberá llevar el control y seguimiento continuo de la siniestralidad que pueda producirse en la obra.

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.

Instrucciones generales y específicas

Antes de que el trabajador comience a desempeñar cualquier actividad en la obra o se cambie de puesto, 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 sobre socorrimiento, 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.

1.3. Asistencia médico-sanitaria

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.

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 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 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

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

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. El encargado del botiquín será designado por el empresario y será el encargado del mantenimiento y reposición del contenido del botiquín, que tendrá una revisión semanal.

Normas sobre primeros auxilios y socorrismo

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.

Todos los trabajadores deberán ser adiestrados en técnicas elementales de reanimación para que, puedan actuar eficazmente. Las normas e instrucciones sobre primeros auxilios deberán exponerse en lugares accesibles y bien visibles de la obra.

2. Condiciones Particulares

2.1 Locales y servicios de salud y bienestar

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 plantea 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.

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.

Los suelos, paredes y techos de los retretes, lavabos, cuartos de vestuarios y salas de aseo serán continuos, lisos e impermeables y estarán constituidos por materiales que permitan la aplicación de líquidos desinfectantes o antisépticos. Los locales de higiene y bienestar deberán mantenerse siempre en buen estado de aseo y salubridad.

2.2 Organización de la obra

Programación de los trabajos

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 con:

- 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.
- 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

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.

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. Se deberá proceder a efectuar las inspecciones y reconocimientos necesarios para constatar 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 siguientes inspecciones:

- 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.
- Accesos a la obra de personas, vehículos, maquinarias, etc.
- Espacios y zonas disponibles para descargar, acopios, instalaciones y maquinarias.

2.3 Durante la ejecución de la obra

Será requisito imprescindible que hayan sido previamente dispuestas y verificadas las protecciones colectivas e individuales y las medidas de seguridad pertinentes recogidas en el Plan de Seguridad y Salud aprobado.

Una vez finalizados los trabajos, se retirarán del lugar o área de trabajo los equipos, medios auxiliares, herramientas y material sobrante.

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. 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.

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 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.

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.

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

2.4 Instalaciones para suministros provisionales

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.

Instalaciones eléctricas

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.

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.

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.

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 (30 mA) y otro para 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.

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.

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 señalizarán 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.

2.5 Equipos de trabajo

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.

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.

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.

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.

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 y 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.

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.

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.

2.6 De los equipos de protección

Protecciones colectivas

Se dará prioridad a los colectivos sobre los personales o individuales. 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)

Sólo podrán disponerse en obra y ponerse en servicio los equipos de protección individual 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.

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.

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. Los EPI a utilizar, en cada caso, no ocasionarán riesgos ni otros factores de molestia en condiciones normales de uso.

Los EPI ofrecerán los mínimos obstáculos posibles a la realización de gestos, a la adopción de posturas y a la percepción de los sentidos. 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.

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.

2.7 Señalizaciones

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.

En el sistema de señalización se adoptarán las exigencias reglamentarias para el caso, según la legislación vigente. Aquellas señales que no cumplan con las disposiciones vigentes sobre señalización de los lugares de trabajo no podrán ser utilizadas en la obra.

Las vías de circulación por donde transcurran máquinas y vehículos deberán estar señalizadas de acuerdo con lo establecido por la vigente normativa sobre circulación en carretera.

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.

3. Condiciones de índole económica

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.

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.

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.

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 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.

Modificaciones

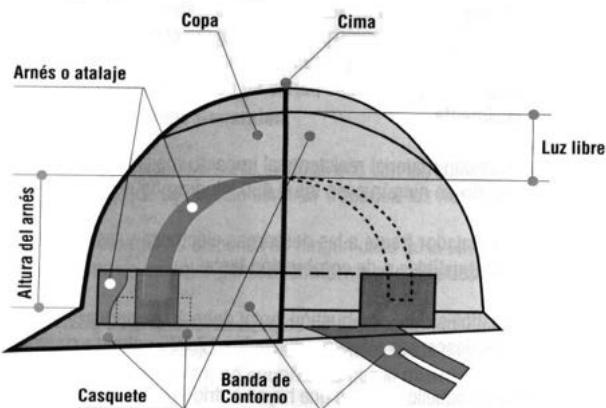
Cuando durante el curso de las obras se modifique el proyecto de ejecución aprobado y, como consecuencia de ello fuese necesario alterar el Plan aprobado, el importe económico del nuevo Plan, que podrá variar o ser coincidente con el inicial, se dividirá entre la suma del presupuesto de ejecución material 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.

FICHAS

EPIs EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL

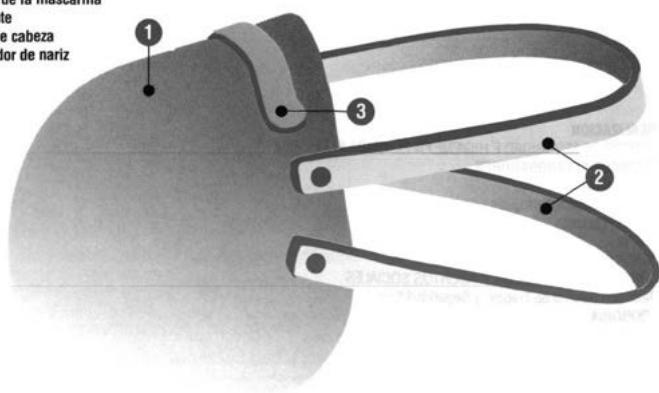
Ejemplos de cascos

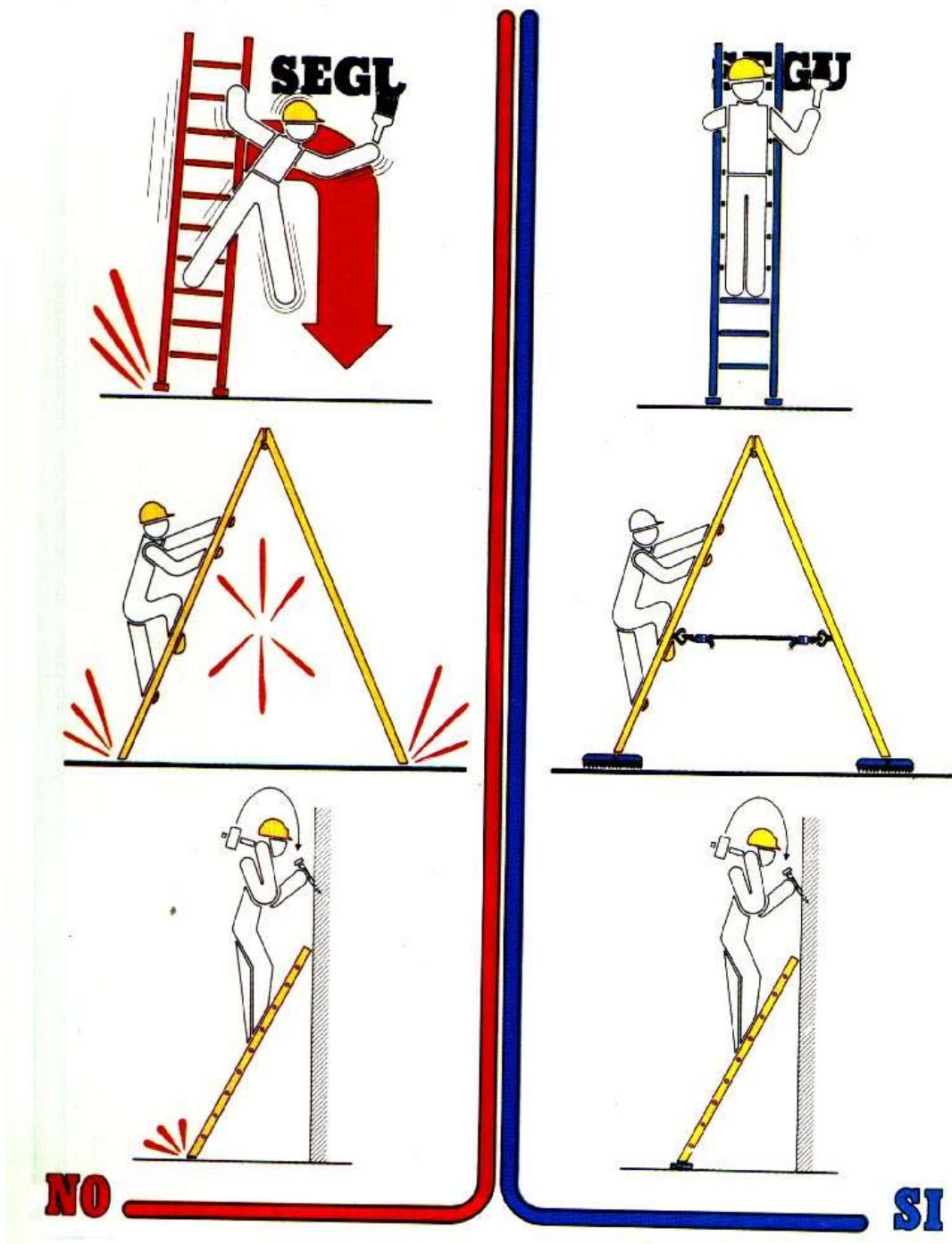


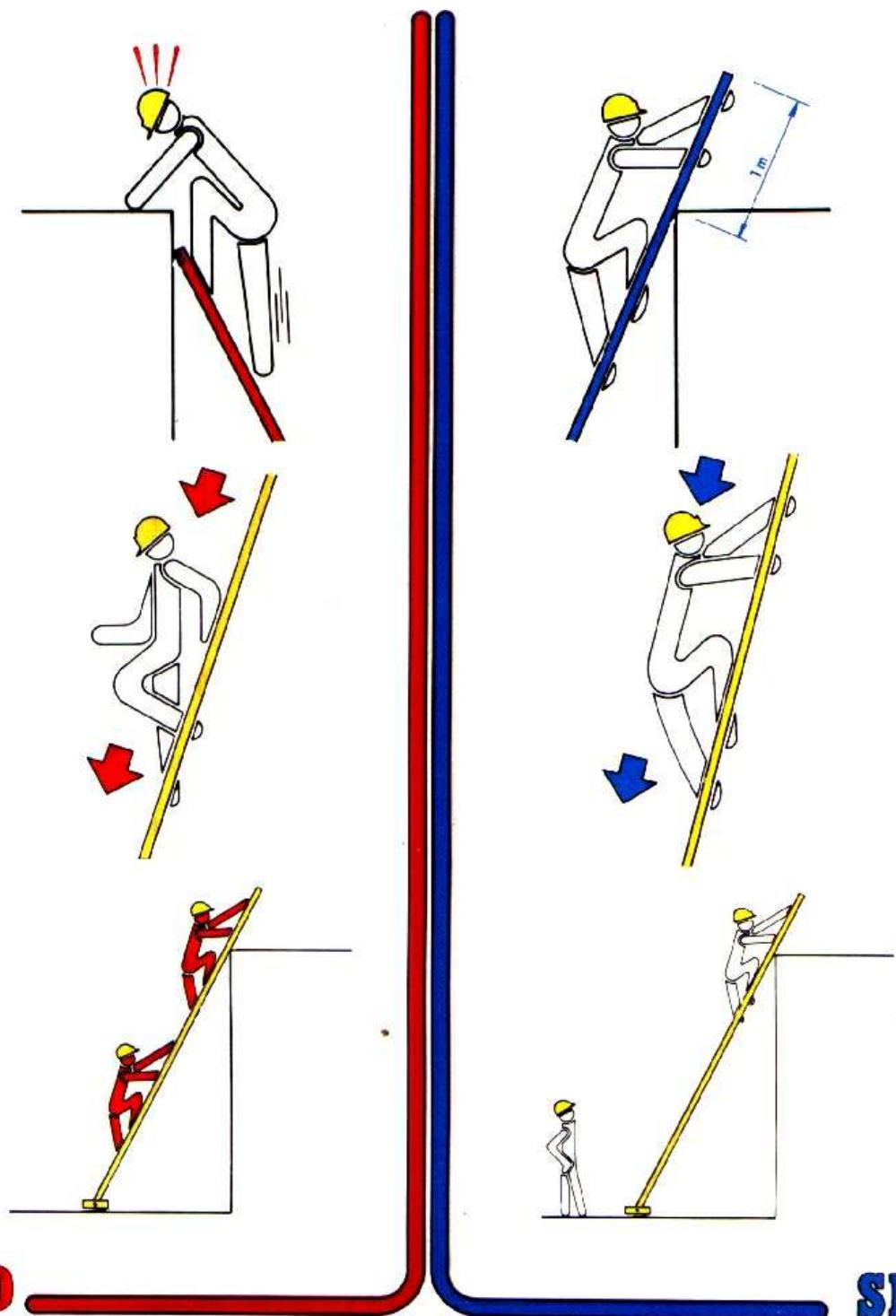


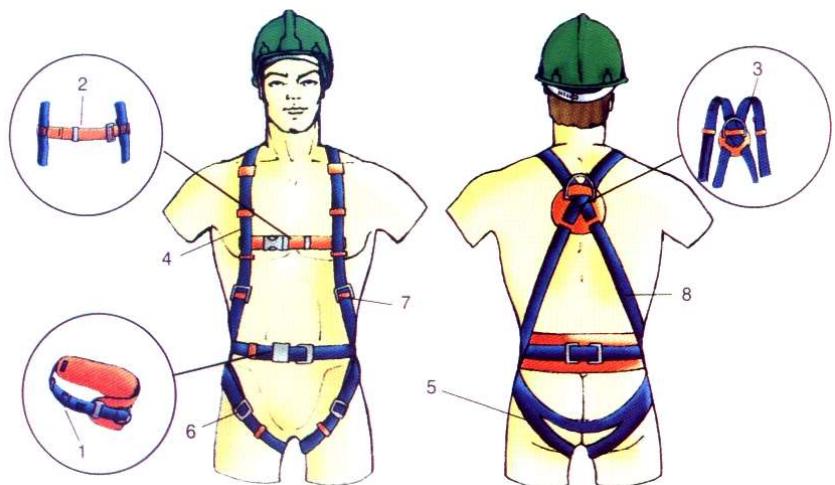
Mascarilla autofiltrante

1. Cuerpo de la mascarilla
autofiltrante
2. Arnés de cabeza
3. Adaptador de nariz



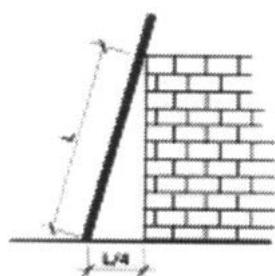
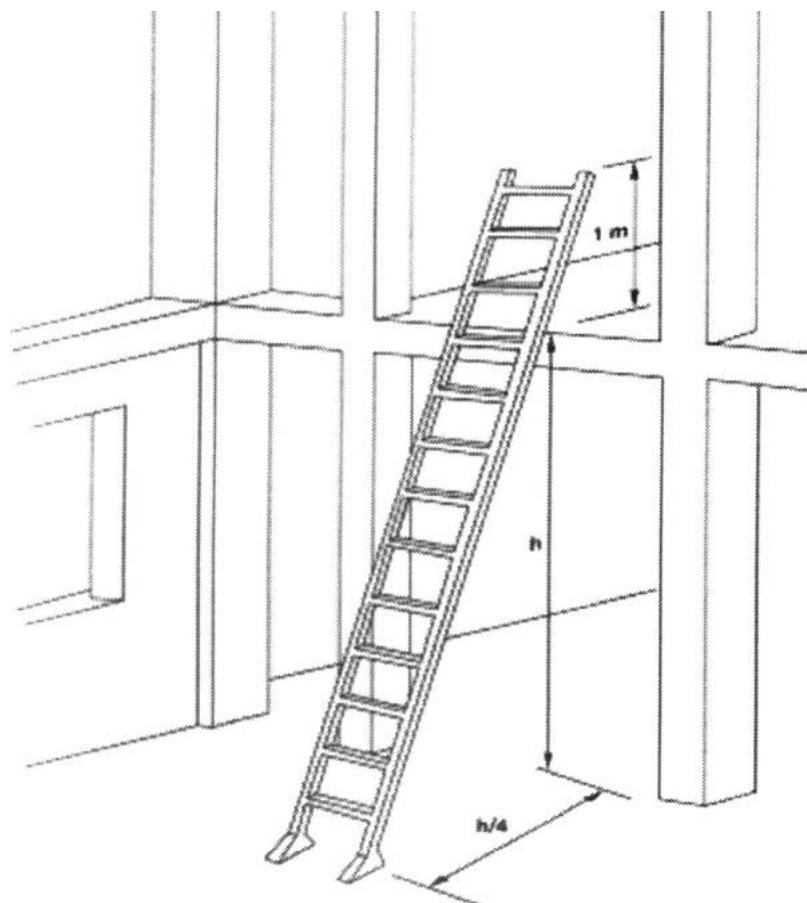




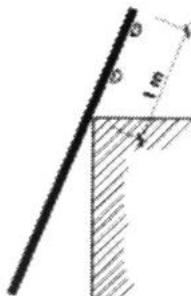


ELEMENTOS DEL ARNÉS ANTICAÍDA

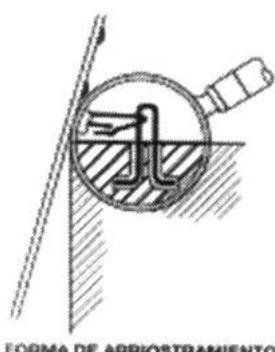
- | | |
|--|--|
| 1. Hebillas
2. Banda secundaria de unión
delantera entre tirantes
3. Elemento de enganche
4. Tirante | 5. Banda subglútea
6. Banda de muslo
7. Elemento de ajuste
8. Marcado |
|--|--|



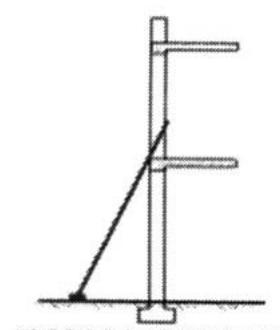
INCLINACIÓN RECOMENDADA



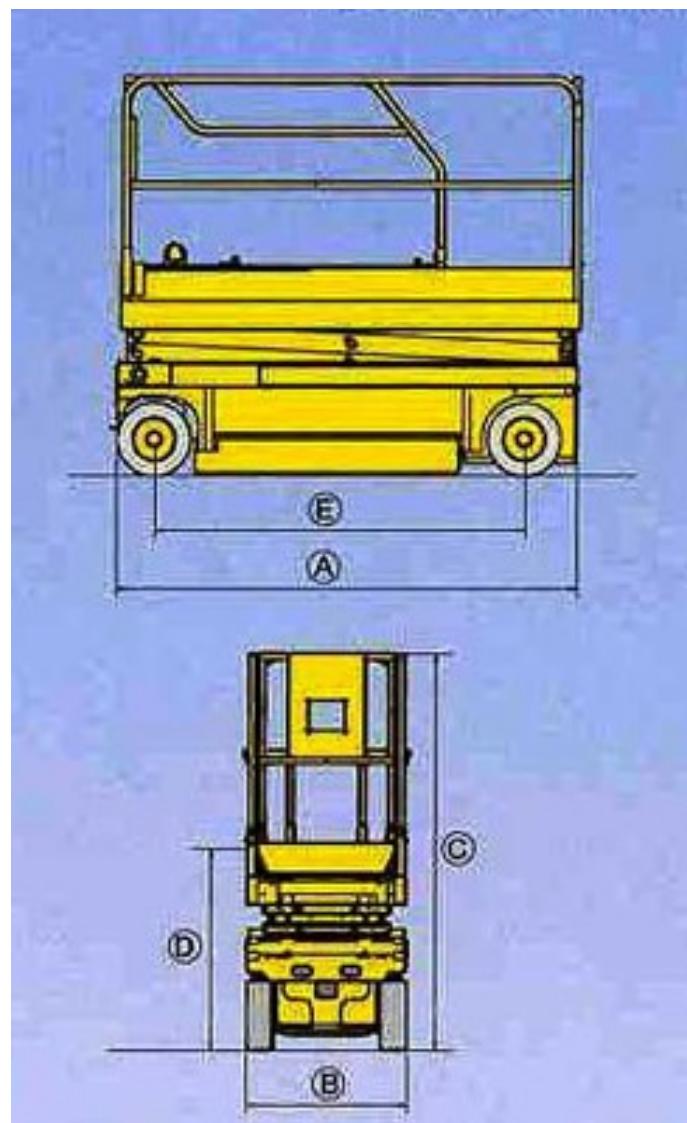
SOBREPASAR 1m. LA COTA MÁXIMA



FORMA DE ARRIOSTRAMIENTO



USAR ZAPATAS ANTIDESLIZANTES



SEÑALES DE PELIGRO Y PROHIBICIÓN



Riesgo eléctrico



Peligro en general



Materiales inflamables



Vehículos de manubrición



Riesgo de tropezar



Caída a distintos niveles



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



Protección obligatoria de la vista



Protección obligatoria de la cabeza



Protección obligatoria del oído



Protección obligatoria para las vías respiratorias



Protección obligatoria de los pies



Protección obligatoria de las manos



Protección obligatoria del cuerpo



Protección obligatoria de la cara



Protección individual obligatoria contra caídas



Vía obligatoria para peatones



Obligación general (acompañada, si procede, de una señal adicional)

SEÑALES DE OBLIGACIÓN



Manguera para incendios



Escalera de mano



Extintor



Teléfono para la lucha contra incendios



Dirección que debe seguirse
(señal indicativa adicional a las anteriores)