

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ELCHE

GRADO DE INGENIERÍA MECÁNICA



PROYECTO DE UN EDIFICIO INDUSTRIAL
DESTINADO AL ALMACENAMIENTO

Enero - 2023

Autor: Daniel Medina Correas

Tutor: Juan Manuel Sánchez Eugenio



ÍNDICE GENERAL

DOCUMENTO 1.- MEMORIA DESCRIPTIVA Y ANEJOS

DOCUMENTO 2.- PLANOS

DOCUMENTO 3.- PLIEGO DE CONDICIONES

DOCUMENTO 4.- PRESUPUESTO

DOCUMENTO 5.- ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD



DOCUMENTO 1. – MEMORIA DESCRIPTIVA Y ANEJOS

1.-	MEMORIA DESCRIPTIVA.....	31
1.1.-	INTRODUCCIÓN.....	31
1.2.-	OBJETO DEL PROYECTO	31
1.3.-	SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO DE LA OBRA	32
1.4.-	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD.....	34
1.5.-	PLAN DE EJECUCIÓN	38
1.6.-	MEMORIA CÁLCULOS ESTRUCTURA METÁLICA.....	38
1.6.1.-	NORMATIVA APLICADA	39
1.6.2.-	ACCIONES	40
1.6.2.1.-	ACCIONES PERMANENTES	42
1.6.2.2.-	ACCIONES VARIABLES	43
1.6.2.2.1.-	SOBRECARGA DE USO.....	43
1.6.2.2.2.-	NIEVE.....	44
1.6.2.2.3.-	VIENTO	46
1.6.2.2.4.-	ACCIONES TÉRMICAS.....	49
1.6.3.-	MATERIALES	50
1.6.3.1.-	HORMIGÓN CIMENTACIÓN.....	50
1.6.3.2.-	ACERO.....	52
1.6.4.-	GENERADOR DE PÓRTICOS.....	52
1.6.5.-	CYPE 3D.....	58
1.6.5.1.-	PILARES HASTIALES	59
1.6.5.2.-	VIGA PERIMETRAL	60
1.6.5.3.-	NUDOS.....	62
1.6.5.3.1.-	VINCULACIÓN EXTERIOR.....	62



1.6.5.3.2.-	VINCULACIÓN INTERIOR	63
1.6.5.4.-	PREDIMENSIONAMIENTO	65
1.6.5.4.1.-	PÓRTICOS DE FACHADA	65
1.6.5.4.2.-	PÓRTICO INTERIOR	66
1.6.5.4.3.-	ESTRUCTURA SECUNDARIA	66
1.6.5.5.-	COEFICIENTES DE PANDEO	66
1.6.5.5.1.-	PANDEO PÓRTICO FACHADA	67
1.6.5.5.2.-	PÓRTICOS INTERIORES	68
1.6.5.5.3.-	ESTRUCTURA SECUNDARIA	69
1.6.5.6.-	ESTRUCTURA METÁLICA FINAL.....	69
1.6.5.7.-	UNIONES	70
1.6.5.8.-	CIMENTACIÓN.....	71
1.7.-	INSTALACIÓN DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS.....	72
1.7.1.-	INTRODUCCIÓN	72
1.7.2.-	NORMATIVA APLICABLE.....	73
1.7.3.-	NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO	74
1.7.3.1.-	CONFIGURACIÓN DE LA EDIFICACIÓN INDUSTRIAL	75
1.7.3.1.1.-	SECTORIZACIÓN	77
1.7.3.1.2.-	CÁLCULO DE NIVEL INTRÍNSECO.....	77
1.7.4.-	REQUISITOS CONSTRUCTIVOS	84
1.7.4.1.-	UBICACIONES PERMITIDAS	84
1.7.4.2.-	SECTORIZACIÓN DEL ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL	84
1.7.4.3.-	FACHADA ACCESIBLE.....	85
1.7.5.-	REQUISITOS DE MATERIALES A EMPLEAR.....	87
1.7.6.-	ESTABILIDAD FRENTE AL FUEGO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES	90



1.7.7.-	ESTABILIDAD FRENTE AL FUEGO DE CERRAMIENTOS.....	94
1.7.8.-	EVACUACIÓN DE LA EDIFICACIÓN INDUSTRIAL.....	96
1.7.9.-	VENTILACIÓN Y ELIMINACIÓN DE HUMOS Y GASES DE LA COMBUSTIÓN EN LA EDIFICACIÓN INDUSTRIAL	104
1.7.9.1.-	CÁLCULO DE INSTALACIÓN DE EVACUACIÓN DE HUMOS, MEDIANTE EXTRACCIÓN NATURAL	106
1.7.9.1.1.-	DEFINICIONES	107
1.7.9.2.-	MODELO DE INCENDIO	109
1.7.9.2.1.-	CAUDAL DE AIRE QUE ENTRA DENTRO DEL PENACHO ASCENDENTE DE HUMOS POR ENCIMA DE UN INCENDIO	110
1.7.9.2.2.-	TEMPERATURA DE LA CAPA DE HUMOS.....	110
1.7.9.2.3.-	SUPERFICIE AERODINÁMICA TOTAL DE AIREADORES NATURALES	113
1.7.9.2.4.-	NÚMERO DE EXUTORIOS DE SALIDA A INSTALAR	115
1.7.9.2.5.-	ADMISIÓN DE AIRE DE ENTRADA.....	117
1.7.10.-	ALMACENAMIENTO.....	118
1.7.11.-	RIESGO DE FUEGO FORESTAL	119
1.7.12.-	REQUISITOS DE LA INSTALACIÓN DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS	120
1.7.12.1.-	SISTEMA AUTOMÁTICO DE DETECCIÓN DE INCENDIOS	120
1.7.12.1.1.-	TIPO DE DETECTORES	124
1.7.12.1.2.-	SEÑALES ACÚSTICAS.....	129
1.7.12.1.3.-	CENTRAL DE DETECCIÓN	130
1.7.12.2.-	SISTEMA MANUAL DE DETECCIÓN DE INCENDIOS	133
1.7.12.3.-	SISTEMA DE COMUNICACIÓN DE ALARMA	134
1.7.12.4.-	SISTEMA DE HIDRANTE EXTERIORES	135
1.7.12.5.-	EXTINTORES DE INCENDIOS	137
1.7.12.6.-	SISTEMAS DE BOCAS DE INCENDIO EQUIPADAS	139



1.7.12.7.-	SISTEMA DE ROCIADORES AUTOMÁTICOS DE AGUA	141
1.7.13.-	SISTEMA DE AGUA PULVERIZADA	151
1.7.14.-	SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA CONTRA INCENDIOS 152	
1.7.15.-	SISTEMA DE COLUMNA SECA	154
1.7.16.-	SISTEMA DE ESPUMA FÍSICA	154
1.7.17.-	SISTEMA DE EXTINCIÓN DE POLVO	154
1.7.18.-	SISTEMA DE EXTINCIÓN POR AGENTES EXTINTORES GASEOSOS.....	154
1.7.19.-	SISTEMA DE ALUMBRADO DE EMERGENCIA.....	155
1.7.20.-	SEÑALIZACIÓN.....	157
1.7.21.-	CUADRO RESUMEN DE INSTALACIONES.....	160
1.8.-	INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN	161
1.8.1.-	NORMATIVA Y REGLAMENTACIÓN APLICABLE	162
1.8.2.-	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.....	163
1.8.3.-	DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN.....	163
1.8.4.-	PREVISIÓN DE CARGA	164
1.8.5.-	ACOMETIDA.....	169
1.8.6.-	INSTALACIÓN DE ENLACE	170
1.8.6.1.-	CAJA GENERAL DE PROTECCIÓN Y MEDIDA (CPM).....	172
1.8.6.1.1.-	MAXÍMETRO	173
1.8.6.2.-	DERIVACIÓN INDIVIDUAL.....	173
1.8.7.-	CONDUCTORES	174
1.8.7.1.-	LÍNEA PRINCIPAL DE TIERRA.....	175
1.8.8.-	INSTALACIÓN INTERIOR	177
1.8.8.1.-	CUADRO GENERAL DE MANDO Y PROTECCIÓN	182
1.8.8.2.-	CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN	187



1.8.8.2.1.-	CONEXIONES.....	187
1.8.8.2.2.-	CANALIZACIONES ELÉCTRICAS	188
1.8.8.2.2.1.-	CONDUCTORES AISLADOS BAJO TUBOS PROTECTORES	189
1.8.8.2.3.-	CAJAS DE EMPALME.....	190
1.8.8.2.4.-	MECANISMOS Y TOMAS DE CORRIENTE.....	190
1.8.8.2.5.-	LUMINARIAS.....	191
1.8.8.2.6.-	BORNES DE PUESTA A TIERRA	192
1.8.9.-	PROTECCIONES.....	192
1.8.9.1.-	PROTECCIONES CONTRA SOBREINTENSIDADES.....	192
1.8.9.2.-	PROTECCIONES CONTRA SOBRETENSIONES	193
1.8.9.3.-	PROTECCIONES CONTRA CONTACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS	194
1.8.9.3.1.-	CONTACTOS DIRECTOS.....	194
1.8.9.3.2.-	CONTACTOS INDIRECTOS	194
1.8.9.4.-	CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO.....	195
1.8.10.-	PUNTOS DE CARGA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS	195
1.9.-	INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA	201
1.9.1.-	FUNCIONAMIENTO DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA.....	201
1.9.2.-	SISTEMA DE LA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA	203
1.9.3.-	NORMATIVA APLICADA	204
1.9.4.-	POTENCIA DE CONSUMO PREVISTA	205
1.9.5.-	CONTADOR.....	208
1.9.6.-	INVERSOR	208
1.9.7.-	INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE LA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA.....	209
1.9.7.1.-	CABLEADO ELÉCTRICO	209



1.9.7.1.1.-	CÁLCULO DE CONDUCTORES CORRIENTE CONTINUA 210
1.9.7.1.2.-	CÁLCULO DE CONDUCTORES DE CORRIENTE ALTERNA 214
1.9.7.2.-	PROTECCIONES DEL CABLEADO EN CORRIENTE CONTINUA 216
1.9.7.3.-	PROTECCIONES DEL CABLEADO EN CORRIENTE ALTERNA 217
1.9.8.-	CÁLCULO POTENCIA GENERADA MEDIANTE LA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA..... 217
1.9.8.1.-	PÉRDIDA DE LA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA.... 218
1.9.8.1.1.-	PÉRDIDAS EN EL INVERSOR..... 218
1.9.8.1.2.-	PÉRDIDAS POR TEMPERATURA DE LA CÉLCULA..... 218
1.9.8.1.3.-	PÉRDIDAS POR SUCIEDAD 219
1.9.8.1.4.-	PÉRDIDAS POR REFLECTANCIA ANGULAR..... 220
1.9.8.1.5.-	PÉRDIDAS ELÉCTRICAS 220
1.9.8.1.6.-	PÉRDIDAS POR SOMBRAS 220
1.9.8.1.7.-	PÉRDIDAS POR ORIENTACIÓN E INCLINACIÓN 221
1.9.8.1.8.-	PÉRDIDAS TOTALES DE LA INSTALACIÓN 222
1.9.9.-	ENERGÍA GENERADA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA 222
1.9.10.-	DISEÑO DE STRING DE LA INSTALACIÓN. 224
1.10.-	BIBLIOGRAFÍA..... 227
1.11.-	CONCLUSIÓN..... 228



ANEJOS

ANEJO 1. – CÁLCULOS ESTRUCTURALES. COMPROBACIONES CYPE.

1.-	COMPROBACIONES E.L.U. BARRAS.....	232
2.-	COMPROBACIONES E.L.U. UNIONES	325
3.-	COMPROBACIONES CIMENTACIÓN	399

ANEJO 2. – CÁLCULO HIDRÁULICA RED DE ROCIADORES CONTRA INCENDIOS

1.-	CÁLCULOS HIDRÁULICOS RED DE ROCIADORES CONTRA INCENDIOS 410	
1.1.-	CONDICIONES DE DISEÑO DE RED DE ROCIADORES.....	410
1.2.-	MÉTODO DE CÁLCULO DE RED DE TUBERÍAS	415

ANEJO 3. – CÁLCULO HIDRÁULICA RED DE BOCAS DE INCENDIO EQUIPADAS

1.-	CÁLCULOS HIDRÁULICOS DE BOCAS DE INCENDIO EQUIPADAS.....	425
-----	--	-----

ANEJO 4. – CÁLCULO HIDRÁULICA RED DE HIDRANTES EXTERIORES

1.-	CÁLCULOS HIDRÁULICOS DE HIDRANTES EXTERIORES	430
-----	--	-----

ANEJO 5. – CÁLCULO ELÉCTRICOS

1.-	CÁLCULOS ELÉCTRICOS	436
1.1.-	CÁLCULO DE POTENCIA.....	437
1.2.-	FÓRMULAS UTILIZADAS	438
1.3.-	CAÍDAS DE TENSIÓN.....	443
1.4.-	CÁLCULO DE LOS DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN.....	444
1.5.-	PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES	446
1.6.-	CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN.....	447
1.6.1.-	ORIGEN DE LA INSTALACIÓN. ACOMETIDA.....	447



1.6.2.- DERIVACIÓN INDIVIDUAL.....	447
1.6.3.- CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN	448
1.7.- CÁLCULOS	458
1.7.1.- SECCIÓN DE LAS LÍNEAS	458
1.7.2.- CÁLCULO DE LOS DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN.....	468
1.8.- CÁLCULOS DE PUESTA A TIERRA	479
1.8.1.- RESISTENCIA DE LA PUESTA A TIERRA DE LAS MASAS	479
1.8.2.- RESISTENCIA DE LA PUESTA A TIERRA DEL NEUTRO.....	479
1.8.3.- PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS	479

ANEJO 6. – CÁLCULO LUMÍNICOS

1.- CÁLCULOS LUMÍNICOS.....	486
1.1.- JUSTIFICACIÓN DE RESULTADOS	490
1.2.- CÁLCULO VEEI.....	490

ANEJO 7. – CÁLCULO ALUMBRADO DE EMERGENCIA

1.- CÁLCULO ALUMBRADO DE EMERGENCIA	537
---	-----

ANEJO 8. – FICHAS TÉCNICAS DE LA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA

1.- FICHAS TÉCNICAS DE LA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA	586
--	-----

DOCUMENTO 2. – PLANOS

1.- PLANOS.....	591
-----------------	-----



DOCUMENTO 3. – PLIEGO DE CONDICIONES

1.-	PLIEGO DE CONDICIONES ADMINISTRATIVAS	656
1.1.-	DISPOSICIONES GENERALES	656
1.2.-	DISPOSICIONES FACULTATIVAS	657
1.2.1.-	DELIMITACIÓN GENERAL	657
1.2.2.-	DELIMITACIÓN DE LAS OBLIGACIONES GENERALES DEL CONSTRUCTOR O CONTRATISTA.....	666
1.2.3.-	RESPONSABILIDAD CIVIL DE LOS AGENTES QUE INTERVIENEN EN EL PROCESO DE LA EDIFICACIÓN	670
1.2.4.-	PRESCRIPCIONES GENERALES RELATIVAS A TRABAJOS, METRIALES Y MEDIOS AUXILIARES.....	673
1.2.5.-	DE LAS RECEPCIONES DE LOS EDIFICIOS.....	679
1.3.-	DISPOSICIONES ECONÓMICAS	685
1.3.1.-	PRINCIPIO GENERAL	685
1.3.2.-	FIANZAS	685
1.3.3.-	PRECIOS	687
1.3.4.-	OBRAS POR ADMINISTRACIÓN.....	691
1.3.5.-	VALORACIÓN Y ABONO DE LOS TRABAJOS.....	695
1.3.6.-	INDEMNIZACIONES MUTUAS	700
1.3.7.-	VARIOS.....	701
2.-	PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS	705
2.1.-	PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS ESTRUCTURA.....	705
2.1.1.-	ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO.....	705
2.1.2.-	MATERIALES Y EQUIPOS. CONDICIONES TÉCNICAS EXIGIBLES 707	
2.1.3.-	EJECUCIÓN.....	712
2.1.4.-	SOLDADURAS	717
2.1.5.-	TRANSPORTE	721



2.1.6.- ALMACENAMIENTO	721
2.1.7.- CONDICIONES DE SEGURIDAD EN EL TRABAJO	722
2.1.8.- CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO	723
2.2.- PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICA INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN 723	
2.2.1.- MATERIALES	723
2.2.2.- EJECUCIÓN DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....	740
2.3.- PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS INSTALACIÓN DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS	748
2.3.1.- CONDICIONES A CUMPLIR POR LOS MATERIALES	748
2.3.1.1.- CLASES DE LOS MATERIALES CONSTRUCTIVOS.....	748
2.3.2.- ELEMENTOS DE PROTECCIÓN ACTIVA CONTRA INCENDIOS ..	750
2.3.2.1.- EXTINTORES.....	750
2.3.2.2.- DETECTORES DE HUMO.....	753
2.3.2.3.- CENTRAL DE SEÑALIZACIÓN DE DETECTORES	754
2.3.2.4.- FUENTE SECUNDARIA DE SUMINISTRO	756
2.3.2.5.- ALARMAS	756
2.3.2.6.- BOCAS DE INCENDIO EQUIPADAS	757
2.3.2.7.- PULSADORES	761
2.3.2.8.- GRUPO DE PRESIÓN.....	762
2.3.2.9.- ROCIADORES.....	762
2.3.2.10.- ABASTECIMIENTO DE AGUA	762
2.3.2.11.- ILUMINACIÓN Y SEÑALIZACIÓN DE EMERGENCIA	763
2.4.- PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO.....	766
2.4.1.- OBJETO	767
2.4.2.- DEFINICIONES	767



2.4.3.- ELEMENTOS DE LA INSTALACIÓN	770
2.4.3.1.- GENERALIDADES	770
2.4.3.2.- MÓDULOS FOTOVOLTAICOS	771
2.4.3.3.- SISTEMA DE ANCLAJE	772
2.4.3.4.- INVERSOR	773
2.4.3.5.- CABLEADO	775
2.4.3.6.- CONEXIONADO A RED	776
2.4.3.7.- PROTECCIONES	776
2.4.3.8.- PUESTA A TIERRA	777
2.4.4.- MEDIDAS DE SEGURIDAD DE LA INSTALACIÓN SOLAR	777
2.4.5.- RECEPCIÓN Y PRUEBAS	778
2.4.6.- MANTENIMIENTO	779
2.4.7.- GARANTÍAS	781

DOCUMENTO 4. – PRESUPUESTO

1.- PRESUPUESTO	785
1.1.- MEDICIONES Y PRESUPUESTO	785
1.2.- RESUMEN DE PRESUPUESTO	839

DOCUMENTO 5. – ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

1.- ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	845
1.1.- JUSTIFICACIÓN	845
1.2.- OBJETO	845
1.2.1.- CONTENIDO	847
1.3.- CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA	848



1.3.1.- DESCRIPCIÓN DE LA OBRA Y SITUACIÓN	848
1.4.- DATOS IDENTIFICATIVOS DE LA OBRA.....	849
1.5.- DESIGNACIÓN DE LOS COORDINADORES EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD.....	849
1.6.- RIESGOS	850
1.7.- DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LA OBRA .	852
1.7.1.- DISPOSICIONES MÍNIMAS GENERALES	852
1.7.2.- DISPOSICIONES MÍNIMAS EN EL INTERIOR DE LOS LOCALES	860
1.7.3.- DISPOSICIONES MÍNIMAS EN EL EXTERIOR DE LOS LOCALES	863
1.8.- MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES TÉCNICAS	870
1.8.1.- PROTECCIONES INDIVIDUALES.....	870
1.8.2.- PROTECCIONES COLECTIVAS.....	871
1.8.3.- FORMACIÓN.....	873
1.8.4.- MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS.....	873
1.9.- CONDICIONES DE LOS MEDIOS DE PROTECCIÓN	874
1.9.1.- PROTECCIONES PERSONALES	875
1.9.2.- PROTECCIONES COLECTIVAS.....	875
1.10.- PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD. OBLIGACIONES DE CONTRATISTAS Y SUBCONTRATISTAS.....	876
1.11.- EVALUACIÓN DE RIESGOS	877
1.11.1.- VALORACIÓN DE LOS RIESGOS.....	878
1.11.2.- PARALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS	878



ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1.- Situación de la parcela	33
Ilustración 2.- Planta de la edificación industrial	33
Ilustración 3.- Dimensiones de un palé europeo	34
Ilustración 4.- Distribución de estanterías en almacén	35
Ilustración 5.- Dimensiones de pasillo y separación entre estanterías	35
Ilustración 6.- Muelle de mercancía recibida	36
Ilustración 7.- Distribución de Zona Administrativa	37
Ilustración 8.- Distribución de muelle de pedidos	38
Ilustración 9.- Partes de una estructura metálica	39
Ilustración 10.- Dimensiones de pórticos	39
Ilustración 11.- Tabla 3.1 CTE-DB-SE-AE. SOBRECARGA DE USO	43
Ilustración 12.- Tabla 3.8 sobre carga de nieve según capitales	44
Ilustración 13.- Tabla E.2 zona climática invernal.....	45
Ilustración 14.- Zonas climáticas.....	45
Ilustración 15.- Anejo D CTE-DB-SE-AE velocidad básica del viento.....	47
Ilustración 16.- Valores de coeficientes de exposición tabla 3.4 cte-db-se-ae	48
Ilustración 17.- Cotas de huecos en la edificación industrial	48
Ilustración 18.- Recubrimientos en hormigón	51



Ilustración 19.- Perfiles de acero	52
Ilustración 20.- Dimensiones de estructura metálica	53
Ilustración 21.- Datos de las correas de la cubierta	56
Ilustración 22.- Dimensiones de perfiles de correas laterales.....	57
Ilustración 23.- Datos de correas laterales	57
Ilustración 24.- Datos de exportación a cype 3d	58
Ilustración 25.- Modelo cype 3d	59
Ilustración 26.- Pórtico fachada	60
Ilustración 27.- Viga tipo warren	61
Ilustración 28.- Viga tipo pratt	61
Ilustración 29.- Estructura global de la edificación.....	61
Ilustración 30.- Placa de anclaje.....	62
Ilustración 31.- Rigidizadores	63
Ilustración 32.- Bastidor de viga cortaviento	64
Ilustración 33.- Cartela unión pilar-dintel	64
Ilustración 34.- Coeficientes de pandeo.....	67
Ilustración 35.- Uniones de la estructura metálica	70
Ilustración 36.- Unión soldada	71
Ilustración 37.- Cimentación de edificación industrial	72
Ilustración 38.- Configuraciones de establecimientos industriales.....	76



Ilustración 39.- Zonas de la edificación industrial	76
Ilustración 40.- Tabla de valores del coeficiente de peligrosidad.....	79
Ilustración 41.- Estantería metálica de almacenamiento por palet europeo ..	82
Ilustración 42.- Equivalencias de clases de revestimientos	90
Ilustración 43.- Revestimientos a perfiles metálicos	93
Ilustración 44.- Tabla 4.1 cte-db-si dimensionamiento de elementos de evacuación	100
Ilustración 45.- Regiones de diseño para grandes espacios de volumen simple	106
Ilustración 46.- Parámetros característicos del modelo de incendios para edificios de almacenamientos en altura.....	109
Ilustración 47.- Exutorio	117
Ilustración 48.- Rejilla rectangular.....	118
Ilustración 49.- Sistemas para detectar un incendio	124
Ilustración 50.- Tipos de detectores de incendio en función de la evolución del fuego.....	126
Ilustración 51.- Imagen de tipos de detectores de incendio.....	127
Ilustración 52.- Zona libre de obstáculos detector de humo óptico	129
Ilustración 53.- Partes del sistema de detección de incendios	131
Ilustración 54.- Funcionamiento de un hidrante exterior	136
Ilustración 55.- Rociadores	142
Ilustración 56.- Temperatura de funcionamiento de rociadores.....	142



Ilustración 57.- Categoría según norma une 12845.....	143
Ilustración 58.- Límites de altura de almacenamiento.....	144
Ilustración 59.- Superficie máxima permitida por un solo puesto de control	145
Ilustración 60.- Separación de rociadores de techo.....	146
Ilustración 61.- Tipo de rociadores y factor k	148
Ilustración 62.- Valores de c	149
Ilustración 63.- Valores de longitud equivalente	150
Ilustración 64.- Cuadro resumen del sistema de abastecimiento según el reglamento.....	153
Ilustración 65.- Señalización de equipos de lucha contra incendios	159
Ilustración 66.- Señalización de recorrido de evacuación.....	159
Ilustración 67.- Tamaños según distancia de señalización.....	160
Ilustración 68.- Instalación de enlace con un único usuario.....	171
Ilustración 69.- Caídas de tensión admisibles	172
Ilustración 70.- Caja general de protección y medida con acometida subterránea	173
Ilustración 71.- Modo de carga 1	196
Ilustración 72.- Modo de carga 2	197
Ilustración 73.- Modo de carga 3	197
Ilustración 74.- Modo de carga 4	198



Ilustración 75.- Sistema de instalación de puntos de carga de vehículos eléctricos	199
Ilustración 76.- Tipos de conectores de puntos de carga de vehículos eléctricos	200
Ilustración 77.- Instalación solar fotovoltaica sin excedentes	203
Ilustración 78.- Esquema de conexión de un inversor	208
Ilustración 79.- Método de instalación b1 según norma.....	209
Ilustración 80.- Intensidades máxima admisibles	211
Ilustración 81.- Producción de energía fotovoltaica mensual.....	223
Ilustración 82.- Energía producida mensualmente pvgis	224
Ilustración 83.- Distribución en ramales de rociadores	410
Ilustración 84.- Distribución de rociadores.....	411
Ilustración 85.- Distribución de rociadores de la presente edificación.	411
Ilustración 86.- Situación de rociadores relativas a vigas	412
Ilustración 87.- Distancia al deflector de rociadores desde vigas	412
Ilustración 88.- Distancias entre rociadores.....	413
Ilustración 89.- Configuración de almacenamiento	414
Ilustración 90.- Requisitos de presión y caudal para instalaciones precalculadas	414
Ilustración 91.- Área más desfavorable red de rociadores.....	416
Ilustración 92.- Longitud equivalente de accesorios y válvulas	417



Ilustración 93.- Valores de c para varios tipos de tuberías	417
Ilustración 94.- Esquema de rociadores	419
Ilustración 95.- Esquema de bie	426
Ilustración 96.- 3D de edificación completa del presente proyecto	486
Ilustración 97.- 3D de la zona de almacenamiento	487
Ilustración 98.- 3D aseo de hombres	487
Ilustración 99.- 3D aseo de mujeres	488
Ilustración 100.- 3D de cuarto técnico	488
Ilustración 101.- 3D del despacho	489
Ilustración 102.- 3D de office	489
Ilustración 103.- 3D de oficina recibidor	490



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.- Tabla de valores de presión dinámica del viento	47
Tabla 2.- Huecos en la edificación industrial	49
Tabla 3.- Perfiles del pórtico de fachada	65
Tabla 4.- Perfiles del pórtico interior	66
Tabla 5.- Perfiles de estructura secundaria	66
Tabla 6.- Perfiles finales de la edificación industrial	70
Tabla 7.- Cuadro de superficies.....	77
Tabla 8.- Superficies de las diferentes zonas	77
Tabla 9.- Usos de zonas.....	79
Tabla 10.- Procesos en las zonas de producción	80
Tabla 11.- Densidades de carga de fuego de los distintos procesos de producción	80
Tabla 12.- Carga de fuego de los productos almacenados	81
Tabla 13.- Superficies y alturas de productos almacenados	82
Tabla 14.- Carga de fuego de las diferentes zonas	83
Tabla 15.- Densidad de carga de fuego del sector de incendios	83
Tabla 16.- Tabla de nivel de riesgo intrínseco	83
Tabla 17.- Ubicaciones permitidas.....	84
Tabla 18.- Límites de superficies de sectores de incendios	84



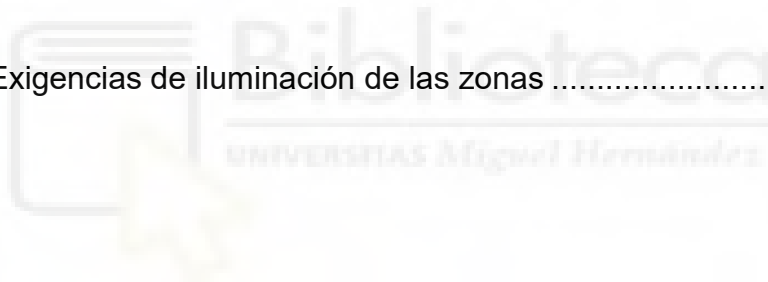
Tabla 19.- Revestimientos exigibles para cerramientos	88
Tabla 20.- Reacción al fuego de los materiales	89
Tabla 21.- Estabilidad frente al fuego de elementos estructurales portantes. tabla 2.2 anexo 2	91
Tabla 22.- Estabilidad frente al fuego de cubiertas ligeras y sus soportes	93
Tabla 23.- Longitud máxima del recorrido de evacuación	98
Tabla 24.- Longitudes de recorridos de evacuación	99
Tabla 25.- Tabla de cálculo de superficie aerodinámica de evacuación de humos.....	115
Tabla 26.- Tabla 8.1.4. Anexo II Reglamento Sistema de almacenaje independiente o autoportante operado manualmente	119
Tabla 27.- Superficies de detectores de humo ópticos	128
Tabla 28.- Superficies de detectores de humos por haz lineal	129
Tabla 29.- Hidrantes exteriores según el reglamento.....	135
Tabla 30.- Necesidades de agua para hidrantes exteriores según el reglamento	136
Tabla 31. Condiciones hidráulicas hidrantes exteriores.....	136
Tabla 32.- Dotación de extintores en función del nivel de riesgo intrínseco	137
Tabla 33.- Agentes extintores y adecuación a las distintas clases de fuego	138
Tabla 34.- Tipo de bies y necesidades de agua según el reglamento	140
Tabla 35.- Condiciones hidráulicas bie	141



Tabla 36.- Cuadro resumen de instalaciones de protección contra incendios	161
Tabla 37.- Cálculo de cargas	165
Tabla 38.- Secciones de conductores de protección	178
Tabla 39.- Dispositivos de protección del cuadro general de mando y protección	184
Tabla 40.- Dispositivos de protección cuadro secundario almacén	185
Tabla 41.- Dispositivos de protección cuadro secundario oficina	186
Tabla 42.- Dispositivos de protección cuadro secundario vehículos eléctricos	186
Tabla 43.- Dispositivos de protección cuadro secundario clima	187
Tabla 44.- Dispositivos de protección cuadro secundario otros.....	187
Tabla 45.- Cálculo de cargas	206
Tabla 46.- Caída de tensión en cableado de corriente continua.....	212
Tabla 47.- Caída de tensión en cableado de corriente alterna	215
Tabla 48.- Irradiancia media global sobre superficie inclinada 10 °	218
Tabla 49.- Temperatura ambiente	219
Tabla 50.- Pérdidas por temperatura en placa	219
Tabla 51.- Pérdidas de la instalación.....	222
Tabla 52.- Producción de energía fotovoltaica	223
Tabla 53.- Energía producida fotovoltaica pvgis	224



Tabla 54.- Condiciones a cumplir por la red de rociadores.....	415
Tabla 55.- Condiciones mínimas de bie's	425
Tabla 56.- Kv mínimo de hidrantes exteriores	430
Tabla 57.- Condiciones mínimas de hidrante	431
Tabla 58.- Cálculo de potencia	437
Tabla 59.- Valores límites de veei.....	491
Tabla 60.- Valores de luxes requeridos en zonas administrativas norma une 12464.1.....	492
Tabla 61.- Valores de luxes requeridos en la zona de almacenamiento norma une 12464.1.....	492
Tabla 62.- Exigencias de iluminación de las zonas	493





DOCUMENTO 1

MEMORIA DESCRIPTIVA



ÍNDICE

1.-	MEMORIA DESCRIPTIVA.....	31
1.1.-	INTRODUCCIÓN.....	31
1.2.-	OBJETO DEL PROYECTO	31
1.3.-	SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO DE LA OBRA	32
1.4.-	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD.....	34
1.5.-	PLAN DE EJECUCIÓN	38
1.6.-	MEMORIA CÁLCULOS ESTRUCTURA METÁLICA.....	38
1.6.1.-	NORMATIVA APLICADA	39
1.6.2.-	ACCIONES	40
1.6.2.1.-	ACCIONES PERMANENTES	42
1.6.2.2.-	ACCIONES VARIABLES	43
1.6.2.2.1.-	SOBRECARGA DE USO.....	43
1.6.2.2.2.-	NIEVE.....	44
1.6.2.2.3.-	VIENTO	46
1.6.2.2.4.-	ACCIONES TÉRMICAS.....	49
1.6.3.-	MATERIALES	50
1.6.3.1.-	HORMIGÓN CIMENTACIÓN.....	50
1.6.3.2.-	ACERO.....	52
1.6.4.-	GENERADOR DE PÓRTICOS.....	52
1.6.5.-	CYPE 3D.....	58
1.6.5.1.-	PILARES HASTIALES	59
1.6.5.2.-	VIGA PERIMETRAL	60
1.6.5.3.-	NUDOS.....	62
1.6.5.3.1.-	VINCULACIÓN EXTERIOR.....	62



1.6.5.3.2.-	VINCULACIÓN INTERIOR	63
1.6.5.4.-	PREDIMENSIONAMIENTO	65
1.6.5.4.1.-	PÓRTICOS DE FACHADA	65
1.6.5.4.2.-	PÓRTICO INTERIOR	66
1.6.5.4.3.-	ESTRUCTURA SECUNDARIA	66
1.6.5.5.-	COEFICIENTES DE PANDEO	66
1.6.5.5.1.-	PANDEO PÓRTICO FACHADA	67
1.6.5.5.2.-	PÓRTICOS INTERIORES	68
1.6.5.5.3.-	ESTRUCTURA SECUNDARIA	69
1.6.5.6.-	ESTRUCTURA METÁLICA FINAL.....	69
1.6.5.7.-	UNIONES	70
1.6.5.8.-	CIMENTACIÓN.....	71
1.7.-	INSTALACIÓN DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS.....	72
1.7.1.-	INTRODUCCIÓN	72
1.7.2.-	NORMATIVA APLICABLE.....	73
1.7.3.-	NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO	74
1.7.3.1.-	CONFIGURACIÓN DE LA EDIFICACIÓN INDUSTRIAL	75
1.7.3.1.1.-	SECTORIZACIÓN	77
1.7.3.1.2.-	CÁLCULO DE NIVEL INTRÍNSECO.....	77
1.7.4.-	REQUISITOS CONSTRUCTIVOS	84
1.7.4.1.-	UBICACIONES PERMITIDAS	84
1.7.4.2.-	SECTORIZACIÓN DEL ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL	84
1.7.4.3.-	FACHADA ACCESIBLE.....	85
1.7.5.-	REQUISITOS DE MATERIALES A EMPLEAR.....	87
1.7.6.-	ESTABILIDAD FRENTE AL FUEGO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES	90



1.7.7.-	ESTABILIDAD FRENTE AL FUEGO DE CERRAMIENTOS.....	94
1.7.8.-	EVACUACIÓN DE LA EDIFICACIÓN INDUSTRIAL.....	96
1.7.9.-	VENTILACIÓN Y ELIMINACIÓN DE HUMOS Y GASES DE LA COMBUSTIÓN EN LA EDIFICACIÓN INDUSTRIAL	104
1.7.9.1.-	CÁLCULO DE INSTALACIÓN DE EVACUACIÓN DE HUMOS, MEDIANTE EXTRACCIÓN NATURAL	106
1.7.9.1.1.-	DEFINICIONES	107
1.7.9.2.-	MODELO DE INCENDIO	109
1.7.9.2.1.-	CAUDAL DE AIRE QUE ENTRA DENTRO DEL PENACHO ASCENDENTE DE HUMOS POR ENCIMA DE UN INCENDIO	110
1.7.9.2.2.-	TEMPERATURA DE LA CAPA DE HUMOS.....	110
1.7.9.2.3.-	SUPERFICIE AERODINÁMICA TOTAL DE AIREADORES NATURALES	113
1.7.9.2.4.-	NÚMERO DE EXUTORIOS DE SALIDA A INSTALAR	115
1.7.9.2.5.-	ADMISIÓN DE AIRE DE ENTRADA.....	117
1.7.10.-	ALMACENAMIENTO.....	118
1.7.11.-	RIESGO DE FUEGO FORESTAL	119
1.7.12.-	REQUISITOS DE LA INSTALACIÓN DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS	120
1.7.12.1.-	SISTEMA AUTOMÁTICO DE DETECCIÓN DE INCENDIOS	120
1.7.12.1.1.-	TIPO DE DETECTORES	124
1.7.12.1.2.-	SEÑALES ACÚSTICAS.....	129
1.7.12.1.3.-	CENTRAL DE DETECCIÓN	130
1.7.12.2.-	SISTEMA MANUAL DE DETECCIÓN DE INCENDIOS	133
1.7.12.3.-	SISTEMA DE COMUNICACIÓN DE ALARMA	134
1.7.12.4.-	SISTEMA DE HIDRANTE EXTERIORES	135
1.7.12.5.-	EXTINTORES DE INCENDIOS	137
1.7.12.6.-	SISTEMAS DE BOCAS DE INCENDIO EQUIPADAS	139



1.7.12.7.-	SISTEMA DE ROCIADORES AUTOMÁTICOS DE AGUA	141
1.7.13.-	SISTEMA DE AGUA PULVERIZADA	151
1.7.14.-	SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA CONTRA INCENDIOS 152	
1.7.15.-	SISTEMA DE COLUMNA SECA	154
1.7.16.-	SISTEMA DE ESPUMA FÍSICA	154
1.7.17.-	SISTEMA DE EXTINCIÓN DE POLVO	154
1.7.18.-	SISTEMA DE EXTINCIÓN POR AGENTES EXTINTORES GASEOSOS.....	154
1.7.19.-	SISTEMA DE ALUMBRADO DE EMERGENCIA.....	155
1.7.20.-	SEÑALIZACIÓN.....	157
1.7.21.-	CUADRO RESUMEN DE INSTALACIONES.....	160
1.8.-	INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN	161
1.8.1.-	NORMATIVA Y REGLAMENTACIÓN APLICABLE	162
1.8.2.-	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.....	163
1.8.3.-	DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN.....	163
1.8.4.-	PREVISIÓN DE CARGA	164
1.8.5.-	ACOMETIDA.....	169
1.8.6.-	INSTALACIÓN DE ENLACE	170
1.8.6.1.-	CAJA GENERAL DE PROTECCIÓN Y MEDIDA (CPM).....	172
1.8.6.1.1.-	MAXÍMETRO	173
1.8.6.2.-	DERIVACIÓN INDIVIDUAL.....	173
1.8.7.-	CONDUCTORES	174
1.8.7.1.-	LÍNEA PRINCIPAL DE TIERRA.....	175
1.8.8.-	INSTALACIÓN INTERIOR	177
1.8.8.1.-	CUADRO GENERAL DE MANDO Y PROTECCIÓN	182
1.8.8.2.-	CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN	187



1.8.8.2.1.-	CONEXIONES.....	187
1.8.8.2.2.-	CANALIZACIONES ELÉCTRICAS	188
1.8.8.2.2.1.-	CONDUCTORES AISLADOS BAJO TUBOS PROTECTORES	189
1.8.8.2.3.-	CAJAS DE EMPALME.....	190
1.8.8.2.4.-	MECANISMOS Y TOMAS DE CORRIENTE.....	190
1.8.8.2.5.-	LUMINARIAS.....	191
1.8.8.2.6.-	BORNES DE PUESTA A TIERRA	192
1.8.9.-	PROTECCIONES.....	192
1.8.9.1.-	PROTECCIONES CONTRA SOBREINTENSIDADES.....	192
1.8.9.2.-	PROTECCIONES CONTRA SOBRETENSIONES	193
1.8.9.3.-	PROTECCIONES CONTRA CONTACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS	194
1.8.9.3.1.-	CONTACTOS DIRECTOS.....	194
1.8.9.3.2.-	CONTACTOS INDIRECTOS	194
1.8.9.4.-	CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO.....	195
1.8.10.-	PUNTOS DE CARGA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS	195
1.9.-	INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA	201
1.9.1.-	FUNCIONAMIENTO DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA.....	201
1.9.2.-	SISTEMA DE LA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA	203
1.9.3.-	NORMATIVA APLICADA	204
1.9.4.-	POTENCIA DE CONSUMO PREVISTA	205
1.9.5.-	CONTADOR.....	208
1.9.6.-	INVERSOR	208
1.9.7.-	INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE LA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA.....	209
1.9.7.1.-	CABLEADO ELÉCTRICO	209



1.9.7.1.1.-	CÁLCULO DE CONDUCTORES CORRIENTE CONTINUA 210
1.9.7.1.2.-	CÁLCULO DE CONDUCTORES DE CORRIENTE ALTERNA 214
1.9.7.2.-	PROTECCIONES DEL CABLEADO EN CORRIENTE CONTINUA 216
1.9.7.3.-	PROTECCIONES DEL CABLEADO EN CORRIENTE ALTERNA 217
1.9.8.-	CÁLCULO POTENCIA GENERADA MEDIANTE LA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA..... 217
1.9.8.1.-	PÉRDIDA DE LA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA.... 218
1.9.8.1.1.-	PÉRDIDAS EN EL INVERSOR..... 218
1.9.8.1.2.-	PÉRDIDAS POR TEMPERATURA DE LA CÉLCULA..... 218
1.9.8.1.3.-	PÉRDIDAS POR SUCIEDAD 219
1.9.8.1.4.-	PÉRDIDAS POR REFLECTANCIA ANGULAR..... 220
1.9.8.1.5.-	PÉRDIDAS ELÉCTRICAS 220
1.9.8.1.6.-	PÉRDIDAS POR SOMBRAS 220
1.9.8.1.7.-	PÉRDIDAS POR ORIENTACIÓN E INCLINACIÓN 221
1.9.8.1.8.-	PÉRDIDAS TOTALES DE LA INSTALACIÓN 222
1.9.9.-	ENERGÍA GENERADA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA 222
1.9.10.-	DISEÑO DE STRING DE LA INSTALACIÓN. 224
1.10.-	BIBLIOGRAFÍA..... 227
1.11.-	CONCLUSIÓN..... 228



1.- MEMORIA DESCRIPTIVA

1.1.- INTRODUCCIÓN

En el presente proyecto se diseñará y dimensionará una edificación industrial de estructura metálica destinada al uso de almacenamiento de material de oficina, y la cual contará con una Instalación de Protección Contra Incendios, Instalación Eléctrica de Baja Tensión e Instalación Solar Fotovoltaica de Autoconsumo.

La presente edificación se situará en el Polígono Industrial del Barrio de San Carlos, en el Municipio de Redován, debido al hecho de que las zonas próximas se encuentran varias empresas destinadas a la logística y transporte, centros logísticos hortofrutícolas.

Dicho documento presenta la siguiente estructura:

- **DOCUMENTO 1 MEMORIA DESCRIPTIVA Y ANEJOS**
- **DOCUMENTO 2 PLANOS**
- **DOCUMENTO 3 PLIEGO DE CONDICIONES**
- **DOCUMENTO 4 PRESUPUESTO**
- **DOCUMENTO 5 ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD**

1.2.- OBJETO DEL PROYECTO

En el presente proyecto tiene por objeto aplicar los conocimientos adquiridos durante el grado universitario, y de este modo obtener sabiduría acerca del campo de la realización de proyecto de Ingeniería.

Se tendrán los siguientes objetivos, respecto a las distintas partes realizadas en el presente proyecto.

- Diseño de estructura metálica

Se realizará el cálculo y dimensionamiento de la estructura metálica, buscando primordialmente una solución óptima y eficiente. Cumpliendo con los criterios de funcionalidad de un edificio industrial destinado al almacenamiento.



- Instalación de Protección Contra Incendios

Con la Instalación de Protección Contra Incendios se pretende limitar la presencia de riesgo de Incendio e impedir situaciones en las que se pueda producirse, cumpliendo así con las condiciones y exigencias de la normativa vigente, realizando de este modo las siguientes medidas:

- Recubrimiento en la estructura portante
- Realización de vías de evacuación
- Instalación de Red de Rociadores automáticos
- Instalación de Bocas de Incendio Equipada
- Instalación de Equipos de Extinción de Incendios
- Señalización
- Alumbrado de Emergencia

- Instalación de Baja Tensión

Se otorgará a la edificación industrial del suministro eléctrico cumpliendo con las exigencias de Iluminación según la normativa vigente y con las exigencias para un adecuado uso de un centro logístico.

- Instalación Solar Fotovoltaica

Se realizará el dimensionamiento de la instalación en el espacio libre en la cubierta del edificio industrial, para de este modo obtener una eficiencia máxima en el aprovechamiento de la energía, la cual será generada mediante luz solar. Por consiguiente, obtendremos una reducción en el consumo de energía eléctrica.

1.3.- SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO DE LA OBRA

La presente edificación industrial se encuentra en el Polígono Industrial Barrio de San Carlos, ubicado en el municipio de Redován (03370) en la Calle de la sierra, S/N, Parcela nº11. Dicha parcela presenta una forma especial debido a

que se trata de una forma parecida a un trapecio rectángulo, la cual tiene una superficie de 6.754,33 m².



UNIVERSITAS Miguel Hernández
ILUSTRACIÓN 1.- SITUACIÓN DE LA PARCELA

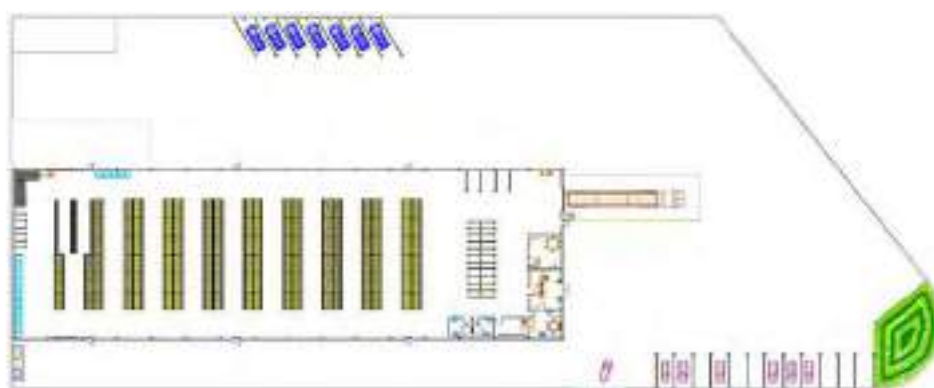


ILUSTRACIÓN 2.- PLANTA DE LA EDIFICACIÓN INDUSTRIAL

1.4.- DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD

En la presente edificación industrial se realizará el almacenamiento y distribución de material de oficina como puede ser:

- Papel A4
- Agendas
- Papeleras
- Bolígrafos
- Carpetas
- Bandejas
- Lápices
- Tinta para impresoras
- Post-It
- Etc.

Dicho almacén dispone de 108 estanterías de 5 m de alto, 2,7 m de ancho y 1,1 m de profundidad, contando con 4 niveles para el almacenamiento se podrá almacenar 8 palés europeos normalizados. Dicho palé posee las siguientes dimensiones.

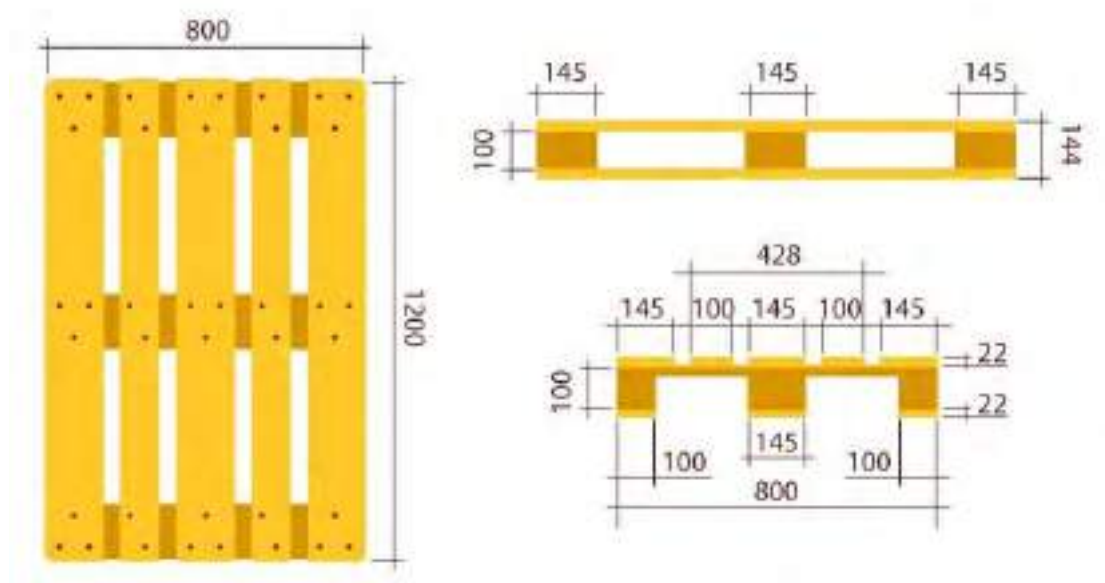


ILUSTRACIÓN 3.- DIMENSIONES DE UN PALÉ EUROPEO



La distribución de las estanterías en el almacén quedará del siguiente modo:

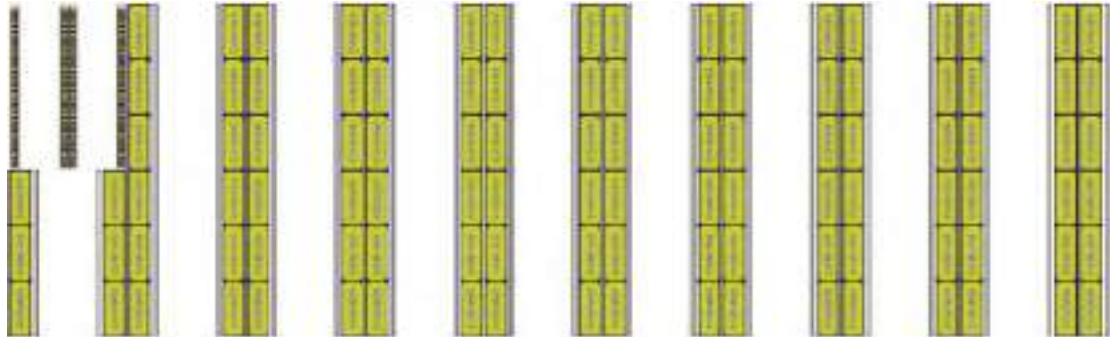


ILUSTRACIÓN 4.- DISTRIBUCIÓN DE ESTANTERÍAS EN ALMACÉN

En los lugares donde se encuentren 2 estanterías muy cercanas entre sí dejaremos un espacio de unos 25 cm, para que de este modo evitemos que los palés sobresalgan hacia el pasillo por el cual circularán las carretillas elevadoras.

Los pasillos serán de 4 m para de este modo dejar de un espacio suficiente para la maniobrabilidad de las carretillas elevadoras.

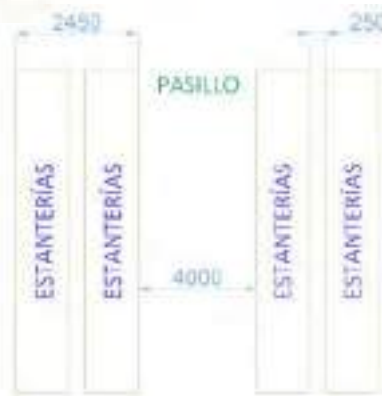


ILUSTRACIÓN 5.- DIMENSIONES DE PASILLO Y SEPARACIÓN ENTRE ESTANTERÍAS

Dicha edificación industrial contará de un espacio que servirá como muelle para recibir mercancías, en el que se encuentra de una mesa con ordenador para que de este modo el operador posea de toda la información de manera actualizada acerca de la recepción de pedido.

Además, también cuenta con un área destinada a la colocación de la mercancía recibida de forma que se pueda realizar la colocación de elementos de identificación para posteriormente colocarlo en su lugar correspondiente dentro del almacén.

Debido a que las carretillas elevadoras a utilizar serán eléctricas para minimizar el impacto acústico dentro del área de almacenamiento, se ha previsto de una zona para la recarga de baterías.

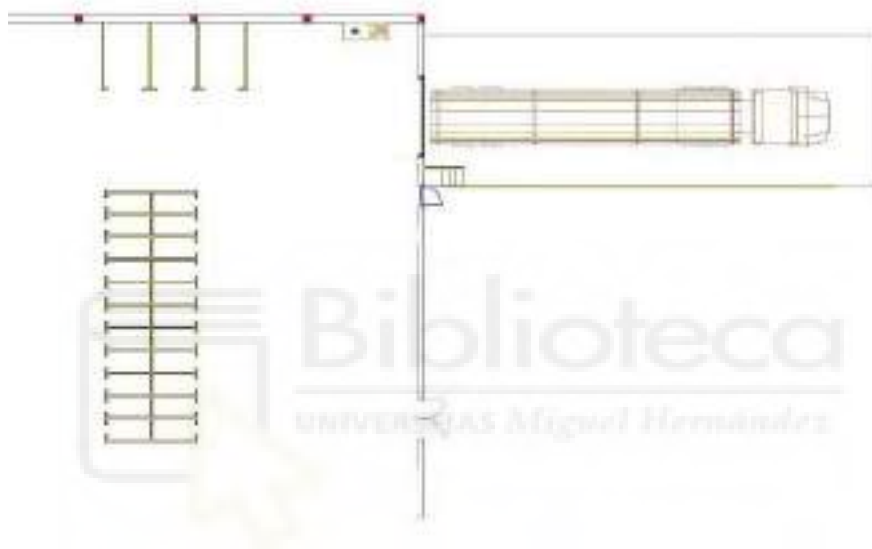


ILUSTRACIÓN 6.- MUELLE DE MERCANCÍA RECIBIDA

También se contará con un área administrativa, la cual se encarga de realizar las operaciones de gestión de almacenamiento y relación con cliente y proveedores. Para dicha zona se cuenta con las siguientes dependencias:

- Despacho
- Oficina – Recibidor
- Office
- Cuarto Técnico
- Aseos

La Office será un área de descanso para los empleados de la edificación industrial.

Y el cuarto técnico será la dependencia donde se encuentra el Cuadro General de Protección y Mando, Elementos de Visualización de datos de la Instalación Solar Fotovoltaica y espacio para una posible instalación de Cableado Estructurado y de Megafonía.



ILUSTRACIÓN 7.- DISTRIBUCIÓN DE ZONA ADMINISTRATIVA

Por último, se contará de un área destinada para la preparación de los pedidos a los clientes. En esta área se encuentra un área para la colocación de los palé con la mercancía necesaria para la realización de los pedidos. También se dispone de una estantería para el almacenamiento de cajas de plásticas destinada para la preparación del pedido del cliente. Se dispondrá de un área donde se almacena los pedidos preparados, la cual se encuentra junto a la puerta del muelle de pedidos.

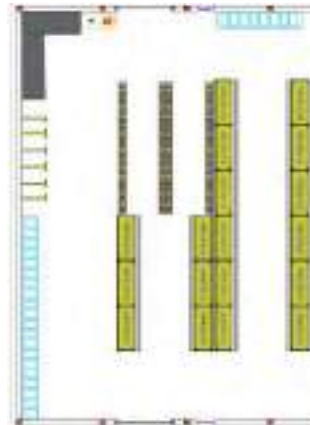


ILUSTRACIÓN 8.- DISTRIBUCIÓN DE MUELLE DE PEDIDOS

1.5.- PLAN DE EJECUCIÓN

El plan de ejecución del presente proyecto es el siguiente:

	MES 1				MES 2				MES 3				MES 4				MES 5				MES 6				MES 7			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Navo Industrial																												
Cimentación																												
Estructura Metálica																												
Cerramientos																												
Carpinterías																												
Protección Contra Incendios																												
Red de Tuberías																												
Elementos de Extinción																												
Señalización y Alumbrado de Emergencia																												
Baja Tensión																												
Cableado																												
Tomas de Corriente																												
Luminarias																												
Solar Fotovoltaica																												
Cableado, Inversor, ...																												
Piñacas Solares																												
Seguridad y Salud																												
Gestión de Residuos																												

1.6.- MEMORIA CÁLCULOS ESTRUCTURA METÁLICA

En este apartado se explicará el proceso que se ha seguido para la realización de los cálculos de la estructura metálica de la presente edificación industrial mediante el software CYPE Ingenieros 2023, bajo la licencia de la Universidad Miguel Hernández.

Para dichos cálculos se han utilizado el *Generador de Pórticos* y *Cype 3D*.

El cálculo de la edificación industrial es a base de pórticos de estructura metálica con una cubierta a 2 aguas. En dicha edificación industrial se distingue entre 2 tipos de pórticos:

- Pórticos de Fachada o testero
- Pórticos Interiores

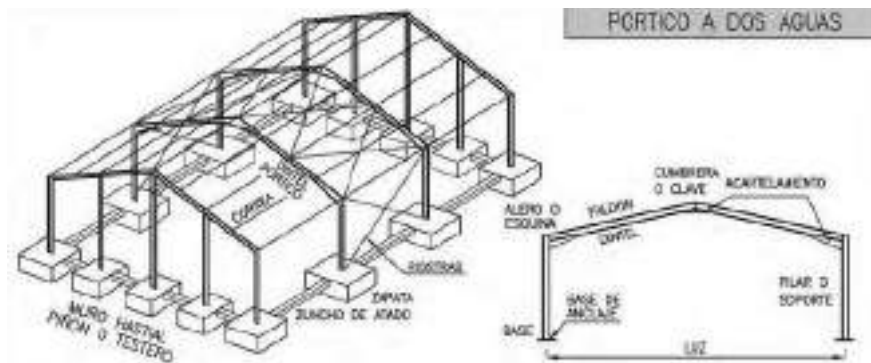


ILUSTRACIÓN 9.- PARTES DE UNA ESTRUCTURA METÁLICA

En el que las dimensiones de dichos pórticos será la siguiente:

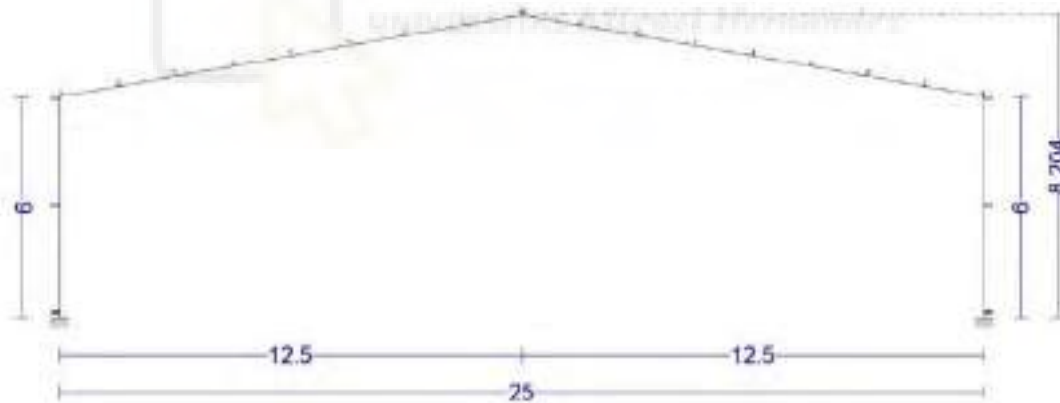


ILUSTRACIÓN 10.- DIMENSIONES DE PÓRTICOS

1.6.1.-NORMATIVA APLICADA

- RD 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación (C.T.E.)
 - Documento Básico Seguridad Estructural – Acciones en la Edificación (DB SE-AE).
 - Documento Básico Seguridad Estructural – Acero (DB SE-A).



- Documento Básico Seguridad en caso de Incendio (DB-SI).
 - RD 1072/2015, de 27 de noviembre, por el que se modifica el RD 2200/1995, de 28 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de la Infraestructura para la Calidad y la Seguridad Industrial.
 - RD 604/2006, de 19 de mayo, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.
 - Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
 - Real Decreto (RD) 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
 - RD 485/1997 y RD 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
 - RD 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual (EPI).
 - Norma de Construcción Sismorresistente: Parte General y Edificación (NCSE-02).
 - Real Decreto 1247/2008. 18/07/2008. Ministerio de la Presidencia. Aprueba la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08).
 - Real Decreto 751/2011. 27/05/2011. Ministerio de la Presidencia. Aprueba la Instrucción de Acero Estructural (EAE).

1.6.2.- ACCIONES

En primer lugar, para la realización de los cálculos de los distintos elementos de la estructura metálica debemos obtener las distintas acciones que actuarán sobre dicha estructura. A continuación, se mostrarán los valores que se han introducido en el programa Generador de Pórticos para las acciones.

Para las distintas situaciones de proyecto, las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo con los siguientes criterios:



Con coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \gamma_{Q1} \Psi_{p1} Q_{k1} + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki}$$

Sin coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

Donde:

G_k *Acción permanente*

P_k *Acción de pretensado*

Q_k *Acción variable*

g_G *Coefficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes*

g_P *Coefficiente parcial de seguridad de la acción de pretensado*

g_{Q,1}

Coefficiente parcial de seguridad de la acción variable principal

g_{Q,i} *Coefficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento*

y_{p,1} *Coefficiente de combinación de la acción variable principal*

y_{a,i} *Coefficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento*

Los distintos coeficientes usados para la obtención de los cálculos mediante el Software CYPE Ingenieros, son:



Para el **Hormigón**:

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (g)		Coeficientes de combinación (y)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (y_p)	Acompañamiento (y_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.600	-	-
Viento (Q)	0.000	1.600	1.000	0.600
Nieve (Q)	0.000	1.600	1.000	0.500

Para el **Acero**:

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (g)		Coeficientes de combinación (y)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (y_p)	Acompañamiento (y_a)
Carga permanente (G)	0.800	1.350	-	-
Viento (Q)	0.000	1.500	1.000	0.600
Nieve (Q)	0.000	1.500	1.000	0.500

1.6.2.1.- ACCIONES PERMANENTES

Las acciones permanentes serán las correspondientes a elementos portantes de la edificación, cerramientos y revestimientos, ya que estas actúan en todo instante sobre la edificación con una posición y magnitud constante.

Estos valores serán tomados por el software a la hora de realizar los cálculos, ya que una vez hayamos dimensionado la edificación industrial, sabremos el tipo de perfiles y su cantidad. Sin embargo, si podremos indicar el peso de los distintos cerramientos.

Cerramiento Cubierta

El cerramiento de la cubierta, en este caso será de Panel Sandwich con un espesor de 40 mm, tendrá un peso de 0,10 kN/m² y debido a la tornillería y tapajuntas supondremos un peso final de 0,15 kN/m². Por otra parte, debido a que la edificación industrial contará con una serie de placas solares en la cubierta, se supondrá un peso total en la cubierta de 0,25 kN/m².

Cerramiento Lateral

Debido al hecho de que los cerramientos laterales, los cuales serán placas de hormigón prefabricado, apoyarán directamente sobre el suelo del terreno, no



se tendrá en cuenta debido a que no afectará la estructura. Y por lo tanto, desactivaremos la opción de cerramiento lateral.

1.6.2.2.- ACCIONES VARIABLES

Las acciones variables serán aquellas, en la que su posición y magnitud no es constante en la estructura de la edificación. Podremos distinguir entre dos tipos: Sobrecargas de Uso y Acciones Climáticas.

1.6.2.2.1.- SOBRECARGA DE USO

La sobrecarga de uso serían las cargas que podrían actuar debido al uso que se le esté dando. Los efectos de las sobrecargas pueden suponerse que se aplica de una manera uniformemente distribuida.

El uso que se ha proyectado para la cubierta de la presente edificación industrial será solamente accesible para el mantenimiento. Observando en el CTE-DB-SE-AE escogeremos la Categoría de uso **G1.2**, con un valor de 0,4 KN/m².

Categoría de uso		Subcategorías de uso		Carga uniforme [kN/m ²]	Carga concentrada [kN]
A	Zonas residenciales	A1	Viviendas y zonas de habitaciones en, hospitales y hoteles	2	2
		A2	Trasteros	3	2
B	Zonas administrativas			2	2
C	Zonas de acceso al público (con la excepción de las superficies pertenecientes a las categorías A, B, y D)	C1	Zonas con mesas y sillas	3	4
		C2	Zonas con asientos fijos	4	4
		C3	Zonas sin obstáculos que impidan el libre movimiento de las personas como vestíbulos de edificios públicos, administrativos, hoteles; salas de exposición en museos; etc.	5	4
		C4	Zonas destinadas a gimnasio u actividades físicas	5	7
		C5	Zonas de aglomeración (salas de conciertos, estadios, etc)	5	4
D	Zonas comerciales	D1	Locales comerciales	5	4
		D2	Supermercados, hipermercados o grandes superficies	5	7
E	Zonas de tráfico y de aparcamiento para vehículos ligeros (peso total < 30 kN)			2	20 ⁽¹⁾
F	Cubiertas transitables accesibles sólo privadamente ⁽²⁾			1	2
G	Cubiertas accesibles únicamente para conservación ⁽³⁾	G1 ⁽⁷⁾	Cubiertas con inclinación inferior a 20°	1 ^{(3),(6)}	2
			Cubiertas ligeras sobre correas (sin forjado) ⁽⁷⁾	0,4 ⁽⁴⁾	1
		G2	Cubiertas con inclinación superior a 40°	0	2

ILUSTRACIÓN 11.- TABLA 3.1 CTE-DB-SE-AE. SOBRECARGA DE USO



1.6.2.2.2.- NIEVE

La intensidad de la carga de nieve depende del clima del lugar, su altitud y de la forma de la edificación.

Dicho valor se obtiene mediante la siguiente ecuación:

$$q_n = \mu \cdot s_k$$

Donde:

μ : Coeficiente de forma de la cubierta.

s_k : Valor característico de la carga de la nieve sobre terreno horizontal.

El valor de μ será igual a 1 debido a que se trata de una cubierta con una inclinación menor o igual a 30° y por lo tanto no se producirá una descarga hacia el terreno, debido a que la inclinación es pequeña.

Por otra parte, para el valor de s_k debido a que la edificación se encuentra en el municipio de Redován, en la provincia de Alicante, obtendremos que s_k tiene un valor de 0,2 kN/m², como se puede observar en la siguiente tabla.

Capital	Altitud m	s_k kN/m ²	Capital	Altitud m	s_k kN/m ²	Capital	Altitud m	s_k kN/m ²
Albacete	890	0,6	Guadalajara	660	0,6	Pontevedra	0	0,3
Alicante / Alacant	0	0,2	Huelva	0	0,2	Salamanca	780	0,5
Almería	0	0,2	Huesca	470	0,7	SanSebas-	0	0,3
Ávila	1.130	1,0	Jaén	570	0,4	Sán/Donostia	0	0,3
Badajoz	180	0,2	León	820	1,2	Santander	1.000	0,7
Barcelona	0	0,4	Lérida / Lleida	150	0,5	Segovia	10	0,2
Bilbao / Bibo	0	0,3	Logroño	380	0,6	Sevilla	1.000	0,2
Burgos	860	0,6	Lugo	470	0,6	Soria	0	0,6
Cáceres	440	0,4	Madrid	660	0,7	Tarragona	0	0,4
Cádiz	0	0,2	Málaga	0	0,6	Tenerife	950	0,2
Castellón	0	0,2	Málaga	40	0,2	Teruel	650	0,9
Ciudad Real	840	0,6	Murcia	40	0,2	Toledo	0	0,5
Córdoba	100	0,6	Orense / Ourense	130	0,4	Valencia/València	0	0,2
Coruña / A Coruña	0	0,2	Oviedo	230	0,4	Valladolid	690	0,4
Cuenca	0	0,2	Palencia	740	0,5	Vitoria / Gasteiz	520	0,7
Gerona / Girona	1.010	0,3	Palma de Mallorca	0	0,4	Zamora	650	0,4
Granada	70	1,0	Palmas. Las	0	0,2	Zaragoza	210	0,5
	660	0,4	Pamplona/Iruña	450	0,2	Ceuta y Melilla	0	0,2
		0,5			0,7			

ILUSTRACIÓN 12.- TABLA 3.8 SOBRE CARGA DE NIEVE SEGÚN CAPITALES

En el software CYPE, introduciremos el municipio en el que nos encontramos, en nuestro caso Redován (Alicante), y escogeremos una zona climática 5,

obteniendo el mismo valor que en la tabla anterior, como podemos observar en la siguiente imagen.

Altitud (m)	Zona de clima invernal. (según figura E.2)						
	1	2	3	4	5	6	7
0	0,3	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
200	0,5	0,5	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2
400	0,8	0,6	0,2	0,3	0,4	0,2	0,2
500	0,7	0,7	0,3	0,4	0,4	0,3	0,2
600	0,9	0,9	0,3	0,5	0,5	0,4	0,2
700	1,0	1,0	0,4	0,6	0,6	0,5	0,2
800	1,2	1,1	0,5	0,8	0,7	0,7	0,2
900	1,4	1,3	0,8	1,0	0,8	0,9	0,2
1.000	1,7	1,5	0,7	1,2	0,9	1,2	0,2
1.200	2,3	2,0	1,1	1,9	1,3	2,0	0,2
1.400	3,2	2,6	1,7	3,0	1,8	3,3	0,2
1.600	4,3	3,5	2,8	4,6	2,5	5,5	0,2
1.800	-	4,6	4,0	-	-	9,3	0,2
2.200	-	8,0	-	-	-	-	-

ILUSTRACIÓN 13.- TABLA E.2 ZONA CLIMÁTICA INVERNAL



ILUSTRACIÓN 14.- ZONAS CLIMÁTICAS

Por lo tanto,

$$q_n = \mu \cdot s_k = 1 \times 0,2 = 0,20 \text{ kN/m}^2$$

Para las cargas en el software CYPE, indicaremos una exposición a la nieve Normal, para que de este modo a la hora de realizar los cálculos no realice



ninguna reducción o un incremento del 20%. Y debido que, en nuestro caso, nuestra cubierta es completamente plana y la nieve puede resbalar libremente hasta caer, obteniendo de este modo que no se produzcan almacenamiento que puedan provocar sobrecargas mayores en la cubierta, desactivaremos la opción de *Cubierta con resaltos*.

1.6.2.2.3.- VIENTO

Para el cálculo del valor de la acción del viento sobre la edificación, se realiza mediante la siguiente ecuación:

$$q_e = q_b \cdot c_e \cdot c_p$$

Donde:

q_b: Presión dinámica del viento

c_e: Coeficiente de exposición, variable con la altura del punto considerado, en función del grado de aspereza del entorno en el que se encuentra la edificación.

c_p: Coeficiente eólico, dependiente de la forma y orientación de la superficie.

Presión dinámica del viento q_b

Obtenemos dicho valor mediante el siguiente mapa en el que se muestra las distintas zonas de viento en España.



ILUSTRACIÓN 15.- ANEJO D CTE-DB-SE-AE VELOCIDAD BÁSICA DEL VIENTO

Finalmente, podemos observar que nuestra edificación se encuentra en una zona B, donde la presión dinámica del viento será de $0,45 \text{ kN/m}^2$.

Zonas	Presión dinámica del viento (KN/m^2)
A	0.42
B	0.45
C	0.52

TABLA 1.- TABLA DE VALORES DE PRESIÓN DINÁMICA DEL VIENTO

Coeficiente de exposición c_e

Dicho valor será de 1,7, debido a que el Grado de Aspreza es IV al ser de uso Industrial y la altura del punto considerado será de 8,204 m, el cual aproximaremos a 9 m, la cual sería la altura máxima del a edificación industrial.

Grado de aspereza del entorno	Altura del punto considerado (m)							
	3	6	9	12	15	18	24	30
I Bordo del mar o de un lago, con una superficie de agua en la dirección del viento de al menos 5 km de longitud	2,4	2,7	3,0	3,1	3,3	3,4	3,5	3,7
II Terreno rural llano sin obstáculos ni arbolado de importancia	2,1	2,5	2,7	2,9	3,0	3,1	3,3	3,5
III Zona rural accidentada o llana con algunos obstáculos aislados, como árboles o construcciones pequeñas	1,6	2,0	2,3	2,5	2,6	2,7	2,9	3,1
IV Zona urbana en general, industrial o forestal	1,3	1,4	1,7	1,9	2,1	2,2	2,4	2,6
V Centro de negocio de grandes ciudades, con profusión de edificios en altura	1,2	1,2	1,2	1,4	1,5	1,6	1,9	2,0

ILUSTRACIÓN 16.- VALORES DE COEFICIENTES DE EXPOSICIÓN TABLA 3.4 CTE-DB-SE-AE

Posteriormente indicaremos, que el periodo de servicio para dicha edificación industrial será de 50 años.

Ahora, indicaremos los diferentes huecos que se encuentran en la edificación industrial.

Según las cotas necesarias que se indicar en la siguiente imagen.



ILUSTRACIÓN 17.- COTAS DE HUECOS EN LA EDIFICACIÓN INDUSTRIAL



Fachada	Dh	Dv	Ph	Pv
Izquierda	4.50	1.80	2.50	1.80
Izquierda	1.20	1.80	9.50	1.80
Izquierda	0.95	2.02	22.50	1.01
Izquierda	1.20	0.60	25.00	1.80
Izquierda	1.20	0.60	37.50	1.80
Izquierda	1.20	0.60	44.00	1.80
Izquierda	0.95	2.02	47.50	1.01
Izquierda	1.20	0.60	52.50	1.80
Izquierda	1.20	0.60	65.00	1.80
Izquierda	0.95	2.02	69.00	1.10
Izquierda	2.80	3.00	72.00	1.50
Izquierda	1.20	0.60	77.00	1.80
Derecha	1.20	0.60	77.00	1.80
Derecha	2.80	3.00	72.00	1.50
Derecha	0.95	2.02	69.00	1.01
Derecha	1.20	0.60	65.00	1.80
Derecha	1.20	0.60	52.50	1.80
Derecha	0.95	2.02	47.50	1.01
Derecha	1.20	0.60	44.00	1.80
Derecha	1.20	0.60	37.50	1.80
Derecha	1.20	0.60	25.00	1.80
Derecha	0.95	2.02	22.50	1.01
Derecha	1.20	0.60	17.00	1.80
Derecha	1.20	0.60	4.50	1.80
Frontal	3.80	1.80	2.40	1.80
Frontal	1.20	1.80	5.50	1.80
Frontal	1.75	2.20	7.20	1.10
Frontal	1.20	1.80	9.00	1.80
Frontal	3.80	1.80	12.00	1.80

TABLA 2.- HUECOS EN LA EDIFICACIÓN INDUSTRIAL

De este modo, el software CYPE podrá obtener los valores de la acción del viento a 0°, 90°, 180° y 270°.

1.6.2.2.4.- ACCIONES TÉRMICAS

Según se indica en el apartado del CTE DB SE-A 3.4.1.3 se debe adoptar lo estipulado en lo relativo a acciones térmicas.

“Los edificios y sus elementos están sometidos a deformaciones y cambios geométricos debidos a las variaciones de la temperatura ambiente exterior. La magnitud de las mismas depende de las condiciones climáticas del lugar, la



orientación y de la exposición del edificio, las características de los materiales constructivos y de los acabados o revestimientos, y del régimen de calefacción y ventilación interior, así como del aislamiento térmico.”

“Las variaciones de la temperatura en el edificio conducen a deformaciones de todos los elementos constructivos, en particular, los estructurales, que, en los casos en los que estén impedidas, producen tensiones en los elementos afectados.”

“La disposición de juntas de dilatación puede contribuir a disminuir los efectos de las variaciones de la temperatura. En edificios habituales con elementos estructurales de hormigón o acero, pueden no considerarse las acciones térmicas cuando se dispongan juntas de dilatación de forma que no existan elementos continuos de más de 40 m de longitud. Para otro tipo de edificios, los DB incluyen la distancia máxima entre juntas de dilatación en función de las características del material utilizado.”

Debido a que, en nuestro caso, se colocarán juntas de dilatación cada 20 m, no será necesario tener en cuenta las acciones térmicas en los cálculos.

1.6.3.- MATERIALES

1.6.3.1.- HORMIGÓN CIMENTACIÓN

Para las cimentaciones se utilizará hormigón armado, que debe ser compatible con las acciones químicas a las que se verá sometido, algo que se consigue teniendo en consideración el ambiente (clase general + clases específicas) de la zona donde se va a construir.

Se adoptará un ambiente II_b. Para este ambiente la EHE-08 exige una resistencia mínima para el hormigón de 30 N/mm², por lo tanto, se empleará HA-30.

- Recubrimiento mínimo superior e inferior de cimentación: 50 mm
- Recubrimiento mínimo laterales de cimentación: 80 mm

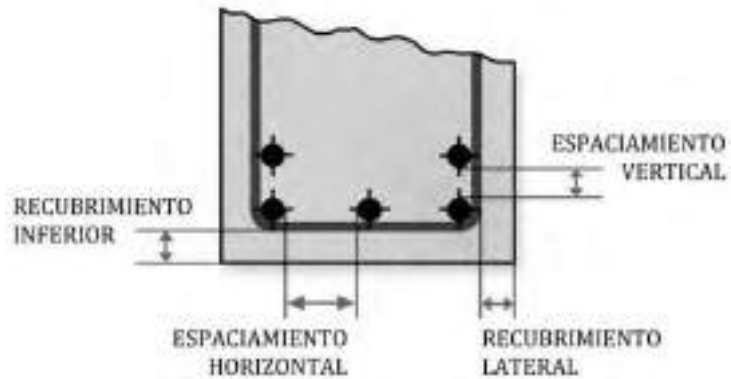


ILUSTRACIÓN 18.- RECUBRIMIENTOS EN HORMIGÓN

Denominación:

HA-30/B/30/II_b+Q_a

Hormigón de limpieza

En todas las cimentaciones se colocará una solera de asiento, de modo que se evite una posible contaminación durante las primeras horas del vertido. El espesor de dicha solera de hormigón de limpieza será de 10 cm.

Denominación:

HL-150/B/20

Barras de Acero

Para las barras de acero que se incluyan al hormigón se utilizará acero **B500SD** por ser el más comúnmente encontrado en el mercado y que tiene una resistencia característica de 500 N/mm². Este acero se utilizará para el armado de las zapatas aisladas de cimentación, las vigas de atado y los pernos de anclaje.



1.6.3.2.- ACERO

El acero utilizado tanto para las correas de la cubierta como las correas laterales será del tipo **S235JR**.

Para la totalidad de los perfiles de la estructura metálica y sus tirantes se utilizará acero del tipo **S275JR**.



ILUSTRACIÓN 19.- PERFILES DE ACERO

1.6.4.- GENERADOR DE PÓRTICOS

En primer lugar, para realizar los cálculos de la estructura metálica, definiremos las dimensiones de los pórticos, el número de pórticos y la distancia entre cada uno de ellos. Utilizando, el generador de pórticos se agiliza el dimensionamiento general de la estructura y se facilita la disposición de las correas.

Los valores introducidos son los siguiente:

- Número de pórticos: 17
- Luz del Pórtico: 25 m
- Altura de pilares: 6 m
- Altura total del pórtico: 8,204 m
- Distancia entre pórticos: 5 m

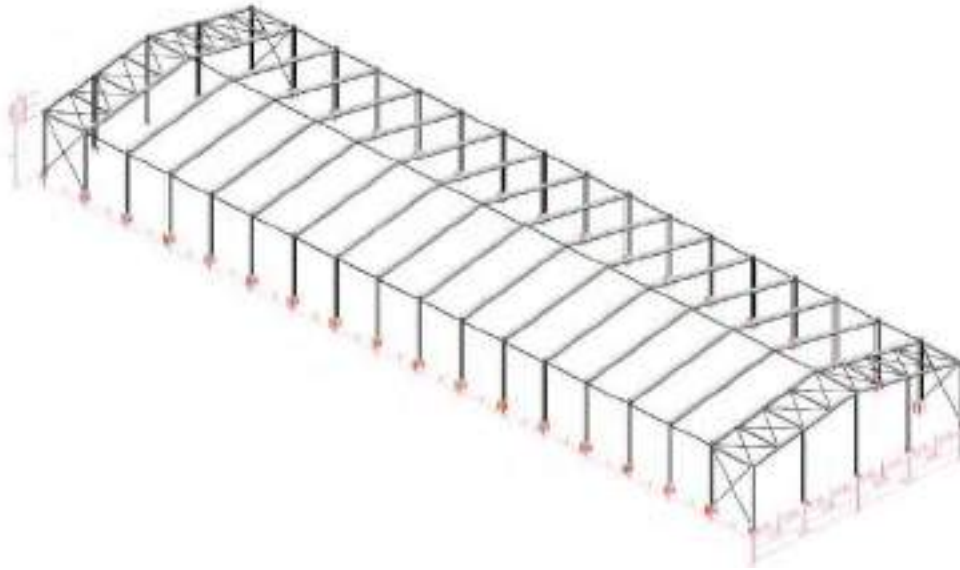


ILUSTRACIÓN 20.- DIMENSIONES DE ESTRUCTURA METÁLICA

Se ha escogido una separación entre pórticos de 5 m, debido a criterios económicos, dado el hecho de que a una mayor separación implicaría una reducción en los costes de la estructura, pero se incrementaría en los costes de las correas.

Una vez, tenemos establecidos las acciones que actúan en la estructura y sus dimensiones, procedemos a la realización de los cálculos de las correas sobre la estructura.

Las correas tienen por objetivo soportar el peso del cerramiento de la cubierta, transmitiendo este peso a los dinteles y de ahí hacia los pilares para finalmente transmitirlo a la cimentación. Por otra parte, arriostran los pórticos fuera de su plano de una manera ligera, pues su presencia no se considera suficiente para arriostrar los pórticos en sentido longitudinal.

Para el cálculo de la estructura el software solicita los siguientes datos:

- Límite de flecha
- Número de vanos
- Tipo de fijación



Límite de flecha

Esta flecha, hace referencia a la flecha relativa, la cual el CTE describe del siguiente modo: ““Cuando se considere la integridad de los elementos constructivos, se admite que la estructura horizontal de un piso o cubierta es suficientemente rígida si, para cualquiera de sus piezas, antes cualquier combinación de acciones característica, considerando sólo las deformaciones que se producen después de la puesta en obra del elemento, la flecha relativa es menor que:

- **L/500**, en pisos con tabiques frágiles o pavimentos rígidos sin juntas
- **L/400**, en pisos con tabiques ordinarios o pavimentos rígidos con juntas
- **L/300**, resto de casos

La flecha que se aplicará en las correas será de L/300.

Número de vanos

Según el teorema de los tres momentos, seleccionar tres vanos ofrece la ventaja de que las vigas que van a continuación de otra se empotren entre sí en los apoyos. Entre otras cosas se consigue reducir notablemente las flechas de dichas vigas ya que el máximo momento flector positivo se reduce en detrimento de los momentos negativos.

Por lo tanto, si se apoyan las correas sobre los dinteles del pórtico, se obtiene un momento flector máximo positivo el cual produce una flecha máxima. Si se empotran dichos extremos de las correas dos a dos, se reducirá este momento y sus correspondientes flechas producidas, y si por consiguiente empotramos todos los tramos entre sí, se consigue la máxima reducción de la flecha, optimizando así la barra. Por ello, se debe elegir la elección “Tres vanos o más”, ya que en la estructura tendremos unos 16 vanos. Obteniendo de este modo unas dimensiones más económicas para las correas

Por lo tanto, las correas se empotrarán en los pórticos de la fachada principal y en el pórtico de la fachada trasera, de modo que la correa trabaje como una



viga continua. Para conseguir esto, se soldarán las correas entre sí y además con el dintel sobre el que se apoyarán.

Tipo de fijación

Cubierta no colaborante: Es una cubierta de fibrocemento, uralita, ... La cual se fijaban mediante ganchos a las correas, siendo estas nada inmovilizadas y en la que habrá que comprobar las correas a flexión en sus 2 ejes y a torsión

Fijación por gancho: Es una cubierta de paneles rígidos unidos mediante ganchos a las correas. De este modo, las correas estarán sometidas a flexión y cortante en el plano perpendicular al plano de la cubierta y a torsión por succión

Fijación rígida: Es una cubierta de chapa simple de panel de chapa prefabricada uniéndose a las correas mediante tornillos autotaladrantes al ala de la correa. De este modo la cubierta colabora con las correas trabajando a torsión y a tracción.

Mediante una fijación de cubierta no colaborante o una fijación mediante gancho no se consigue arriostrar la cubierta. Por lo tanto, escogeremos la opción de fijación rígida para arriostrar la cubierta.

Ahora definiremos los siguientes parámetros de las correas:

- Tipo de perfil
- Tipo de acero
- Separación entre correas

Tipo de perfil

El perfil que se ha utilizado para las correas de la cubierta es el UF-140X4.

Tipo de acero

Se ha escogido un acero del tipo S235JR.



Separación entre correas

Es la distancia entre dos correas consecutivas. Dicha distancia será de 1.5 m obteniendo de este modo 9 correas por faldón en la cubierta.

ILUSTRACIÓN 21.- DATOS DE LAS CORREAS DE LA CUBIERTA

Las comprobaciones de dichas correas se mostrarán en el anejo de “Cálculos estructura. Comprobaciones CYPE”.

Ahora definiremos, los datos para las correas laterales de la estructura.

Flecha límite

Para estas correas seguiremos utilizando un límite de flecha relativa de $L/300$.

Número de vanos

En este apartado se mantendrá la opción de “Tres vanos o más”.

Tipo de fijación

Se mantiene una fijación rígida, debido a que las correas se fijarán a unas placas de hormigón prefabricado, y en la que se puede observar que dicha envolvente colabora con el arriostramiento en dicho plano.

Tipo de perfil

Para este caso, utilizaremos un perfil de sección rectangular de 200 mm x 70 mm.

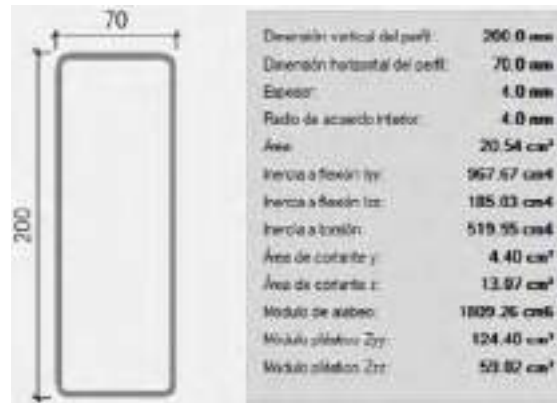


ILUSTRACIÓN 22.- DIMENSIONES DE PERFILES DE CORREAS LATERALES

Separación entre correas

Otorgaremos una separación entre correas de 3 m, obtenido de este modo un número de 3 correas laterales en cada lateral de la estructura.

Tipo de acero

El tipo de acero utilizado será el de S235JR.

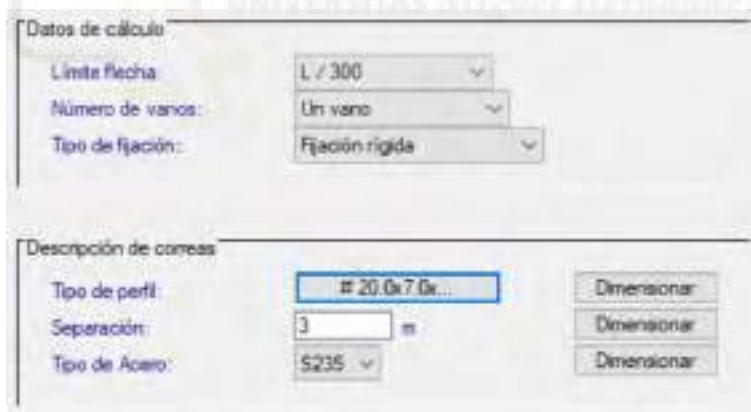


ILUSTRACIÓN 23.- DATOS DE CORREAS LATERALES

Las comprobaciones de dichas correas se mostrarán en el anejo de “Cálculos estructura. Comprobaciones CYPE”.

Una vez, hemos definido las correas de la estructura y se han comprobación de modo que cumplan las exigencias de las cargas recibidas, procederemos a la exportación a Cype 3D.



Las opciones de exportación que se han escogido son las siguientes:

Configuración de apoyos: Se considerará que los pilares estarán empotrados en las zapatas de cimentación.

Opciones de pandeo: Se decide que todos los nodos de la edificación industrial obtengan unos desplazamientos y giros semejante. En este caso, se seleccionará “Pórticos traslacionales”.

Tipo de generación: Se seleccionará la opción “Pórticos 3D”, ya que se pretende trabajar con todos los pórticos de la nave.

Opciones de agrupación: Las cargas de viento serán dependiente de la profundidad de cada pórtico. En este caso, se escoge la opción de que todos los pórticos sean independientes, de modo que cada pórtico reciba las cargas que les corresponden.

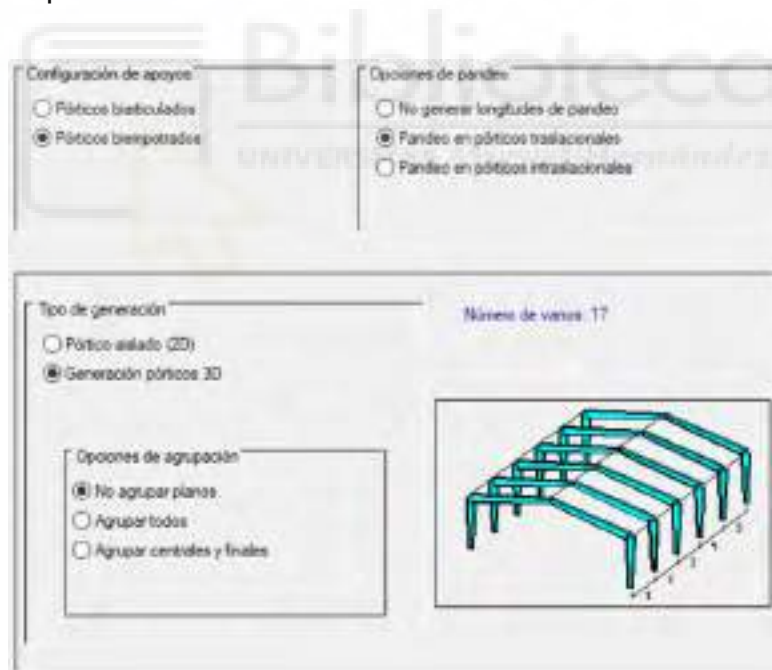


ILUSTRACIÓN 24.- DATOS DE EXPORTACIÓN A CYPE 3D

1.6.5.- CYPE 3D

Una vez, lo hemos exportado a *Cype 3D* obtenemos el siguiente resultado:

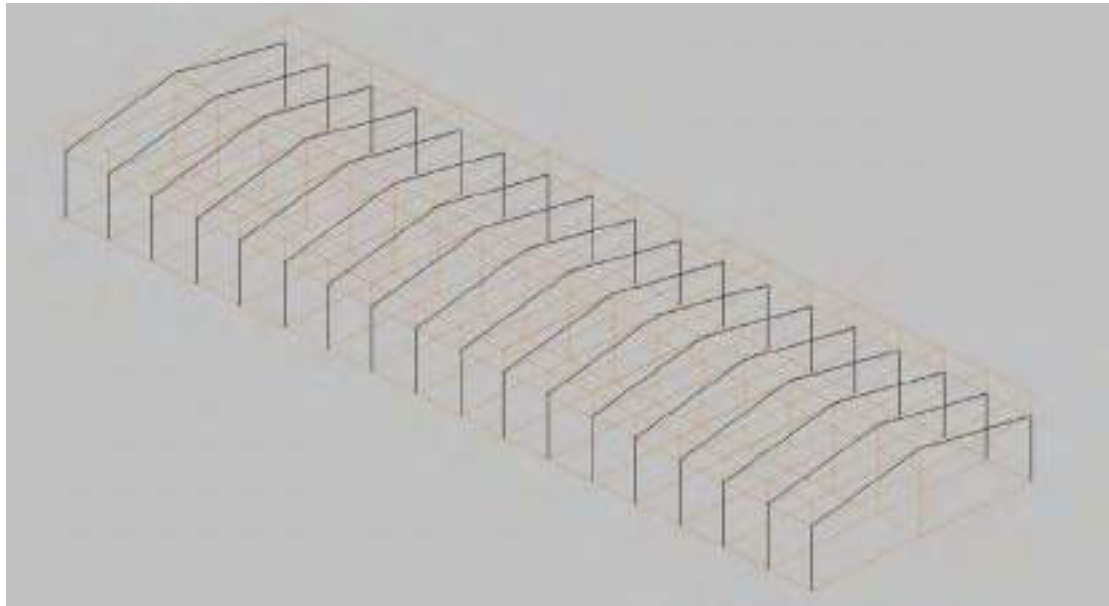


ILUSTRACIÓN 25.- MODELO CYPE 3D

Una vez llegados a este punto, debemos realizar los siguientes pasos:

- Realización de viga perimetral
- Realización de cruz de San Andrés
- Realización de pilares Hastiales
- Realizar viga contraviento
- Articular barras necesarias
- Definir los tipos de nudos
- Definir los coeficientes de pandeo de las barras
- Aplicar límites de flechas

1.6.5.1.- PILARES HASTIALES

Se colocarán 3 pilares hastiales en los pórticos de fachada separados una distancia de 6,25 m entre sí. Por lo tanto, el pórtico fachada quedará del siguiente modo:



ILUSTRACIÓN 26.- PÓRTICO FACHADA

El apoyo de estos pilares hastiales son apoyos articulados, obteniendo de este modo un ahorro de hormigón para la cimentación. Con el apoyo articulado solamente restringimos los desplazamientos, quedando libres los giros.

1.6.5.2.- VIGA PERIMETRAL

Gracias a estas vigas conseguimos rigidizar la estructura en sentido longitudinal. Estas vigas se disponen de tal modo que une las cabezas de los pilares de los distintos pórticos. Además, se colocará una viga de atado en la cumbrera de la edificación a modo de otorgar una mayor rigidización en la estructura global.

Estas vigas perimetrales serán articuladas en las cabezas de pilares de los pórticos, de modo que solamente se rigidice el pórtico en sentido longitudinal, sin que la viga perimetral este sometida a grandes momentos flectores.

Viga contraviento

Las vigas contraviento poseen las siguientes funciones:

- El viento que actúa sobre los pórticos de fachada, tienen un apoyo superior en la cubierta, donde las reacciones longitudinales en el apoyo superior serán recogidas por la viga contraviento.
- Estabiliza los dinteles, los cuales a su vez forman parte de los cordones de las vigas contraviento, haciendo de este modo que se evite el pandeo en la cubierta de la edificación industrial.

Existen 2 tipología de vigas cortavientos:

- Viga tipo Warren
- Viga tipo Pratt

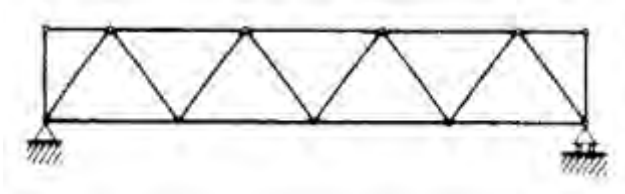


ILUSTRACIÓN 27.- VIGA TIPO WARREN



ILUSTRACIÓN 28.- VIGA TIPO PRATT

Finalmente, la estructura global quedará del siguiente modo:

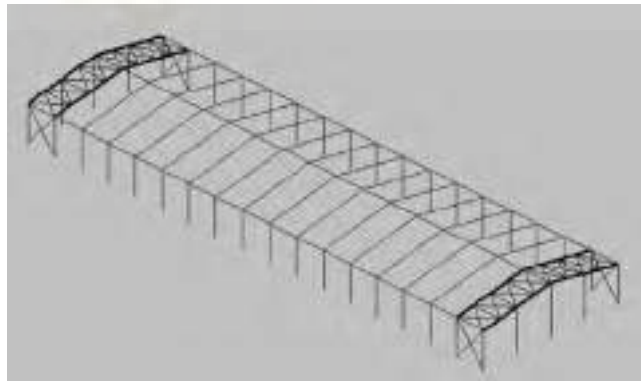


ILUSTRACIÓN 29.- ESTRUCTURA GLOBAL DE LA EDIFICACIÓN

Como podemos observar, hemos dividido la viga cortaviento en cuatro segmentos, para de este modo reducir los momento flectores y así poder realizar una unión soldada entre los bastidores de la viga cortaviento y los dinteles de la edificación industrial.

1.6.5.3.- NUDOS

Ahora nos dispondremos, a definir los nudos que intervienen en la edificación industrial. En el software podemos distinguir entre dos tipos de nudos o vinculaciones:

- Vinculación exterior
- Vinculación interior

1.6.5.3.1.- VINCULACIÓN EXTERIOR

Este tipo de vinculación hace referencia a los nodos entre los pilares de los pórticos y las zapatas de cimentación.

La unión entre pilares y cimentación, ya vienen determinadas como uniones empotradas, tal y como se definió en la exportación de *Generador de pórticos* a *Cype 3D*. Estas uniones representan las placas de anclaje.

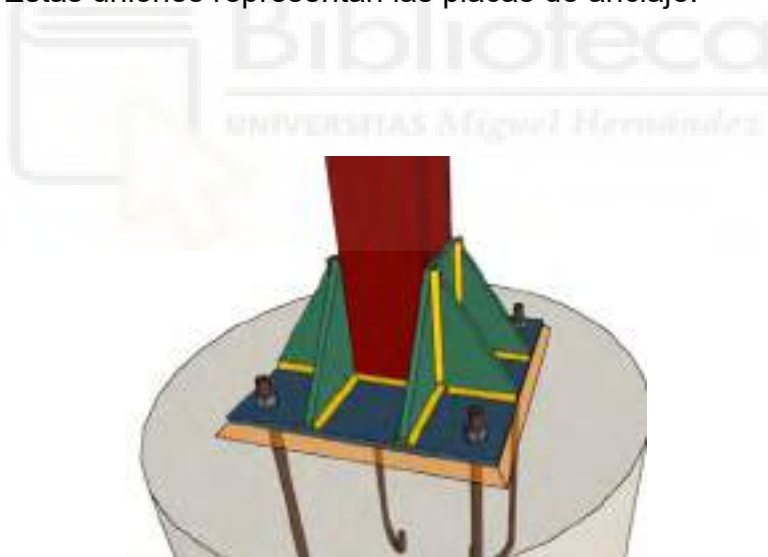


ILUSTRACIÓN 30.- PLACA DE ANCLAJE

Para los pilares hastiales se designarán una unión articulada entre el pilar y la cimentación, para obtener valores más económicos de la cimentación.

- **Pilar-Zapata:** Unión empotrada
- **Pilar Hastial-Zapata:** Unión articulada



1.6.5.3.2.- VINCULACIÓN INTERIOR

Las vinculaciones interiores hacen referencia a las uniones entre los propios elementos de la estructura metálica. Estas uniones pueden ser de dos tipos:

- Uniones empotradas.
- Uniones articuladas.

La rigidez en los nudos se obtiene de diferentes maneras, siendo la más común el uso de rigidizadores, que simulan las alas de barras atravesando la barra, en la cual está empotrada.

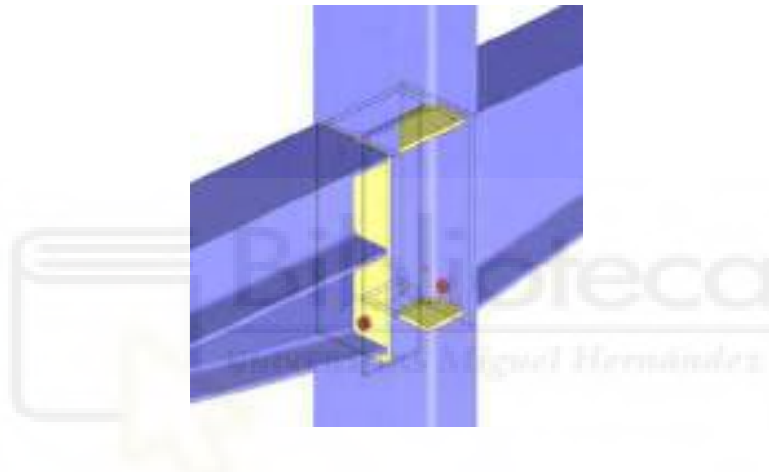


ILUSTRACIÓN 31.- RIGIDIZADORES

A continuación, se enumeran los distintos tipos de uniones realizadas en la estructura:

- **Pilar-Dintel:** Unión empotrada
- **Viga perimetral cabeza de pilares:** Unión articulada en ambos extremos
- **Viga perimetral cumbreira:** Unión articulada en ambos extremos
- **Bastidor de viga cortaviento:** Unión articulada en ambos extremos
- **Pilar Hastial-Dintel:** Unión articulada
- **Tirantes de Cruz de San Andrés:** Unión articulada en ambos extremos
- **Dintel-Dintel:** Unión empotrada

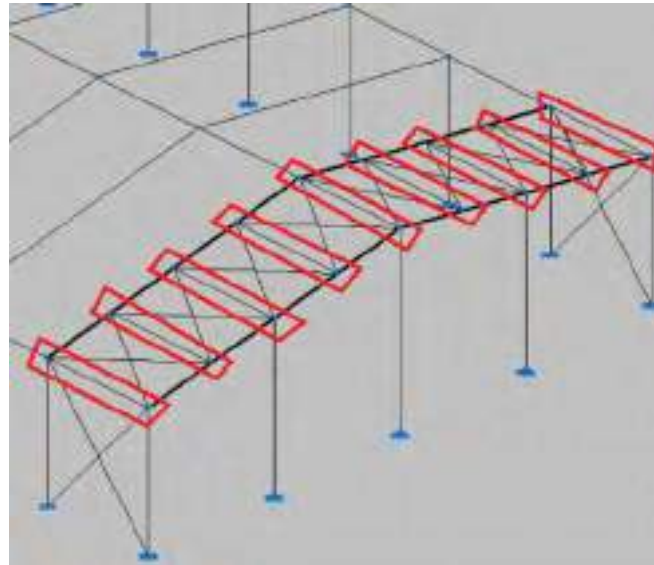


ILUSTRACIÓN 32.- BASTIDOR DE VIGA CORTAVIENTO

Para las uniones empotradas Pilar-Dintel y Dintel-Dintel, se añadirán rigidizadores, llamados cartelas. Estos rigidizadores se encuentran debajo del dintel y son los encargados de realizar una unión empotrada.

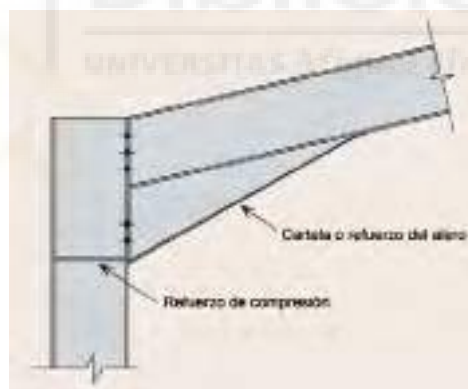


ILUSTRACIÓN 33.- CARTELA UNIÓN PILAR-DINTEL

Para la realización de estas cartelas en el programa *Cype 3D*, se seleccionará la opción de perfil con disposición simple con cartela, como solamente se colocarán en la parte inferior del perfil, quedarán seleccionadas las casillas de “cartela inicial inferior” y “cartela final inferior”. Los valores establecidos en ambos casos han sido:

- **Cartela inicial inferior:** 10 %
- **Cartela final inferior:** 20 %



1.6.5.4.- PREDIMENSIONAMIENTO

Ahora, nos dispondremos a realizar un predimensionamiento de los perfiles que se utilizarán en la obra, para que de este modo el programa puede realizar las comprobaciones correspondientes en los perfiles y verificar que cumplen con las exigencias de las cargas. Por lo tanto, en primer lugar, designaremos unos perfiles base de modo que verifiquemos que cumplen las exigencias. Dicho programa, mostrará de color rojo las barras que no cumplan las exigencias y de color verde las barras que cumplen.

El software ofrece la opción de agrupar varias barras de modo que sus condiciones (perfiles, ...) sean semejantes o iguales, de manera que se agilicen las modificaciones en las barras.

Por último, cuando hayamos conseguido que la totalidad de las barras cumplan las exigencias debemos observar que ninguna de estas barras contenga un aprovechamiento superior al 85%, para otorgar una seguridad a la estructura y no sobredimensionar la estructura haciendo una optimización en los materiales utilizados.

1.6.5.4.1.- PÓRTICOS DE FACHADA

PÓRTICO DE FACHADA	
Pilar	HEB 240 B
Pilares Hastiales	HEB 240 B
Dintel	IPE 200

TABLA 3.- PERFILES DEL PÓRTICO DE FACHADA

Los perfiles hastiales se girará 90° respecto de la posición predeterminada, para que de este modo ofrezcan su mayor inercia frente al viento frontal. Este giro, se realizará desde la opción “Describir disposición”



1.6.5.4.2.- PÓRTICO INTERIOR

PÓRTICO INTERIORES	
Pilar	HEB 400 B
Dintel	IPE 300 CON CARTELAS

TABLA 4.- PERFILES DEL PÓRTICO INTERIOR

1.6.5.4.3.- ESTRUCTURA SECUNDARIA

ESTRUCTURA SECUNDARIA	
Viga perimetral	IPE 160
Viga perimetral cumbre	IPE 160
Bastidores de Cruz de San Andrés	IPE 120
Tirantes	REDONDO 12

TABLA 5.- PERFILES DE ESTRUCTURA SECUNDARIA

Los bastidores de Cruz de San Andrés, deben estar alineados con los faldones de la cubierta, en el faldón izquierdo se otorgará una inclinación de 10° grados decimales y en el faldón derecho será una inclinación de -10° grados decimales.

1.6.5.5.- COEFICIENTES DE PANDEO

Una vez, se ha predimensionado la totalidad de la estructura, se aplicarán los coeficientes de pandeo correspondientes según los apoyos de las barras y de este modo optimizar la edificación industrial todo lo posible.

El pandeo es un fenómeno de inestabilidad por compresión en el que se alcanza un equilibrio elástico y una nueva configuración deformada, para ciertos valores de carga de compresión. La resistencia de un elemento a

pandeo depende de la resistencia de la sección y de la resistencia de la barra frente a inestabilidades.

Los tirantes de la cruz de San Andrés al trabajar a tracción, no será necesario aplicar coeficiente de pandeo a dichos elementos.

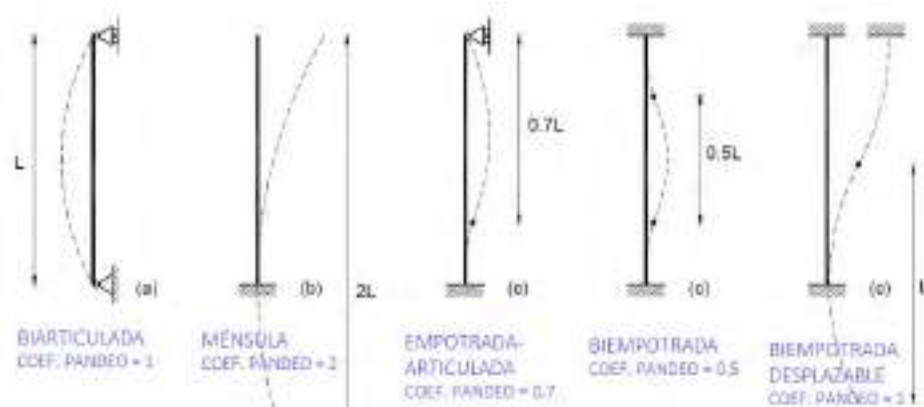


ILUSTRACIÓN 34.- COEFICIENTES DE PANDEO

1.6.5.5.1.- PANDEO PÓRTICO FACHADA

Pilares exteriores

Asignaremos los coeficientes de pandeo en el plano débil (xy) y en el plano fuerte (xz). En el plano de inercia débil, los planos xy de las piezas coinciden con los planos de pandeo de el ala de cada perfil.

- Coef. de pandeo plano débil (xy) = 0
- Coef. de pandeo plano fuerte (xz) = 0,7

Pilares hastiales

- Coef. de pandeo plano débil (xy) = 0,7
- Coef. de pandeo plano fuerte (xz) = 0,7



Dinteles

Los dinteles al estar arriostrados por los pilares hastiales, la longitud de pandeo será la longitud será la distancia entre el extremo del dintel hasta el pilar hastial. Esta distancia será de 6,34 m.

$$L_k = \beta \cdot L \rightarrow \beta = \frac{L_k}{L} = \frac{6.34}{12.69} = 0,5$$

- Coef. de pandeo plano fuerte (xz) = 0,5

El coeficiente de pandeo en el plano débil, este condicionado por el arriostramiento de las correas de la cubierta. Obteniendo el siguiente coeficiente de pandeo.

$$L_k = \beta \cdot L \rightarrow \beta = \frac{L_k}{L} = \frac{1.5}{12.69} = 0,118$$

- Coef. de pandeo plano débil (xy) = 0,118

1.6.5.5.2.- PÓRTICOS INTERIORES

Pilares

En estos pilares debido a las correas laterales, debido a la colocación de placas de hormigón prefabricado, el coeficiente de pandeo en el plano débil (xy) será el siguiente.

$$L_k = \beta \cdot L \rightarrow \beta = \frac{L_k}{L} = \frac{3}{6} = 0,5$$



Y en el plano fuerte, al ser una barra empotrada y articulada, tendremos un coeficiente de pandeo de 0,7.

- Coef. de pandeo plano débil (xy) = 0,5
- Coef. de pandeo plano fuerte (xz) = 0,7

Dinteles

En el plano débil, quedarán arriostrada por las correas de la cubierta. Por lo tanto, como se ha observado en los dinteles de los pórticos de fachada el coeficiente de pandeo en este plano será de 0,118. En el plano fuerte, debido a que es una barra biempotrada, el coeficiente de pandeo será de 1.

- Coef. de pandeo plano débil = 0,118
- Coef. de pandeo plano fuerte = 1

1.6.5.5.3.- ESTRUCTURA SECUNDARIA

Vigas perimetrales

Debido al cerramiento lateral, el cual es de hormigón prefabricado, observaremos que se dificultará el pandeo en ese plano. Por lo tanto, el coeficiente de pandeo en el plano débil será de cero.

En el plano fuerte, al tratarse de una barra biarticulada, el coeficiente de pandeo tendrá el valor de 1.

- Coef. de pandeo plano débil (xy) = 0
- Coef. de pandeo plano fuerte (xz) = 1

1.6.5.6.- ESTRUCTURA METÁLICA FINAL

Después, de realizar las modificaciones oportunas en las diferentes barras de la edificación industrial, de modo que la totalidad de los elementos que interviene cumplan con las exigencias marcadas por las normativas vigentes,



en cuanto a temas de seguridad estructural, donde los perfiles de los diferentes pórticos quedarán del siguiente modo:

PÓRTICOS DE FACHADA		
	Predimensionamiento	Perfiles Finales
Pilares	HEB 240 B	HEB 260 B
Pilares Hastiales	HEB 240 B	HEB 260 B
Dinteles	IPE 200	HEB 240 B
PÓRTICOS INTERIORES		
	Predimensionamiento	Perfiles Finales
Pilares	HEB 400 B	HEB 340 B
Dinteles	IPE 300 CON CARTELAS	HEB 360 B CON CARTELAS
ESTRUCTURA SECUNDARIA		
	Predimensionamiento	Perfiles Finales
Viga perimetral	IPE 160	IPE 100
Viga perimetral cumbrera	IPE 160	IPE 100
Bastidores de Cruz de San Andrés	IPE 120	IPE 200
Tirantes	REDONDO 12	REDONDO 20

TABLA 6.- PERFILES FINALES DE LA EDIFICACIÓN INDUSTRIAL

1.6.5.7.- UNIONES

Ahora, realizaremos las uniones de los diferentes nodos de la estructura metálica. Para ello, en primer lugar, debemos generar las diferentes uniones, dicha opción se encuentra en la pestaña “Uniones”, opción “Generar”, quedando el modelo 3D, tal que así.

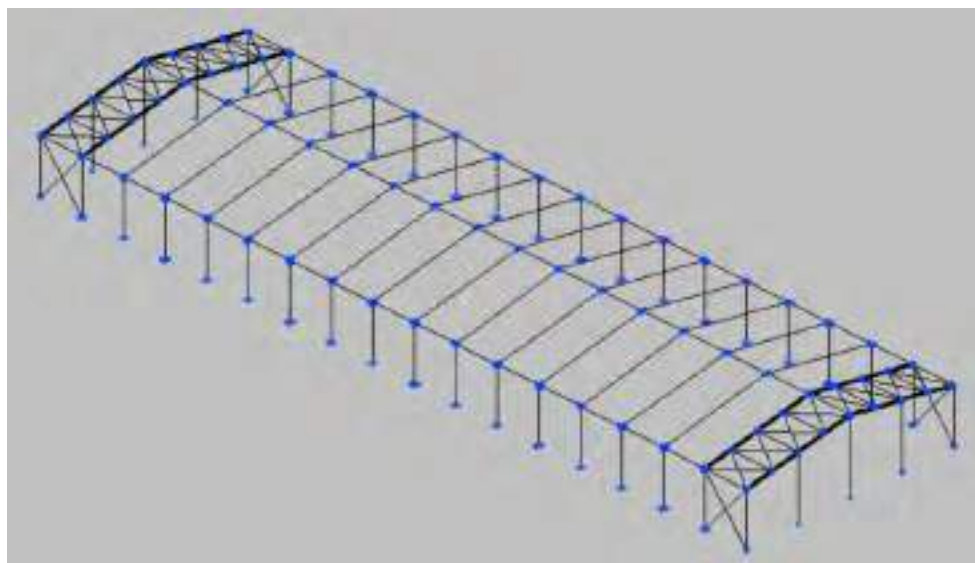


ILUSTRACIÓN 35.- UNIONES DE LA ESTRUCTURA METÁLICA

A la hora de realizar los cálculos de las uniones, escogeremos la opción de uniones soldadas, debido a que las uniones atornilladas en lugares como la unión bastidor de cruz de San Andrés-Dintel no habría suficiente espacio para realizar una unión atornillada resistente.

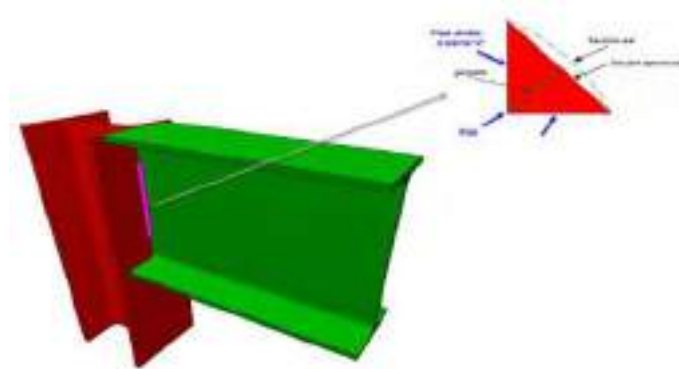


ILUSTRACIÓN 36.- UNIÓN SOLDADA

Las ventajas que presentan las uniones soldadas permiten que los perfiles queden perfectamente unidos mediante un cordón de soldadura y no sería necesario que un perfil no esté perfectamente enfrentado el uno al otro.

Sin embargo, la soldadura presenta el inconveniente de que las soldaduras deben ser realizadas por especiales y precisan de un gran control de forma que se evite fallos en la soldadura interna.

1.6.5.8.- CIMENTACIÓN

La cimentación se resolverá mediante zapatas aisladas unidas entre sí mediante vigas de atado.

Se ha optado por 2 tipos diferente de zapatas

- Tipo 1 Pórtico de Fachada: 135 x 135 x 60 (Zapata cuadrada)
- Tipo 2 Pórticos Interiores: 215 x 320 x 80 (Zapata rectangular)

Las vigas de atado presentan las siguientes dimensiones:

- Viga de atado: 40 x 40

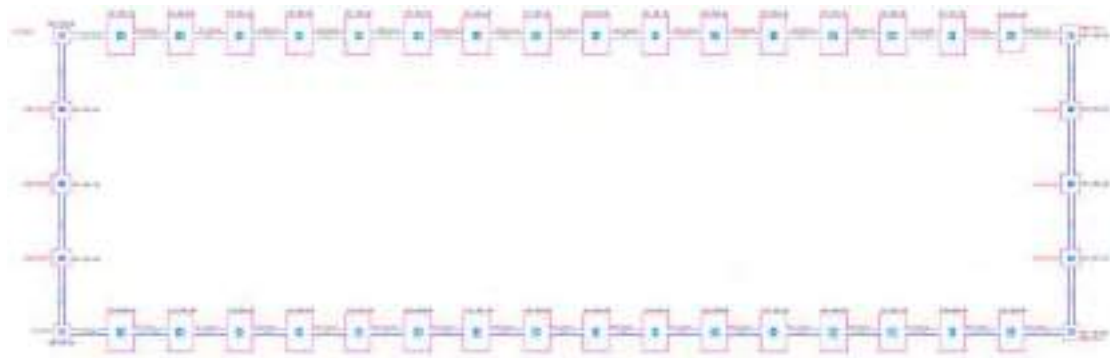


ILUSTRACIÓN 37.- CIMENTACIÓN DE EDIFICACIÓN INDUSTRIAL

1.7.- INSTALACIÓN DE PROTECCIÓN CONTRAINCENDIOS

1.7.1.-INTRODUCCIÓN

Los incendios en edificaciones industriales suponen un grave riesgo para el personal y los bienes materiales.

A modo de evitar que se puedan ocasionar graves daños, se instalarán unos recursos a fin de poder prevenir, limitar y luchar contra su extinción mediante una serie de medios y recursos, de los cuales estará previsto la edificación industrial.

Esta serie de medios y recursos variarán en función de los materiales almacenados, la actividad a la que se dedique la edificación industrial y el riesgo que ello posea, a modo de poder establecer un programa de prevención de incendios.

En el campo de protección contra el fuego, existen dos clases de protección diferentes que cabría conocer:

Protección Activa: Esta toda aquella acción directa para la lucha contra el fuego, como pueden ser los extintores, rociadores, bocas de incendio equipadas, ...



Protección Pasiva: Todo aquella para evitar la extensión del fuego en la edificación, retrasando su desarrollo. Las medidas de protección pasivas pueden ser resistencia al fuego de los elementos estructurales, habilitación de vías de evacuación.

1.7.2.-NORMATIVA APLICABLE

- **R.D. 2276/2004**, de 3 de diciembre, BOE 17 de diciembre 2004, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales (RSCIEI).
- **RD 314/2006**, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación (CTE). Aplicando en este caso el Documento Básico de Seguridad de Incendios (DB-SI).
- **R.D. 513/2017** de 22 de mayo, BOE 12 de junio 2017, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios.
- Norma **UNE-EN 671-1:1995**, Bocas de incendio equipadas con mangueras semirrígidas (BIES 25 mm).
- Norma **UNE-EN 671-2:1995**, Bocas de incendio equipadas con mangueras planas (BIES 45 mm).
- Norma **UNE 23.091**, de mangueras de impulsión para la lucha contra incendios.
- Norma **UNE 23.400**, racores de conexión de 25, 45, 70 y 100 mm.
- Norma **UNE 23410-1:1994**, Lanzas-boquilla de agua para la lucha contra incendios.
- Norma **UNE-EN 12845:2004**, Sistemas de rociadores automáticos. Diseño, instalación y mantenimiento.
- Norma **EN 12259**, Componentes para sistemas de rociadores y agua pulverizada.
- Norma **UNE 23008-2:1998**, Concepción de las instalaciones de pulsadores manuales de alarma de incendio.
- Normas **UNE 23-405-90**, **23-406-90** y **23-407-90** para hidrantes.
- **UNE 23585:2017**, Seguridad contra incendios. Sistemas de control de humo y calor. Requisitos y métodos de cálculo y diseño para proyectar



un sistema de control de temperatura y de evacuación de humos (SCTEH) en caso de incendio estacionario.

- **UNE-EN 54-1:2011**, Sistemas de detección y alarma de incendio. Parte 1: Introducción.
- **UNE 23007-2:1998/1M:2008**, Sistemas de detección y de alarma de incendios. Parte 2: Equipos de control e indicación.
- **UNE 23007-4:1998/2M:2007**, Sistemas de detección y de alarma de incendios. Parte 4: Equipos de suministro de alimentación.
- **Regla técnica CEPREVEN RT3-DET**, Especificación Técnica para el Diseño e Instalación de Sistemas de Detección Automática y Alarma de Incendios.
- **UNE 23007-14:2014**, Sistemas de detección y alarma de incendios. Parte 14: Planificación, diseño, instalación, puesta en servicio, uso y mantenimiento.
- **UNE-EN 3-7:2004 [7]**: Extintores portátiles de incendios. Parte 7. Características, requisitos de funcionamiento y métodos de ensayo.
- **UNE 23034:1988**, Seguridad contra incendios. Señalización de seguridad. Vías de evacuación.
- **UNE 23035-1:2003**, Seguridad contra incendios. Señalización fotoluminiscente. Parte 1: Medida y calificación.
- **UNE 23035-2:2003**, Seguridad contra incendios. Señalización fotoluminiscente. Parte 2: Medida de productos en el lugar de utilización.
- **UNE 23035-3:2003**, Seguridad contra incendios. Señalización fotoluminiscente. Parte 3: Señalizaciones y balizamientos luminiscentes.
- **UNE 23035-4:2003**, Seguridad contra incendios. Señalización fotoluminiscente. Parte 4: Condiciones generales. Mediciones y clasificación.

1.7.3.- NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO

Según el Anexo I del Reglamento de Seguridad contra Incendios en los Establecimientos Industriales, los establecimientos industriales se determinarán por:

- Su configuración y relación con el entorno
- Nivel de riesgo Intrínseco

A continuación, se realizará el cálculo de riesgo intrínseco de la presente edificación industrial siguiendo el método marcado en el Anexo I del Reglamento de Seguridad contra Incendios en los Establecimientos Industriales. En primer lugar, designaremos el tipo de configuración de la edificación industrial.

1.7.3.1.- CONFIGURACIÓN DE LA EDIFICACIÓN INDUSTRIAL

Según se indica en el Anexo I del Reglamento, existen diferentes tipos de configuraciones de establecimientos industriales, según su relación con el entorno. La presente edificación industrial presentará una configuración del tipo C, en la cual el establecimiento industrial se encuentra a una distancia de más de 3 metros de establecimientos industriales próximos, en la que dicha distancia debe estar libre de mercancías combustibles o elementos intermedios susceptibles de propagar un incendio.

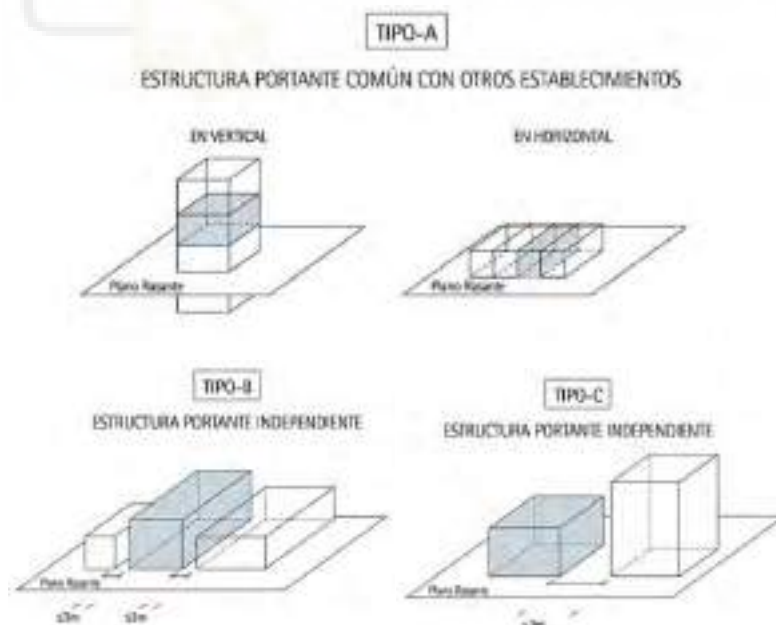




ILUSTRACIÓN 38.- CONFIGURACIONES DE ESTABLECIMIENTOS INDUSTRIALES

Se aplicará el Reglamento de Seguridad Contra Incendios en Establecimientos Industriales, en la totalidad de la edificación industrial, debido a que según marca el artículo 2 de dicho reglamento, para que sea de aplicación el Código Técnico de la Edificación, cuando en un mismo establecimiento se encuentra distintas actividades bajo la misma titularidad, cuando no se cumpla cualquiera de las siguientes restricciones:

- Zona administrativa, con una superficie construida superior a 250 m².
- Sala de reuniones, conferencias, proyecciones: con una capacidad superior a 100 personas.

Por lo tanto, como podemos observar en el siguiente cuadro de superficies, nuestra zona administrativas, no supera los 250 m², ni posee una ocupación superior a las 100 personas, haciendo que la edificación esté condicionada solamente por el Reglamento de Seguridad contra Incendios en Establecimientos Industriales.

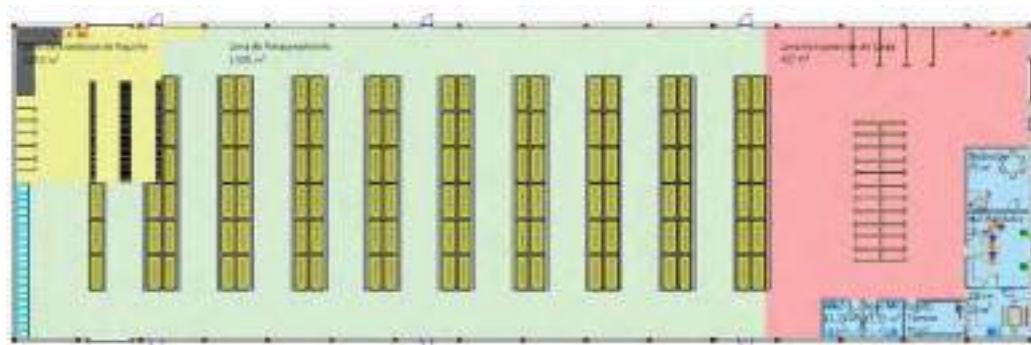


ILUSTRACIÓN 39.- ZONAS DE LA EDIFICACIÓN INDUSTRIAL



TABLA DE SUPERFICIES			
Zonas	Superficie	Volumen	Altura
Oficina-Recibidor	30.00	90.00	3.00
Despacho	25.00	75.00	3.00
Office	20.00	60.00	3.00
Aseo Hombres	11.25	33.75	3.00
Aseo Mujeres	11.25	33.75	3.00
Cuarto Técnico	15.00	45.00	3.00
Zona de Expedición de Carga	437.00	3,933.00	9.00
Zona de Expedición de Reparto	145.50	1,309.50	9.00
Zona de Almacenamiento	1,305.00	11,745.00	9.00
TOTAL	2,000.00	17,325.00	

TABLA 7.- CUADRO DE SUPERFICIES

1.7.3.1.1.- SECTORIZACIÓN

La edificación industrial está contenida en un solo sector, de manera que ese sector engloba la zona administrativa y la zona de almacenamiento.

Dicha superficie del sector será de **2.000 m²**.

1.7.3.1.2.- CÁLCULO DE NIVEL INTRÍNSECO

Una vez, se ha determinado el tipo de configuración de la edificación y el número de sectores en el que ha quedado dividido, procederemos al cálculo del nivel intrínseco mediante el método del reglamento.

A la hora de realizar los cálculos, se ha dividido dicho sector en 4 zonas, a modo de segmentar de una mejor manera los riesgos por los que están compuestos. Dichas zonas serán las siguientes:

CUADRO SUPERFICIES ZONAS	
Zonas	Superficie
Administrativo	112.50
Zona de Expedición de Carga	437.00
Zona de Expedición de Reparto	145.50
Zona de Almacenamiento	1,305.00

TABLA 8.- SUPERFICIES DE LAS DIFERENTES ZONAS

Para el cálculo de la densidad de Carga de Fuego, ponderada y corregida, del sector, según el apartado 3, en el punto 3.2 "Caracterización de los



establecimientos industriales por su nivel de riesgo intrínseco”, se realiza mediante la siguiente fórmula:

$$Q_s = \frac{\sum_1^i G_i \cdot q_i \cdot C_i}{A} \cdot R_a \left(\frac{MJ}{m^2} \right) \text{ o } \left(\frac{Mcal}{m^2} \right)$$

Donde:

- **Q_s**: Densidad de Carga de Fuego, ponderada y corregida, del sector, en MJ/m² o Mcal/m².
- **G_i**: Masa, en kg. de cada uno de los combustibles (i) que puedan existir en el sector (incluidos los materiales constructivos combustibles).
- **q_i**: Poder calorífico, en MJ/kg o Mcal/kg, de cada uno de los combustibles (i) que puedan existir en el sector.
- **C_i**: Coeficiente adimensional que pondera el grado de peligrosidad (por la combustibilidad) de cada uno de los combustibles (i) que puedan existir en el sector. Dichos valores se obtienen de la tabla 1.1 del catálogo de CEA de productos y mercancías.
- **R_a**: Coeficiente adimensional que corrige el grado de peligrosidad (por la activación) inherente a la actividad industrial que se desarrolla en el sector, producción, montaje, transformación, reparación, almacenamiento, etc.
- **A**: Superficie construida del sector de incendios o superficie ocupada del área de incendios en m².



VALORES DEL COEFICIENTE DE PELIGROSIDAD POR COMBUSTIBLE, C_i		
ALTA $C_i = 1,60$	MEDIA $C_i = 1,30$	BAJA $C_i = 1,00$
Productos CLASE A (licuados cuya presión absoluta de vapor a 15°C es superior a 1 bar)	Productos CLASE B2 (líquidos cuyo punto de inflamación es igual o superior a 38°C e inferior a 55°C)	Líquidos cuyo punto de inflamación es superior a 100°C
Productos CLASE B1 (líquidos cuyo punto de inflamación es inferior a 38°C)		
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		
Productos descritos en la Guía Técnica de Aplicación del RSCIEI		
Alcoholes	Aceites lubricantes	Amoniaco (solución)
Barnices	Azúcar	Cemento
Licores	Azufre	Hormigón
Fluor	Café	Jabón
Gasolina	Cartón	Lejía
Hidrógeno	Caucho	Yeso
Petróleo	Celulosa	
	Corcho	
	Madera	
	Paja	
	Papel	
	Tabaco	
	Tejidos	

ILUSTRACIÓN 40.- TABLA DE VALORES DEL COEFICIENTE DE PELIGROSIDAD

Para el cálculo de Carga de Fuego, se puede distinguir entre dos tipos de clasificación.

- Carga de Fuego, en zonas de Producción
- Carga de Fuego, en zonas de Almacenamiento

A continuación, se muestra el tipo de uso que presentará cada una de las zonas.

USOS DE ZONAS	
Zonas	Uso
Administrativo	Producción
Zona de Expedición de Carga	Producción
Zona de Expedición de Reparto	Producción
Zona de Almacenamiento	Almacenamiento

TABLA 9.- USOS DE ZONAS



Densidad de Carga de Fuego, para actividades de producción, transformación, reparación o cualquier otra cosa distinta al almacenamiento.

$$Q_s = \frac{\sum_1^i q_{si} \cdot S_i \cdot C_i}{A} \cdot R_a \left(\frac{MJ}{m^2} \right) \text{ o } \left(\frac{Mcal}{m^2} \right)$$

Donde:

- **Q_s, C_i, R_a, y A:** Posee el mismo significado que en el apartado anterior.
- **Q_{si}:** Densidad de carga de fuego de cada zona con proceso diferente según los distintos procesos que se realizan en el sector (i), en MJ/m² o Mcal/m². Donde dichos valores se obtienen de la tabla 1.2 del Anexo I del Reglamento de Seguridad contra Incendios en Establecimientos Industriales.

En zonas de producción se encuentran los siguientes procesos:

PROCESOS EN ZONAS DE PRODUCCIÓN	
Zonas	Procesos
Administrativo	Oficina Técnica
Zona de Expedición de Carga	Muelle de Carga con Mercancías
Zona de Expedición de Reparto	Muelle de Carga con Mercancías

TABLA 10.- PROCESOS EN LAS ZONAS DE PRODUCCIÓN

Dichos procesos presentarán las siguientes densidades de carga de fuego:

TABLA 1.2 RSCIEI VALORES DE DENSIDAD DE CARGA DE FUEGO MEDIA DE DIVERSOS PROCESOS INDUSTRIALES, DE ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS Y RIESGO DE ACTIVACIÓN ASOCIADO, R _a						
ACTIVIDAD	Fabricación y venta			Almacenamiento		
	q _s MJ/m ²	*C _i	R _a	q _v MJ/m ³	*C _i	R _a
Muelles de carga con mercancías	800	1.3	1.5			
Oficinas técnicas	600	1.3	1.0			

TABLA 11.- DENSIDADES DE CARGA DE FUEGO DE LOS DISTINTOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN

Densidad de Carga de Fuego, para actividades de almacenamiento

$$Q_s = \frac{\sum_1^i q_{vi} \cdot C_i \cdot h_i \cdot S_i}{A} \cdot R_a \left(\frac{MJ}{m^2} \right) \text{ o } \left(\frac{Mcal}{m^2} \right)$$



Donde:

- **Q_s, C_i, R_a, y A:** Posee el mismo significado que en el apartado anterior.
- **Q_{vi}:** Carga de fuego, aportada por cada m³ de cada zona con diferente tipo de almacenamiento (i) que puedan existir en el sector, MJ/m² o Mcal/m².
- **H_i:** Altura de almacenamiento de cada uno de los combustibles (i), en m. Esta altura hace referencia a la altura neta de los productos considerados y no tiene por que corresponder con la altura real necesaria por las estanterías que lo contienen.
- **S_i:** Superficie ocupada en planta por cada zona con diferente tipo de almacenamiento (i) que pueda existir en el sector, m².

Los valores de q_{vi}, C_i y R_a, con los distintos productos que serán almacenados, se muestran a continuación:

TABLA 1.2 RSCIEI VALORES DE DENSIDAD DE CARGA DE FUEGO MEDIA DE DIVERSOS PROCESOS INDUSTRIALES, DE ALMACENAMIENTO DE PRODUCTOS Y RIESGO DE ACTIVACIÓN ASOCIADO, R _a						
ACTIVIDAD	Fabricación y venta			Almacenamiento		
	q _s MJ/m ²	*C _i	R _a	q _v MJ/m ³	*C _i	R _a
Cartón	300	1.3	1.5	4,200	1.3	1.5
Depósitos de mercancías incombustibles en cajas de plástico				200	1.3	1.0
Material de oficina	700	1.3	1.5	1,300	1.3	2.0
Paletas de madera	1,000	1.3	2.0	1,300	1.3	2.0
Papel	200	1.3	1.0	10,000	1.3	2.0

TABLA 12.- CARGA DE FUEGO DE LOS PRODUCTOS ALMACENADOS

Para las dimensiones de los productos almacenamos se ha supuesto lo siguiente.

Se ha supuesto que los productos están almacenamos en cajas de cartón con un tamaño similar a un papel A4 (210 mm x 297 mm), en la que las dimensiones de dicha caja serán las siguientes, 220 mm (ancho) x 300 mm (largo) x 300 mm (alto), debido a que las dimensiones de un palé europeo son de 1.200 mm x 800 mm, en superficie en planta quedará ocupada por 12 cajas de cartón con materiales almacenados, y además se supondrá una altura de 3 niveles de cajas de cartón. Por lo tanto, el número de cajas de cartón por palé será de 36.



Por otra parte, ahora debemos tener en cuenta el número de palé europeos por estantería metálica de almacenamiento. Cada una de las estanterías estará ocupada por 12 palés europeos, teniendo un total de 108 estanterías quedarán 1.296 palés.



ILUSTRACIÓN 41.- ESTANTERÍA METÁLICA DE ALMACENAMIENTO POR PALET EUROPEO

También se ha supuesto, que la totalidad de las mercancías quedará dividida del siguiente modo:

- 60 % Material de Oficina (27.216 cajas)
- 40 % Papel (19.440 cajas)

Por lo tanto, los valores de superficie y altura de los diferentes productos almacenados se muestran en la siguiente tabla:

CÁLCULOS DE SUPERFICIE OCUPADA POR LOS MATERIALES DE ALMACENAMIENTO											
Zona	Sector	M ²	M ³	Material	Dimensiones Unitarias			Kg Unitario	Unidades	Kg Total	Superficie Total
					Ancho (m)	Largo (m)	Alto (m)				
Zona de Almacenamiento	Sector 1 - Almacenamiento Material de Oficina	1,296.10	11,664.90	Cartón	0.22	0.30	0.02	0.50	46,656.00	23,328.00	3,009.31
Zona de Almacenamiento	Sector 1 - Almacenamiento Material de Oficina	1,296.10	11,664.90	Depósitos de mercancías incombustibles en cajas de plástico	0.40	0.60	0.24	0.20	1,080.00	216.00	259.20
Zona de Almacenamiento	Sector 1 - Almacenamiento Material de Oficina	1,296.10	11,664.90	Material de oficina	0.22	0.30	0.28	15.00	27,216.00	408,240.00	1,755.43
Zona de Almacenamiento	Sector 1 - Almacenamiento Material de Oficina	1,296.10	11,664.90	Paletas de madera	0.80	1.20	0.10	25.00	1,296.00	32,400.00	1,244.16
Zona de Almacenamiento	Sector 1 - Almacenamiento Material de Oficina	1,296.10	11,664.90	Papel	0.22	0.30	0.28	12.50	19,440.00	243,000.00	1,253.88

TABLA 13.- SUPERFICIES Y ALTURAS DE PRODUCTOS ALMACENADOS

Finalmente, el cálculo de la densidad de carga de fuego del sector de la edificación industrial quedará del siguiente modo:



CÁLCULO DE CARGA DE FUEGO										
Zona	Sector	M ²	Tipo de Cálculo	Materiales Combustibles	Volumen Ocupado por Almacenamiento	q	Ci	Ra	% Ra	Resultado (MJ)
Oficina-Recibidor	Sector 1 - Almacenamiento Material de Oficina	30.00	Actividades Productivas	Oficinas técnicas		600.00	1.30	1.00	1.54	23,400.00
Despacho	Sector 1 - Almacenamiento Material de Oficina	25.00	Actividades Productivas	Oficinas técnicas		600.00	1.30	1.00	1.28	19,500.00
Zona de Expedición Carga	Sector 1 - Almacenamiento Material de Oficina	396.18	Actividades Productivas	Muelles de carga con mercancías		800.00	1.30	1.50	20.33	412,027.20
Zona de Expedición Reparto	Sector 1 - Almacenamiento Material de Oficina	143.50	Actividades Productivas	Muelles de carga con mercancías		800.00	1.30	1.50	7.37	149,240.00
Zona de Almacenamiento	Sector 1 - Almacenamiento Material de Oficina	1,296.10	Actividades de Almacenamiento	Cartón	60.19	4,200.00	1.30	1.50	66.53	328,616.87
Zona de Almacenamiento	Sector 1 - Almacenamiento Material de Oficina	1,296.10	Actividades de Almacenamiento	Depósitos de mercancías incombustibles en cajas de plástico	62.21	200.00	1.30	1.00	66.53	16,174.08
Zona de Almacenamiento	Sector 1 - Almacenamiento Material de Oficina	1,296.10	Actividades de Almacenamiento	Material de oficina	491.52	1,300.00	1.30	2.00	66.53	830,670.42
Zona de Almacenamiento	Sector 1 - Almacenamiento Material de Oficina	1,296.10	Actividades de Almacenamiento	Paletas de madera	124.42	1,300.00	1.30	2.00	66.53	210,263.04
Zona de Almacenamiento	Sector 1 - Almacenamiento Material de Oficina	1,296.10	Actividades de Almacenamiento	Papel	351.09	10,000.00	1.30	2.00	66.53	4,564,123.20

TABLA 14.- CARGA DE FUEGO DE LAS DIFERENTES ZONAS

CARGA DE FUEGO DE SECTORES DE INCENDIOS					
Sector	Resultado (MJ)	Ra	M ²	Densidad de Carga de Fuego (MJ/m ²)	Nivel de Riesgo Intrínseco
Sector 1 - Almacenamiento Material de Oficina	6,554,014.81	2	1,948.28	6,728.00	ALTO 6

TABLA 15.- DENSIDAD DE CARGA DE FUEGO DEL SECTOR DE INCENDIOS

Por lo tanto, el sector de incendios de la presente edificación industrial será de Nivel Intrínseco **Alto 6**.

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	$3.200 < Q_s$	$13.600 < Q_s$

TABLA 16.- TABLA DE NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO

Algunas consideraciones a tener en cuenta a la hora de la realización de los cálculos de la carga de fuego, es que se ha considerado la situación más desfavorable de la edificación industrial, en la que se encontraría en su mayor almacenamiento y teniendo en cuenta que la mayor parte de la superficie se considera que está ocupada por estanterías.



1.7.4.- REQUISITOS CONSTRUCTIVOS

1.7.4.1.- UBICACIONES PERMITIDAS

Según el Anexo II del Reglamento de Seguridad contra Incendios en Establecimientos Industriales, no se permite la ubicación de sectores de incendios con las siguientes características:

UBICACIONES PERMITIDAS	CONFIGURACIÓN A			CONFIGURACIÓN B			CONFIGURACIÓN C		
	RIESGO BAJO	RIESGO MEDIO	RIESGO ALTO	RIESGO BAJO	RIESGO MEDIO	RIESGO ALTO	RIESGO BAJO	RIESGO MEDIO	RIESGO ALTO
Planta Bajo Rasante		NO	NO						
Longitud de Fachada Accesible < 5 m		NO	NO		NO	NO			
Planta Sobre Rasante y Altura de Evacuación mayor de 15 m	NO	NO	NO						
Altura de evacuación menor de 15 m en sentido descendente			NO			NO			
2ª Planta Bajo Rasante	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO

TABLA 17.- UBICACIONES PERMITIDAS

1.7.4.2.- SECTORIZACIÓN DEL ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL

Según el Anexo II, el sector de incendio de la edificación industrial debe cumplir unos límites en cuanto a su superficie, dichos límites se pueden observar en la siguiente tabla:

Nivel de Riesgo Intrínseco	CONFIGURACIÓN A	CONFIGURACIÓN B	CONFIGURACIÓN C
BAJO	(1) - (2) - (3)*	(2) - (3) - (5)*	(3) - (4) *
	1	2,000	Sin Límite
MEDIO	2	1,000	6,000
	3	(2) - (3)*	(2) - (3)*
	4	500	3,500
ALTO	5	400	4,000
	6	300	2,500
	7	(3)*	(3) - (4)*
	8	No Admitido	2,000
		1,500	2,500
		No Admitido	2,000

TABLA 18.- LÍMITES DE SUPERFICIES DE SECTORES DE INCENDIOS

- (1) Si el sector de incendio está situado en primer nivel bajo rasante de calle, la máxima superficie construida admisible es de 400 m², que puede incrementarse por aplicación de las notas (2) y (3).



- **(2)** Si la fachada accesible del establecimiento industrial es superior al 50 por ciento de su perímetro, las máximas superficies construidas admisibles, indicadas en la tabla 2.1, pueden multiplicarse por 1,25.
- **(3)** Cuando se instalen sistemas de rociadores automáticos de agua que no sean exigidos preceptivamente por este reglamento (anexo III), las máximas superficies construidas admisibles, indicadas en la tabla 2.1, pueden multiplicarse por 2.
- (Las notas (2) y (3) pueden aplicarse simultáneamente).
- **(4)** En configuraciones de tipo C, si la actividad lo requiere, el sector de incendios puede tener cualquier superficie, siempre que todo el sector cuente con una instalación fija automática de extinción y la distancia a límites de parcelas con posibilidad de edificar en ellas sea superior a 10 m.
- **(5)** Para establecimientos industriales de tipo B, de riesgo intrínseco BAJO 1, cuya única actividad sea el almacenamiento de materiales de clase A y en el que los materiales de construcción empleados, incluidos los revestimientos, sean de clase A en su totalidad, se podrá aumentar la superficie máxima permitida del sector de incendio hasta 10.000 m².

Como podemos observar, en nuestro caso cumplimos con el límite de superficie del sector, ya que nuestro sector es de un área de 2.000 m² y el límite de superficie sería de 3.000 m², pudiéndose multiplicar por 2 debido a que el sector posee una instalación de rociadores automáticos.

1.7.4.3.- FACHADA ACCESIBLE

La presente edificación industrial cumple la totalidad de las exigencias marcadas por el Reglamento de Seguridad contra Incendios en Establecimientos Industriales, sobre los requisitos de fachas accesibles cumpliendo los siguientes requisitos:



Huecos en fachada

- Facilitar el acceso a cada una de las plantas del edificio, de forma que la altura del alféizar respecto del nivel de la planta a la que accede no sea mayor que 1,20 m.
- Sus dimensiones horizontal y vertical deben ser al menos 0,80 m y 1,20 m, respectivamente. La distancia máxima entre los ejes verticales de dos huecos consecutivos no debe exceder de 25 m, medida sobre la fachada.
- No se deben instalar en fachada elementos que impidan o dificulten la accesibilidad al interior del edificio a través de dichos huecos, a excepción de los elementos de seguridad situados en los huecos de las plantas cuya altura de evacuación no exceda de 9 m.

Condiciones del entorno de los edificios

Los edificios con una altura de evacuación descendente mayor que nueve m deben disponer de un espacio de maniobra apto para el paso de vehículos, que cumpla las siguientes condiciones a lo largo de las fachadas accesibles:

- **Anchura mínima libre:** seis m.
- **Altura libre:** la del edificio.
- **Separación máxima del edificio:** 10 m.
- **Distancia máxima hasta cualquier acceso principal al edificio:** 30 m.
- **Pendiente máxima:** 10 por ciento.
- **Capacidad portante del suelo:** 2.000 kp/m².
- **Resistencia al punzonamiento del suelo:** 10 t sobre 20 cm Ø.

Condiciones de aproximación de edificios

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



- **Anchura mínima libre:** cinco m.
- **Altura mínima libre o gálibo:** 4,50 m.
- **Capacidad portante del vial:** 2000 kp/m².

1.7.5.-REQUISITOS DE MATERIALES A EMPLEAR

Las exigencias de comportamiento al fuego de los productos de construcción se definen determinando la clase que deben alcanzar, según la norma UNE-EN 13501-1:2002 [5] para aquellos materiales para los que exista norma armonizada y ya esté en vigor el marcado «CE».

Las condiciones de reacción al fuego aplicable a los elementos constructivos se justificarán:

- Mediante la clase que figura en cada caso, en primer lugar, conforme a la nueva clasificación europea.
- Mediante la clase que figura en segundo lugar entre paréntesis, conforme a la clasificación que establece la norma UNE 23727:1990 [12].

Los productos de construcción cuya clasificación conforme a la norma UNE 23727:1990 [12] sea válida para estas aplicaciones podrán seguir siendo utilizados después de que finalice su período de coexistencia, hasta que se establezca una nueva regulación de la reacción al fuego para dichas aplicaciones basada en sus escenarios de riesgo específicos. Para poder acogerse a esta posibilidad, los productos deberán acreditar su clase de reacción al fuego conforme a la norma UNE 23727:1990 [12] mediante un sistema de evaluación de la conformidad equivalente al correspondiente al del marcado «CE» que les sea aplicable.

Donde los productos utilizados como revestimiento o acabado superficial deben ser los siguientes:

Con respecto a paredes y cerramientos, el RSCIEI dice que cuando un producto que constituya una capa contenida en un suelo, pared o techo sea



de una clase más desfavorable que la exigida al revestimiento correspondiente, según el apartado 3.1, la capa y su revestimiento, en su conjunto, serán, como mínimo, EI 30 (RF-30).

Este requisito no será exigible cuando se trate de productos utilizados en sectores industriales clasificados según el anexo I como de riesgo intrínseco bajo, ubicados en edificios de tipo B o de tipo C para los que será suficiente la clasificación Ds3 d0 (M3) o más favorable, para los elementos constitutivos de los productos utilizados para paredes o cerramientos.

Los revestimientos exigibles serán:

REVESTIMIENTOS	
ZONA	CLASE MÍNIMA EXIGIDA
Suelos	C _{FL} -s1 (M2)
Paredes	C-s3d0 (M2)
Techos	C-s3d0 (M2)
Lucernarios no continuos	D-s2d0 (M3)
Instalaciones de eliminación de humos en cubierta	D-s2d0 (M3)
Lucernarios continuos en cubierta	B-s1d0 (M1)
Revestimiento en fachada exterior	C-s3d0 (M2)

TABLA 19.- REVESTIMIENTOS EXIGIBLES PARA CERRAMIENTOS

Según la norma UNE 23 727, La reacción al fuego de los materiales se clasifica de la siguiente manera:



REACCIÓN AL FUEGO DE LOS MATERIALES		
CLASIFICACIÓN	CARACTERÍSTICAS	
	COMBUSTIBLE	INFLAMABILIDAD
M0	NO	NO
M1	SI	NO
M2	SI	SI (MODERADA)
M3	SI	SI (MEDIA)
M4	SI	SI (ALTA)

TABLA 20.- REACCIÓN AL FUEGO DE LOS MATERIALES

- **M 0:** material no combustible ante la acción térmica normalizada del ensayo (vidrio, materiales pétreos y cerámicos, metales, yesos, lana de roca, etc.).
- **M 1:** material combustible pero no inflamable, lo que implica que su combustión no se mantiene cuando desaparece la aportación de calor desde un foco exterior. (PVC, lana de vidrio, DM, fórmica, barnices ignífugos, etc.).
- **M 2:** material con grado de inflamabilidad baja (madera).
- **M 3:** material con grado de inflamabilidad media (madera).
- **M 4:** material con grado de inflamabilidad alta.



Propuesta de equivalencia entre las clasificaciones de reacción al fuego						
Clasificación según UNE 23727	Clasificación según UNE EN 13501 y RD 642/2013					
		Productos de construcción excluidos revestimientos de suelos			Revestimientos de suelos	
M-0	Equivalencia	A1 A2-s1,d0			A1 _{nl} A2 _{nl} -s1	
M-1	Equivalencia	A2-s2,d0 A2-s3,d0 B-s1,d0 B-s2,d0 B-s3,d0	A2-s1,d1 A2-s2,d1 A2-s3,d1 B-s1,d1 B-s2,d1	A2-s1,d2 A2-s2,d2 A2-s3,d2 B-s1,d2 B-s2,d2	B _{nl} -s1	A2 _{nl} -s2 B _{nl} -s2
M-2	Equivalencia	C-s1,d0 C-s1,d0 C-s3,d0	B-s3,d1 C-s1,d1 C-s2,d1	B-s3,d2 C-s1,d2 C-s2,d2	C _{nl} -s1	C _{nl} -s2
M-3	Equivalencia	D-s1,d0 D-s2,d0 D-s3,d0 B-s2,d0 B-s3,d0	C-s3,d1 D-s1,d1 D-s2,d1 B-s2,d1	C-s3,d2 D-s1,d2 D-s2,d2 B-s2,d2	D _{nl} -s1	D _{nl} -s2
M-4	Equivalencia	E E-d2 F	D-s3,d1	D-s3,d1	E _{nl} F _{nl}	

ILUSTRACIÓN 42.- EQUIVALENCIAS DE CLASES DE REVESTIMIENTOS

Los cerramientos laterales, al ser de hormigón prefabricado poseerá una clase de reacción frente al fuego M0, cumpliendo las disposiciones mínimas exigidas por el Reglamento.

1.7.6.- ESTABILIDAD FRENTE AL FUEGO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES

Ahora estableceremos el nivel de revestimiento frente al fuego de los elementos estructurales como puede ser los pilares y vigas y de la estructura principal y las correas de la cubierta, según el nivel de riesgo intrínseco que posea el sector.

En el apartado 4 del Anexo II del Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales [1] se establece que:

Las exigencias de comportamiento ante el fuego de un elemento constructivo portante se definen por el tiempo en minutos, durante el que dicho elemento



debe mantener la estabilidad mecánica (o capacidad portante) en el ensayo normalizado conforme a la norma UNE-EN 13501-1:2002 [5]. La estabilidad ante al fuego, exigible a los elementos constructivos portantes en los sectores de incendio de un establecimiento industrial, puede determinarse:

- Mediante la adopción de los valores que se establecen en este anexo II, apartado 4.1 o más favorable.
- Por procedimientos de cálculo, analítico o numérico, de reconocida solvencia o justificada validez.

La estabilidad al fuego de los elementos estructurales con función portante y escaleras que sean recorrido de evacuación no tendrá un valor inferior al indicado en la siguiente tabla:

NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO	CONFIGURACIÓN A		CONFIGURACIÓN B		CONFIGURACIÓN C	
	PLANTA SÓTANO	PLANTA SOBRE RASANTE	PLANTA SÓTANO	PLANTA SOBRE RASANTE	PLANTA SÓTANO	PLANTA SOBRE RASANTE
BAJO	R-120	R-90	R-90	R-60	R-60	R-30
	(EF-120)	(EF-90)	(EF-90)	(EF-60)	(EF-60)	(EF-30)
MEDIO	NO ADMITIDO	R-120	R-120	R-90	R-90	R-60
		(EF-120)	(EF-120)	(EF-90)	(EF-90)	(EF-60)
ALTO	NO ADMITIDO	NO ADMITIDO	R-180	R-120	R-120	R-90
			(EF-180)	(EF-120)	(EF-120)	(EF-90)

TABLA 21.- ESTABILIDAD FRENTE AL FUEGO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES PORTANTES. TABLA 2.2 ANEXO 2

Nota: las clasificaciones entre paréntesis correspondientes a la norma UNE 23093 no son de aplicación.

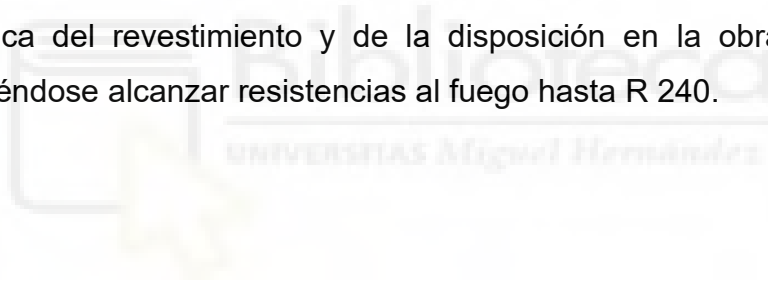
En la presente edificación industrial, poseemos una Nivel de Riesgo Intrínseco ALTO, en una planta sobre rasante con una configuración Tipo C. Por lo tanto, la estabilidad de la estructura portante será de R 90, por lo que la estructura deberá soportar un nivel aceptable de la capacidad portante durante 90 minutos en un incendio.

Dicha estabilidad, se consigue dotando a la estructura de un recubrimiento a los perfiles de la estructura.



Los sistemas más utilizados son los siguientes:

- Placas o paneles resistentes al fuego, que están compuestas por silicatos cálcicos u otros materiales. Se instalan recubriendo todo el perímetro del perfil metálico y su espesor depende del factor de forma, del coeficiente de conductividad térmica del revestimiento y de la disposición en la obra del perfil. Pudiéndose alcanzar resistencias al fuego hasta R 240.
- Pinturas intumescentes, que son productos que en contacto con el calor sufren una transformación debido a reacciones químicas, que evita la transmisión del calor al elemento a proteger. Lo más habitual es que se alcancen resistencias al fuego de hasta R 60.
- Morteros, que son sistemas de protección mediante el recubrimiento del perfil con proyección de mortero. Al igual que las placas, el espesor de protección dependerá del factor forma, del coeficiente de conductividad térmica del revestimiento y de la disposición en la obra del perfil. Pudiéndose alcanzar resistencias al fuego hasta R 240.



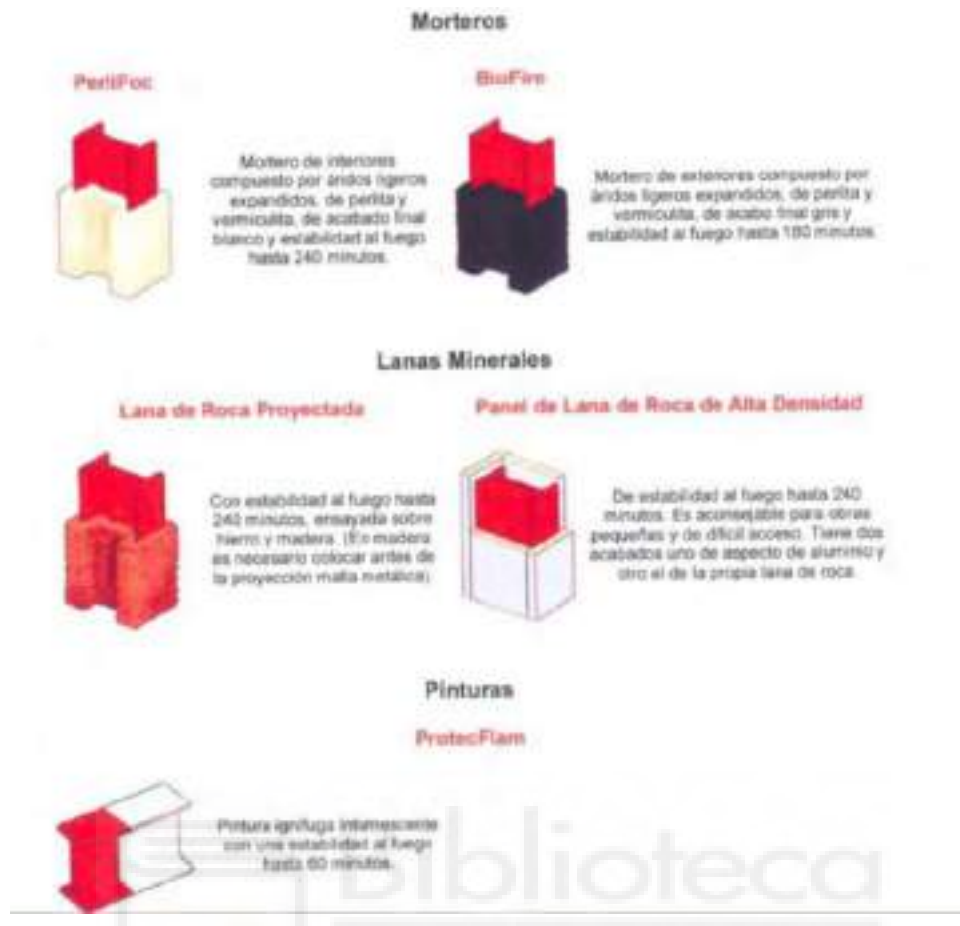


ILUSTRACIÓN 43.- REVESTIMIENTOS A PERFILES METÁLICOS

En edificios de una sola planta con cubierta ligera, cuando la superficie total del sector de incendios esté protegida por una instalación de rociadores automáticos de agua y un sistema de evacuación de humos, los valores de la estabilidad al fuego de las estructuras portantes podrán adoptar los siguientes valores:

NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO	CONFIGURACIÓN B	CONFIGURACIÓN B	CONFIGURACIÓN C
	UNA SOLA PLANTA	UNA SOLA PLANTA	UNA SOLA PLANTA
BAJO	R-60 (EF-60)	NO EXIGIBLE	NO EXIGIBLE
MEDIO	R-90 (EF-90)	R-15 (EF-15)	NO EXIGIBLE
ALTO	NO ADMITIDO	R-30 (EF-30)	R-15 (EF-15)

TABLA 22.- ESTABILIDAD FRENTE AL FUEGO DE CUBIERTAS LIGERAS Y SUS SOPORTES



Se considera cubierta ligera aquella cuyo peso propio no exceda de 100 kg/m², y se entiende por estructura principal de cubierta y sus soportes, la constituida por la estructura de cubierta propiamente dicha (dintel, cercha) y los soportes que tengan como función única sustentarla, incluidos aquellos que, en su caso, soporten además un puente grúa.

Por lo tanto, la cubierta del presente edificio presentará una estabilidad frente al fuego del nivel R-15.

1.7.7.- ESTABILIDAD FRENTE AL FUEGO DE CERRAMIENTOS

Las exigencias de comportamiento ante el fuego de un elemento constructivo de cerramiento (o delimitador) se definen por los tiempos durante los que dicho elemento debe mantener las siguientes condiciones, durante el ensayo normalizado conforme a la norma que corresponda de las incluidas en la Decisión 2000/367/CE de la Comisión, de 3 de mayo de 2000, modificada por la Decisión 2003/629/CE de la Comisión:

- Capacidad portante R.
- Integridad al paso de llamas y gases calientes E.
- Aislamiento térmico I.

Estos tres supuestos se consideran equivalentes en los especificados en la norma UNE 23093.

- Estabilidad mecánica (o capacidad portante).
- Estanqueidad al paso de llamas o gases calientes.
- No emisión de gases inflamables en la cara no expuesta al fuego.
- Aislamiento térmico suficiente para impedir que la cara no expuesta al fuego supere las temperaturas que establece la norma correspondiente.

La resistencia al fuego de los elementos constructivos delimitadores de un sector de incendio respecto de otros no será inferior a la estabilidad al fuego exigida en la tabla 2.2, para los elementos constructivos con función portante en dicho sector de incendio.



Debido al hecho de que, el cerramiento exterior de la edificación industrial es de placas de hormigón prefabricado, esta presentará una estabilidad frente al fuego de hasta EF-240, cumpliendo con las exigencias de la tabla 2.2 del Anexo II del Reglamento.

Todos los huecos, horizontales o verticales, que comuniquen un sector de incendio con un espacio exterior a él deben ser sellados de modo que mantengan una resistencia al fuego que no será menor de:

- La resistencia al fuego del sector de incendio, cuando se trate de compuertas de canalizaciones de aire de ventilación, calefacción o acondicionamiento de aire.
- La resistencia al fuego del sector de incendio, cuando se trate de sellados de orificios de paso de mazos o bandejas de cables eléctricos.
- Un medio de la resistencia al fuego del sector de incendio, cuando se trate de sellados de orificios de paso de canalizaciones de líquidos no inflamables ni combustibles.
- La resistencia al fuego del sector de incendio, cuando se trate de sellados de orificios de paso de canalizaciones de líquidos inflamables o combustibles.
- Un medio de la resistencia al fuego del sector de incendio, cuando se trate de tapas de registro de patinillos de instalaciones.
- La resistencia al fuego del sector de incendio, cuando se trate de cierres practicables de galerías de servicios comunicadas con el sector de incendios.
- La resistencia al fuego del sector de incendio, cuando se trate de compuertas o pantallas de cierre automático de huecos verticales de manutención, descarga de tolvas o comunicación vertical de otro uso.

Los sistemas que incluyen conductos, tanto verticales como horizontales, que atraviesen elementos de compartimentación y cuya función no permita el uso de compuertas (extracción de humos, ventilación de vías de evacuación, etc.), deben ser resistentes al fuego o estar adecuadamente protegidos en todo su



recorrido con el mismo grado de resistencia al fuego que los elementos atravesados, y ensayados conforme a las normas UNE-EN aplicables.

La edificación industrial cumple con los requisitos, para todas sus compuertas exteriores como también resto de elementos que requieran cierres automáticos, conductos que atraviesen sistemas de compartición, etc.

1.7.8.-EVACUACIÓN DE LA EDIFICACIÓN INDUSTRIAL

En el apartado 6 del Anexo II del Reglamento establece que para la aplicación de las exigencias relativas a la evacuación de los establecimientos industriales, se determinará su ocupación P , siguiendo las siguientes expresiones.

- $P = 1,10 \times p$, cuando $p < 100$
- $P = 110 + 1,05 \times (p - 100)$, cuando $100 < p < 200$
- $P = 215 + 1,03 \times (p - 200)$, cuando $200 < p < 500$
- $P = 524 + 1,01 \times (p - 500)$, cuando $500 < p$

Donde:

p : Representa el número de personas que ocupan el sector

En el presente proyecto se ha estimado 12 trabajadores en la totalidad de la edificación industrial. Por lo tanto, la ocupación en el establecimiento industrial será de:

$$P = 1,10 \times 12 = 13,2 \cong 14 \text{ Personas}$$

La evacuación de los ocupantes del establecimiento industrial con una configuración Tipo C debe satisfacer las condiciones recogidas en el CTE-DB-SI:



ELEMENTOS DE EVACUACIÓN

- **Origen de evacuación:** Se considera todo punto ocupable de un edificio, recinto o conjunto de ellos comunicados entre sí, en el que la densidad de ocupación no exceda de 1 persona/10 m² y cuya superficie total no exceda de 50 m². Para la presente edificación industrial se ha estimado la posición más desfavorable dentro las dependencias del establecimiento industrial y por consiguiente, en la zona de almacenamiento.
- **Recorridos de evacuación:** Recorrido que conduce desde un origen de evacuación hasta una salida de planta, situada en la misma planta considerada o en otra, o hasta una salida de edificio. Conforme a ello, una vez alcanzada una salida de planta, la longitud del recorrido posterior no computa a efectos del cumplimiento de los límites a los recorridos de evacuación. La longitud de los recorridos por pasillos, escaleras y rampas se medirá sobre el eje de los mismos.
- **Espacio exterior seguro:** Espacio en el que se puede dar por finalizada la evacuación de los ocupantes del edificio. Donde en la presente edificación industrial corresponde con el espacio exterior seguro el exterior del establecimiento industrial.
- **Salida de planta:** Se considera en los siguientes elementos, pudiendo estar situada, bien en la planta considerada o bien en otra planta diferente:
 - El arranque de una escalera no protegida que conduce a una planta de salida del edificio, siempre que no tenga un ojo o hueco central con un área en planta mayor que 1,30 m².
 - Una puerta de paso, a través de un vestíbulo de independencia, a un sector de incendio diferente que exista en la misma planta.
- **Salida de edificio:** Puerta o hueco de salida a un espacio exterior seguro.
- **Altura de evacuación:** Máxima diferencia de cotas entre un origen de evacuación y la salida de edificio que le corresponda.



Para el dimensionamiento de los medios de evacuación del establecimiento industrial se seguirá la normativa CTE-DB-SI.

Las distancias máximas de los recorridos de evacuación de los sectores de incendio de los establecimientos industriales no superarán los valores indicados en el siguiente cuadro y prevalecerán sobre las establecidas en el artículo 7.2 de la NBE/CPI/96:

LONGITUD DEL RECORRIDO DE EVACUACIÓN SEGÚN EL NÚMERO DE SALIDAS		
NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO	1 ÚNICA SALIDA	2 SALIDAS ALTERNATIVAS
BAJO (*)	35 m(**)	50 m
MEDIO	25 m (***)	50 m
ALTO	-	25 m

TABLA 23.- LONGITUD MÁXIMA DEL RECORRIDO DE EVACUACIÓN

- (*) Para actividades de producción o almacenamiento clasificadas como riesgo bajo nivel 1, en las que se justifique que los materiales implicados sean exclusivamente de clase A y los productos de construcción, incluidos los revestimientos, sean igualmente de clase A, podrá aumentarse la distancia máxima de recorridos de evacuación hasta 100 m.
- (**) La distancia se podrá aumentar a 50 m si la ocupación es inferior a 25 personas.
- (***) La distancia se podrá aumentar a 35 m si la ocupación es inferior a 25 personas.

Debido a que nuestra presente edificación industrial presenta un nivel de riesgo intrínseco ALTO, la longitud máxima de recorrido de evacuación será de 25 m, a modo de cumplir esta exigencia se ha establecido 8 puertas de emergencia en la totalidad del establecimiento industrial.



RECORRIDOS DE EVACUACIÓN			
ORIGEN	SALIDA	RECORRIDO	MÁX. RSCIEI
OE/ALM-1	SE/ALM-1	21.656	< 25 m
OE/ALM-1	SE/ALM-2	21.507	< 25 m
OE/ALM-2	SE/ALM-2	15.776	< 25 m
OE/ALM-3	SE/ALM-1	16.699	< 25 m
OE/ALM-3	SE/ALM-2	16.669	< 25 m
OE/ALM-4	SE/ALM-1	22.759	< 25 m
OE/ALM-4	SE/ALM-2	22.759	< 25 m
OE/ALM-5	SE/ALM-3	19.843	< 25 m
OE-ALM-5	SE/ALM-4	19.843	< 25 m
OE/ALM-6	SE/ALM-3	13.755	< 25 m
OE/ALM-6	SE/ALM-4	13.755	< 25 m
OE/ALM-7	SE/ALM-3	18.587	< 25 m
OE/ALM-7	SE/ALM-4	18.587	< 25 m
OE/ALM-8	SE/ALM-3	24.675	< 25 m
OE/ALM-8	SE/ALM-4	24.675	< 25 m
OE/ALM-9	SE/ALM-5	21.735	< 25 m
OE/ALM-9	SE/ALM-6	21.735	< 25 m
OE-/ALM-10	SE/ALM-5	15.645	< 25 m
OE/ALM-10	SE/ALM-6	15.645	< 25 m
OE/ALM-11	SE/ALM-5	18.532	< 25 m
OE/ALM-11	SE/ALM-6	18.532	< 25 m
OE/AS-1	SE/ALM-6	18.413	< 25 m
OE/AS-2	SE/ALM-6	19.740	< 25 m
OE/CT	SE/ALM-6	24.825	< 25 m
OE/OF-1	SE/OF	9.703	< 25 m
OE/OF-2	SE/OF	9.982	< 25 m
OE/OF-3	SE/OF	7.692	< 25 m

TABLA 24.- LONGITUDES DE RECORRIDOS DE EVACUACIÓN

DIMENSIONAMIENTO DE PUERTAS, PASILLOS, ESCALERAS

El dimensionado de los elementos de evacuación debe realizarse conforme a lo que se indica según el CTE DB-SI en la *Tabla 4.1 Dimensionado de los elementos de evacuación*:

Tipo de elemento	Dimensionado
Puertas y pasos	$A \geq P / 200^{(1)} \geq 0,60 \text{ m}^{(2)}$ La anchura de toda hoja de puerta no debe ser menor que 0,60 m, ni exceder de 1,23 m.
Pasillos y rampas	$A \geq P / 200 \geq 1,00 \text{ m}^{(3)(4)}$
Pasos entre filas de asientos fijos en salas para público tales como cines, teatros, auditorios, etc. ⁽⁵⁾	En filas con salida a pasillo únicamente por uno de sus extremos, $A \geq 30 \text{ cm}$ cuando tengan 7 asientos y 2,5 cm más por cada asiento adicional, hasta un máximo admisible de 12 asientos. En filas con salida a pasillo por sus dos extremos, $A \geq 30 \text{ cm}$ en filas de 14 asientos como máximo y 1,25 cm más por cada asiento adicional. Para 30 asientos o más: $A \geq 50 \text{ cm}^{(6)}$ Cada 25 filas, como máximo, se dispondrá un paso entre filas cuya anchura sea 1,20 m, como mínimo.
Escaleras no protegidas ⁽⁷⁾	
para evacuación descendente	$A \geq P / 160^{(8)}$
para evacuación ascendente	$A \geq P / (160-10h)^{(9)}$
Escaleras protegidas	$E \leq 3 S + 160 A_1^{(10)}$
Pasillos protegidos	$P \leq 3 S + 200 A^{(11)}$
En zonas al aire libre:	
Pasos, pasillos y rampas	$A \geq P / 600^{(12)}$
Escaleras	$A \geq P / 480^{(13)}$

A= Anchura del elemento. [m]
 A_1 = Anchura de la escalera protegida en su desembocadura en la planta de salida del edificio. [m]
h= Altura de evacuación ascendente. [m]
P= Número total de personas cuyo paso está previsto por el punto cuya anchura se dimensiona.
E= Suma de los ocupantes asignados a la escalera en la planta considerada más los de las plantas situadas por debajo o por encima de ella hasta la planta de salida del edificio, según se trate de una escalera para evacuación descendente o ascendente, respectivamente. Para dicha asignación solo será necesario aplicar la hipótesis de bloqueo de salidas de planta indicada en el punto 4.1 en una de las plantas, bajo la hipótesis más desfavorable.
S= Superficie útil del recinto, o bien de la escalera protegida en el conjunto de las plantas de las que provienen las P personas, incluyendo la superficie de los tramos, de los descansos y de las mesetas intermedias o bien del pasillo protegido.

⁽¹⁾ La anchura de cálculo de una puerta de salida del recinto de una escalera protegida a planta de salida del edificio debe ser al menos igual al 80% de la anchura de cálculo de la escalera.
⁽²⁾ En uso hospitalario $A \geq 1,05 \text{ m}$, incluso en puertas de habitación.
⁽³⁾ En uso hospitalario $A \geq 2,20 \text{ m}$ ($\geq 2,10 \text{ m}$ en el caso a través de puertas).
⁽⁴⁾ En establecimientos de uso Comercial, la anchura mínima de los pasillos situados en áreas de venta es la siguiente:
a) Si la superficie construida del área de ventas en la planta considerada excede de 400 m²:
- si está previsto el uso de camos para transporte de productos:
entre baterías con más de 10 cajas de cobro y estanterías: $A \geq 4,00 \text{ m}$.
en otros pasillos: $A \geq 1,80 \text{ m}$.
- si no está previsto el uso de camos para transporte de productos: $A \geq 1,40 \text{ m}$.
b) Si la superficie construida del área de ventas en la planta considerada no excede de 400 m²:
- si está previsto el uso de camos para transporte de productos:
entre baterías con más de 10 cajas de cobro y estanterías: $A \geq 3,00 \text{ m}$.
en otros pasillos: $A \geq 1,40 \text{ m}$.
- si no está previsto el uso de camos para transporte de productos: $A \geq 1,20 \text{ m}$.
⁽⁵⁾ La anchura mínima es 0,60 m en pasillos previstos para 10 personas, como máximo, y estas sean usuarios habituales.
⁽⁶⁾ Anchura determinada por las proyecciones verticales más próximas de dos filas consecutivas, incluidas las mesas, tableros u otros elementos auxiliares que puedan existir. Los asientos abatibles que se coloquen automáticamente en posición elevada pueden considerarse en dicha posición.
⁽⁷⁾ No se limita el número de asientos, pero queda condicionado por la longitud de los recorridos de evacuación hasta alguna salida del recinto.
⁽⁸⁾ Incluso pasillos escalonados de acceso a localidades en anfiteatros, gradieros y tribunas de recintos cerrados, tales como cines, teatros, auditorios, pabellones polideportivos, etc.
⁽⁹⁾ La anchura mínima es la que se establece en OD SUA 1-4 2.2, tabla 4.1.
⁽¹⁰⁾ Cuando la evacuación de estas zonas conduzca a espacios interiores, los elementos de evacuación en dichos espacios se dimensionarán como elementos interiores, excepto cuando sean escaleras o pasillos protegidos que únicamente sirven a la evacuación de las zonas al aire libre y conduzcan directamente a salidas de edificio, o bien cuando transcurran por un espacio con una seguridad equivalente a la de un sector de riesgo mínimo (p. ej. estadios deportivos) en cuyo caso se puede mantener el dimensionamiento aplicado en las zonas al aire libre.

ILUSTRACIÓN 44.- TABLA 4.1 CTE-DB-SI DIMENSIONAMIENTO DE ELEMENTOS DE EVACUACIÓN



Por lo tanto, en el caso que nos ocupa solamente se ha de dimensionar las puertas, pasos y pasillos.

Puertas y pasos

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

Cabe tener en cuenta que la anchura de todas las hojas de las puertas, no puede superar el máximo establecido según la Tabla 4.1 1,23 m ni ser inferior a 0,6 m. Por lo que para el presente Proyecto se ha dispuesto de una anchura de 0,825 m para las puertas de una hoja y 1,18 m para las puertas de doble hoja.

Se considera que satisfacen el anterior requisito funcional los dispositivos de apertura mediante manilla o pulsador conforme a la norma UNE-EN 179:2009, cuando se trate de la evacuación de zonas ocupadas por personas que en su mayoría estén familiarizados con la puerta considerada, así como en caso contrario, cuando se trate de puertas con apertura en el sentido de la evacuación conforme al punto 3 siguiente, los de barra horizontal de empuje o de deslizamiento conforme a la norma UNE EN 1125:2009.

Abrirá en el sentido de la evacuación toda puerta de salida.

- Prevista para el paso de más de 200 personas en edificios de *uso Residencial Vivienda* o de 100 personas en los demás casos, o bien.
- Prevista para más de 50 ocupantes del *recinto* o espacio en el que esté situada.



La fuerza de apertura abatible se considera aplicada de forma estática en el borde de la hoja, perpendicularmente a la misma y a una altura de 1000 ± 10 mm.

Las puertas se dimensionarán teniendo en cuenta la totalidad de la ocupación de la edificación industrial, a modo de estar del lado de la seguridad.

$$A \geq \frac{P}{200} \geq 0,80m$$

Donde:

- **A:** Anchura total del elemento, en m.
- **P:** Ocupación de personas.

$$A \geq \frac{14}{200} = 0,07, \quad \text{Por lo tanto,} \quad A \geq 0,80 m$$

Pasillos

De igual forma depende de la anchura y la ocupación total. Mediante los criterios establecidos de la Tabla 4.1 se tiene siguiente expresión:

$$A \geq \frac{P}{200} \geq 1,00m$$

Por lo tanto,

$$A \geq \frac{14}{200} = 0,07, \quad \text{Por lo tanto,} \quad A \geq 1,00 m$$

SEÑALIZACIÓN E ILUMINACIÓN

Según apartado 7, Señalización de los medios de evacuación, de la sección SI 3, del Documento Básico del CTE “Seguridad en caso de incendio” (CTE DB-SI).



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

- Las salidas de recinto, planta o edificio tendrán una señal con el rótulo “SALIDA”, excepto en edificios de uso Residencial Vivienda y, en otros usos, cuando se trate de salidas de recintos cuya superficie no exceda de 50 m², sean fácilmente visibles desde todo punto de dichos recintos y los ocupantes estén familiarizados con el edificio.
- La señal con el rótulo “Salida de emergencia” debe utilizarse en toda salida prevista para uso exclusivo en caso de emergencia.
- Deben disponerse señales indicativas de dirección de los recorridos, visibles desde todo origen de evacuación desde el que no se perciban directamente las salidas o sus señales indicativas y, en particular, frente a toda salida de un recinto con ocupación mayor que 100 personas que acceda lateralmente a un pasillo.
- En los puntos de los recorridos de evacuación en los que existan alternativas que puedan inducir a error, también se dispondrán las señales antes citadas, de forma que quede claramente indicada la alternativa correcta. Tal es el caso de determinados cruces o bifurcaciones de pasillos, así como de aquellas escaleras que, en la planta de salida del edificio, continúen su trazado hacia plantas más bajas, etc.
- En dichos recorridos, junto a las puertas que no sean salida y que puedan inducir a error en la evacuación debe disponerse la señal con el rótulo “Sin salida” en lugar fácilmente visible, pero en ningún caso sobre las hojas de las puertas.
- Las señales se dispondrán de forma coherente con la asignación de ocupantes que se pretenda hacer a cada salida, conforme a lo establecido en el capítulo 4 de esta Sección.

Las señales deben ser visibles incluso en caso de fallo en el suministro al alumbrado normal. Cuando sean fotoluminiscentes, sus características de



emisión luminosa deben cumplir lo establecido en la norma UNE 23035-4:2003.

Según apartado 2, Señalización de las instalaciones manuales de protección contra incendios, de la sección SI 4, del CTE DB-SI:

- Los medios de protección contra incendios de utilización manual (extintores, bocas de incendio, hidrantes exteriores, pulsadores manuales de alarma y dispositivos de disparo de sistemas de extinción) se deben señalar mediante señales definidas en la norma UNE 23033-1 cuyo tamaño sea:
 - 210 x 210 mm cuando la distancia de observación de la señal no exceda de 10 m.
 - 420 x 420 mm cuando la distancia de observación esté comprendida entre 10 y 20 m.
 - 594 x 594 mm cuando la distancia de observación esté comprendida entre 20 y 30 m.
- Las señales deben ser visibles incluso en caso de fallo en el suministro al alumbrado normal.
- Cuando sean fotoluminiscentes, sus características de emisión luminosa deben cumplir lo establecido en la norma UNE 23035-4:2003.

En cuanto a la iluminación, se deberá cumplir lo dispuesto en la Sección SU 4, Seguridad frente al riesgo causado por iluminación inadecuada, del Documento Básico del CTE “Seguridad de utilización” (SU).

1.7.9.- VENTILACIÓN Y ELIMINACIÓN DE HUMOS Y GASES DE LA COMBUSTIÓN EN LA EDIFICACIÓN INDUSTRIAL

Por lo dispuesto el apartado 7 del Anexo II del RSCIEI del Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales [1]:

La eliminación de los humos y gases de la combustión, y, con ellos, del calor generado, de los espacios ocupados por sectores de incendio de establecimientos industriales debe realizarse de acuerdo con la tipología del



edificio en relación con las características que determinan el movimiento del humo.

Dispondrán de sistema de evacuación de humos:

Los sectores con actividades de producción:

1. De riesgo intrínseco medio y superficie construida $\geq 2000 \text{ m}^2$.
2. De riesgo intrínseco alto y superficie construida $\geq 1000 \text{ m}^2$.

Los sectores con actividades de almacenamiento:

1. De riesgo intrínseco medio y superficie construida $\geq 1000 \text{ m}^2$.
2. De riesgo intrínseco alto y superficie construida $\geq 800 \text{ m}^2$.

Por lo tanto, debido a que nuestra edificación industrial presenta un Nivel de Riesgo Intrínseco ALTO y una superficie de 2.000 m^2 , se hace necesario la instalación de un sistema de extinción de incendios.

La ventilación será natural a no ser que la ubicación del sector lo impida; en tal caso, podrá ser forzada.

Los huecos se dispondrán uniformemente repartidos en la parte alta del sector, ya sea en zonas altas de fachada o cubierta.

Los huecos deberán ser practicables de manera manual o automática.

Deberá disponerse, además, de huecos para entrada de aire en la parte baja del sector, en la misma proporción de superficie requerida para los de salida de humos, y se podrán computar los huecos de las puertas de acceso al sector.

El diseño y ejecución de los sistemas de control de humos y calor se realizará de acuerdo a lo especificado en la norma UNE 23585 [9]. En casos debidamente justificados se podrá utilizar otra normativa internacional de reconocido prestigio.

Como la norma exige una ventilación natural siempre que sea posible, se dispondrán exutorios en la cubierta del edificio, para la evacuación de humos ante un posible incendio.

Debe disponerse de huecos para admisión de aire en la parte baja del sector, en la misma proporción de superficie requerida para los de salida de humos, y podrán computarse los huecos de las puertas de acceso al sector. También podrán utilizarse, opcionalmente, las áreas de entrada de aire de depósitos colindantes del mismo sector que aporten la misma superficie.



ILUSTRACIÓN 45.- REGIONES DE DISEÑO PARA GRANDES ESPACIOS DE VOLUMEN SIMPLE

Para el diseño y dimensionamiento de la instalación de extracción de humo se ha seguido la normativa UNE 23585.

1.7.9.1.- CÁLCULO DE INSTALACIÓN DE EVACUACIÓN DE HUMOS, MEDIANTE EXTRACCIÓN NATURAL

La norma *UNE 23585-2017* [9] dicta que siempre y cuando sea posible la implementación de un sistema de extracción natural, esta se deberá adoptar priorizándola a un sistema de extracción forzada.

La inexistencia de edificios colindantes en el exterior de la nave otorga la posibilidad de instalar un sistema de extracción natural. Para el diseño de este sistema se ha elegido la inserción de exutorios en las paredes de la nave, que estarán comunicados directamente con el exterior para la entrada de aire



limpio. Cuando se calcule la superficie de salida para evacuar el humo de un posible incendio, se comprobará la disposición de los exutorios para una mayor eficiencia.

1.7.9.1.1.- DEFINICIONES

DEPÓSITO DE HUMOS

Cuando el incendio está directamente debajo del depósito de humos, la superficie máxima de cualquier depósito de estos debe ser de 2.000 m², si se han adoptado aireadores naturales de extracción de humos o 2.600 m², si se adoptan aireadores mecánicos de extracción de humos.

En el caso de edificios de pública concurrencia multiplanta con atrio, o edificios industriales con altillo o entreplanta, cuando el incendio está en un recinto adyacente al espacio que contiene al depósito, se reducirá la superficie de los depósitos a 1.000 m², si se adoptan aireadores naturales de extracción de humos, o 1.300 m², si los aireadores son mecánicos.

La máxima longitud de cualquier depósito de humos a lo largo de su eje mayor no debe superar los 60 m.

Ninguna parte de un depósito de humos debe extenderse más de tres veces su anchura, más allá de un aireador de toma de extracción (es decir, un punto de extracción), a menos que esté adaptado un conducto de transferencia de humos, para recircular los gases de los humos a una posición cercana a un punto de extracción.

Por lo tanto, debido a que en nuestro caso se superan los 60 m de longitud de un depósito de humo, se ha decidido dividir la edificación industrial en dos depósitos de humos, con una longitud de 40 m cada uno.



TEMPERATURA DE DISEÑO

La temperatura de diseño de los gases en la capa flotante debe satisfacer los valores máximos establecidos a continuación en función del objetivo de diseño del SCTEH:

- Cuando el objetivo es la evacuación de los ocupantes, la temperatura media de la capa de humos debe ser como máximo de 200 °C cuando las vías de evacuación pasen debajo del depósito de humos, independientemente de la altura libre de humos disponible.
- Cuando el objetivo es la protección de los bienes y las propiedades, la temperatura media de la capa de humos debe ser como máximo de 550 °C.

ALTURA LIBRE DE HUMOS

Según la definición de la norma UNE 23585-2017 [9] la Altura libre de humos es la diferencia entre el nivel inferior de la capa de humos con respecto al nivel del suelo.

Se ha decidido por una altura libre de humos de 3,5 m para una correcta evacuación del personal de la edificación industrial.

El diseño de un sistema para la protección de las propiedades se basa en mantener la capa caliente de humos flotantes suficientemente alejada por encima de los materiales sensibles.

La capa debe disponerse al menos 0,5 m por encima del material más alto, para evitar su ignición o contaminación y permitiendo una buena visibilidad que facilite una intervención rápida del servicio de incendios.

Se permite la invasión de 1/3 parte del material almacenado, en aquellos recintos de almacenamiento de categoría extra, equipados con un sistema de rociadores automáticos.

1.7.9.2.- MODELO DE INCENDIO

Para establecer los parámetros de cálculo del incendio, es necesario conocer el modelo y seguir los pasos establecidos en la norma. Estos se indican en el apartado 6 de la norma *UNE 23585-2017* [9], donde se establecen las características del modelo.

Para almacenamientos por estibas o estanterías, y locales de venta con superficie mayor de 1000 m² con productos almacenados a más de 5 m de altura si el local cuenta con rociadores o 2.4 m si no cuenta con ellos, se debe usar la Ilustración 70 como procedimiento de cálculo.

Edificio de almacenamiento en altura.			
<p>Almacenamiento con productos en estanterías</p> <p>(w = anchura de la estantería) (h = altura de la estantería) (x = 2/3 · h - tangente 15° = 0,18·h)</p> <p>SILOS:</p> <p>(w = anchura de la estantería, para el cálculo, mínimo 3 m) (Y = altura de libro de fondo) (x = Y · tangente 15° = 0,27·Y) Y = 2/3h</p>			
	Área de incendio (A) m ²	Perímetro del incendio (P) m	Flujo de calor liberado (qf) kW / m ²
- Rociadores de techo, independientemente de su tipología	$4/3h (w + x)$	$2 (w + 4x)$	qf (bajo) = 250 qf (alto) = 625
- Rociadores intermedios	$2/3h (w + x)$	$w + 4x$	
- Sin rociadores.	81	36	qf (bajo) = 250 qf (alto) = 1 250

ILUSTRACIÓN 46.- PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS DEL MODELO DE INCENDIOS PARA EDIFICIOS DE ALMACENAMIENTOS EN ALTURA

Donde:

- **W:** 2,7 m
- **X:** 0,893 m



Así pues, obtenemos los siguientes valores, teniendo en cuenta que nuestra edificación industrial posee una instalación de rociadores automáticos solamente en el techo de dicha edificación:

- **Área de incendios:** 23,953 m²
- **Perímetro del incendio:** 12,544 m
- **Flujo de calor liberado bajo:** 250 kW/m²
- **Flujo de calor liberado alto:** 625 kW/m²

1.7.9.2.1.- CAUDAL DE AIRE QUE ENTRA DENTRO DEL PENACHO ASCENDENTE DE HUMOS POR ENCIMA DE UN INCENDIO

La expresión para el cálculo del caudal de aire que entra dentro de un penacho ascendente de humos por encima de un incendio se calcula mediante la siguiente expresión:

$$M_f = C_e \cdot P \cdot Y^{2/3} \frac{kg}{s}$$

Donde:

- **M_f:** Caudal de aire de humo dentro de un penacho (kg/s)
- **C_e:** 0,188 para recintos de gran espacio como auditorio, oficinas de gran-planta abierta, suelos de atrios, etc. Donde el techo está muy por encima del incendio.
- **P:** Perímetro del incendio, en m.
- **Y:** Altura libre de humo, en m.

Por lo tanto,

$$M_f = 0,188 \cdot 12,544 \cdot 3,5^{\frac{3}{2}} = 15,442 \frac{kg}{s}$$

1.7.9.2.2.- TEMPERATURA DE LA CAPA DE HUMOS

Para calcular el aumento promedio de la temperatura de los gases en la capa de humos se hará uso de la siguiente expresión dada por la norma:



$$\theta_1 = \frac{Q_1}{c \cdot M_1}$$

Donde:

- **Q₁**: Es el calor convectivo en los gases del humo en la capa flotante del depósito de humo (kW).
- **c**: Es el calor específico del aire a presión constante (1,012 kJ/kg K).
- **M₁**: Es la masa circulante de gases de humo que entra en la capa flotante del depósito de humo (kg/s).

La obtención del calor convectivo (Q₁) se realiza, teniendo en cuenta el siguiente requisito:

El calor convectivo transportado por los gases de los humos que penetran en el depósito de humos, se debe tomar como 0,8 veces el valor del calor emitido (q_f x A_f) predeterminando para el modelo de incendio de diseño, a menos que el proyectista pueda demostrar hechos o razones que aconsejen el uso de un valor diferente. Por lo tanto, obtendremos el siguiente valor:

$$Q_f = q_f \cdot A_f = 250 \frac{kW}{m^2} \cdot 23,953 m^2 = 5.988,25 kW$$

Obteniendo finalmente el siguiente valor de la capa de humos:

$$\theta_1 = \frac{Q_1}{c \cdot M_1} = \frac{5.988,25}{1,012 \cdot 15,442} = 383,19 \text{ } ^\circ\text{C/K}$$

Si los humos pasan por un rociador, están más caliente que la temperatura de operación del mismo, este rociador entrará en acción eventualmente, y su agua pulverizada enfriará los humos. Si el humo está todavía bastante caliente, entrará en funcionamiento el siguiente rociador, enfriando todavía más estos humos. Se alcanzará un estado en el que la temperatura de los humos es insuficiente para hacer funcionar más rociadores. Después de esto, puede asumirse que la temperatura de la capa de humos es aproximadamente igual a la temperatura de operación de los rociadores, más allá del radio de acción de los mismos. Este radio, no es generalmente conocido.



En ausencia de mejor información, puede asumirse razonablemente que no operarán más rociadores que los que están previstos en los cálculos de diseño del sistema de rociadores y su suministro de agua.

Para sistemas de ventilación natural, si la temperatura de funcionamiento de los rociadores está por encima de los 140 °C o, por encima de la temperatura calculada de la capa de humos, el enfriamiento causado por los rociadores puede ignorarse. Para cualquier otra circunstancia, la temperatura asumida de la capa para diseños que involucren aireadores naturales debe ser igual a la temperatura de funcionamiento de los rociadores.

Debido a la instalación de rociadores automáticos, calcularemos la temperatura promedio en la capa de humo:

$$T_1 = \frac{[T_r \cdot (A - A_r)] + [(\theta_1 + T_0) \cdot A_r]}{A}$$

Donde:

- **A:** Área del depósito de humos, en m².
- **A_r:** Área de operación de rociadores, 300 m².
- **T₁:** Temperatura promedio absoluta de la capa de humos, en K.
- **Θ₁:** Aumento de temperatura de la capa de humos por encima de la del ambiente (°C).
- **T_r:** Temperatura de activación de los rociadores (K), 74°C (347 K).

El valor obtenido será el siguiente:

$$T_1 = \frac{[347 \cdot (1.000 - 300)] + [(383,19 + 293) \cdot 300]}{1.000} = 445,757 \text{ K}$$

Por lo tanto, la temperatura de la capa de humos será, teniendo en cuenta una temperatura ambiente de 20°C:

$$T_H = T_1 + T_{amb} = 445,757 + 293 = 738,757 \text{ K}$$



1.7.9.2.3.- SUPERFICIE AERODINÁMICA TOTAL DE AIREADORES NATURALES

En primer lugar, antes de realizar los cálculos de superficie aerodinámica, calcularemos d_1 , la cual es la profundidad de la capa de humos que fluye en metros, debido a que el techo posee una inclinación menor de 25°C , y por lo tanto se considera techo plano, la profundidad se calculará mediante la siguiente expresión:

$$d_1 = \left[\frac{M_1 \cdot T_1}{\gamma \cdot \theta_1^{0,5} \cdot W_1} \right]^{2/3}$$

Donde:

- d_1 : profundidad de la capa de humos que fluye, en metros.
- T_1 : Temperatura absoluta de la capa de humos, en K.
- θ_1 : Aumento de temperatura de la capa de humos por encima de la del ambiente, en $^\circ\text{C}$.
- W_1 : Anchura del depósito de humos, medida en ángulo recto con la dirección del flujo de humos, en metros.
- γ : Factor de cuelgue, 36 si está presente en un dintel o cuelgue en ángulo recto con el flujo.
- M_1 : Valor de la masa circulante de los gases de los humos (kg/s).

Obteniendo el siguiente resultado:

$$d_1 = \left[\frac{15,442 \cdot 445,757}{36 \cdot 383,19^{0,5} \cdot 25} \right]^{2/3} = 0,5344$$

Dicha profundidad se mide por debajo del obstáculo colgante más bajo, transversal al flujo, en nuestro caso será la barrera fija de humo, la cual posee una altura de 3,5. Por lo tanto, la profundidad total será de 4 m aproximadamente.



Ahora nos dispondremos a realizar el cálculo de la superficie aerodinámica de la extracción de humos en la edificación industrial, la cual será realizada mediante la siguiente expresión:

$$A_{vTOT} \cdot C_v = \frac{M_1 \cdot T_1}{[2 \cdot \rho_{amb} \cdot g \cdot d_1 \cdot \theta_1 \cdot T_{amb} - \frac{M_1^2 \cdot T_1 \cdot T_{amb}}{[A_i \cdot C_i]^2}]^{0,5}}$$

Debido al hecho de que $A_v \times C_v$ es igual $A_i \times C_i$, la expresión quedará del siguiente modo:

$$A_{vTOT} \cdot C_v = \frac{M_1}{\rho_{amb}} \cdot \left[\frac{T_1^2 + T_1 \cdot T_{amb}}{2 \cdot g \cdot d_1 \cdot \theta_1 \cdot T_{amb}} \right]^{0,5}$$

Donde:

- **A_{vTOT}**: Superficie geométrica total libre de todos los aireadores de extracción de humos en un depósito de humos.
- **C_v**: Coeficiente de descarga, es decir, coeficiente de funcionamiento de un aireador natural.
- **A_i**: Superficie geométrica total libre de todas las entradas de aire, en m².
- **C_i**: Coeficiente de descarga, es decir, coeficiente de funcionamiento de abertura de entrada de admisión.
- **M₁**: Valor de la masa circulante de los gases de humo (kg/s).
- **T₁**: Temperatura promedio absoluta de la capa de humos, en K.
- **ρ_{amb}**: Densidad del aire a temperatura ambiente. Se considera 1,22 kg/m³ para una temperatura de 293 K.
- **g**: Aceleración de la gravedad. Se considera 9,81 m/s².
- **d₁**: Profundidad de la capa de humo que fluye, en metros.
- **θ₁**: Aumento de temperatura de la capa de humos por encima de la temperatura ambiente, en K.
- **T_{amb}**: Temperatura ambiente. Se considera 293 K.



Finalmente, obtendremos el siguiente valor de superficie aerodinámica:

$$A_{vTOT} \cdot C_v = \frac{15,442}{1,22} \cdot \left[\frac{798,757^2 + 798,757 \cdot 293}{2 \cdot 9,81 \cdot 4 \cdot 383,19 \cdot 293} \right]^{0,5} = 3,982$$

CÁLCULO DE LA SUPERFICIE AERODINÁMICA DE EVACUACIÓN DE HUMOS	
Superficie del depósito de Humo	1000 m ²
Nº de depósitos de humos diseñados	2
¿Las vías de evacuación pasan por debajo del depósito de humo?	SI
Altura de la nave	8.204 m
Extinción automática por rociadores	SI
Temperatura de disparo de los rociadores	74 °c
Tamaño del fuego, largo	4,5 m
Tamaño del fuego, ancho	4,5 m
Perímetro de fuego	12,544 m
Área del fuego	23,953 m ²
Potencia calorífica	250 kW/m ²
Altura libre de humo	3.5 m
Espesor de capa de humo	4.704 m
Profundidad media de las barreras de humo	3.5 m
Altura del suelo a canto inferior de las barreras de humo	4.704 m
Flujo másico de humo real	15,442 kg/ds
Calor convectivo	5988,25 kW
Incremento de temperatura sobre el ambiente, sin considerar el enfriamiento de rociadores	383,19 °c
Incremento de temperatura sobre el ambiente, teniendo en cuenta rociadores	445,757
Temperatura ambiente	20 °c
Temperatura ambiente absoluta	293 K
Relación entre evacuación y admisión (A _C /A _C)	1
Superficie aerodinamica necesaria por depósito de humo	6.636 m ²

TABLA 25.- TABLA DE CÁLCULO DE SUPERFICIE AERODINÁMICA DE EVACUACIÓN DE HUMOS

1.7.9.2.4.- NÚMERO DE EXUTORIOS DE SALIDA A INSTALAR

Una vez calculada la superficie total a ocupar por los exutorios sobre el establecimiento industrial para la correcta evacuación de humos, se debe determinar el número concreto a instalar de aireadores.

Para establecer esta cantidad de exutorios a instalar, se definirá un valor crítico de extracción para una única apertura. Dicho valor crítico viene dado por la siguiente ecuación:

$$M_{crit} = 1,3 \cdot [g \cdot d_n^5 \cdot T_{amb} \cdot \frac{\theta_1}{T_1^2}]^{0,5}$$



Donde:

- **d_n** : Es la profundidad de la capa de humos debajo del punto de extracción en metros.

La profundidad de la capa de humos, d_n , será calculada del siguiente modo:

$$d_n = h_a - Y$$

Donde:

- **h_a** : Es la altura desde el exutorio hasta el suelo de la edificación industrial, metros.
- **Y** : Altura libre de humos, en metros.

$$d_n = 8,204 - 3,5 = 4,7 \text{ m}$$

Obteniendo, de este modo el valor crítico de extracción para una única abertura:

$$M_{crit} = 1,3 \cdot [9,81 \cdot 4,7^5 \cdot 293 \cdot \frac{383,19}{798,7572}]^{0,5} = 81,8 \text{ kg/s}$$

El número concreto de exutorios a instalar será de:

$$N \geq \frac{M_1}{M_{crit}} = \frac{15,442}{81,8} = 0,189 \cong 1$$

Por lo tanto, solamente será necesario la instalación de un solo exutorio por depósito de humos en la edificación industrial.

Se ha escogido un exutorio con las siguientes dimensiones, a modo de cumplir las exigencias de superficie aerodinámica.

- **Exutorio**, 2.920 mm x 1.800 mm, 13 Lamas



ILUSTRACIÓN 47.- EXUTORIO

1.7.9.2.5.- ADMISIÓN DE AIRE DE ENTRADA

El sistema de admisión de aire es un elemento crítico a la hora de la evaluación de humos de un incendio, ya que es el encargado de renovar el aire del sector, permitiendo la entrada de aire frío desde el exterior y favoreciendo así la expulsión y sustitución de los gases producidos durante el incendio.

Teniendo en cuenta que se ha establecido que la superficie de entrada sea igual a la superficie de salida, el área geométrica a cubrir por los exutorios de entrada real será de una superficie aerodinámica de 3,982 m².

Suponiendo un coeficiente de descarga de 0,6, obtenemos la siguiente superficie geométrica de aire de entrada.

$$A_i \cdot C_i = 3,982 \rightarrow A_i = \frac{3,982}{0,6} = 6,636 \text{ m}^2$$

Colocaremos unas rejillas rectangulares con las siguientes dimensiones:

- **Rejilla Rectangular** 1.400 mm x 600 mm. Sup: 0,72 m²

Obtendremos, que el número de rejillas a instalar en cada uno de los depósitos de humos de la edificación industrial será de 8.

Dichas rejillas, estarán colocadas en las fachadas laterales del edificio, colocándose a una altura de 1,5 m sobre la rasante.



ILUSTRACIÓN 48.- REJILLA RECTANGULAR

1.7.10.- ALMACENAMIENTO

Para cumplir con lo dispuesto en el apartado 8 del Anexo II del RSCIEI del *Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales* [1] se han tenido en cuenta los siguientes factores:

- Los materiales de bastidores, largueros, paneles metálicos, cerchas, vigas, pisos metálicos y otros elementos y accesorios metálicos que componen el sistema deben ser de acero de la clase A1 (M0).
- Los revestimientos pintados con espesores inferiores a 100 μ deben ser de la clase Bs3d0 (M1). Este revestimiento debe ser un material no inflamable, debidamente acreditado por un laboratorio autorizado mediante ensayos realizados según norma.
- Los revestimientos zincados con espesores inferiores a 100 μ deben ser de la clase Bs3d0 (M1).



NIVEL DE RIESGO INTRINSECO	CONFIGURACIÓN A		CONFIGURACIÓN B		CONFIGURACIÓN C	
	ROCIADORES AUTOMÁTICO		ROCIADORES AUTOMÁTICO		ROCIADORES AUTOMÁTICO	
	SI	NO	SI	NO	SI	NO
BAJO	R-30 (EF-30)	R-15 (EF-15)	R-15 (EF-15)	NO EXIGIBLE	NO EXIGIBLE	NO EXIGIBLE
	R-60 (EF-60)	R-30 (EF-30)	R-30 (EF-30)			
MEDIO	R-60 (EF-60)	R-30 (EF-30)	R-30 (EF-30)	R-15 (EF-15)	R-15 (EF-15)	NO EXIGIBLE
			R-60 (EF-60)	R-30 (EF-30)	R-30 (EF-30)	
ALTO			R-60 (EF-60)	R-30 (EF-30)	R-30 (EF-30)	R-15 (EF-15)

TABLA 26.- TABLA 8.1.4. ANEXO II REGLAMENTO SISTEMA DE ALMACENAJE INDEPENDIENTE O AUTOPORTANTE OPERADO MANUALMENTE

1.7.11.- RIESGO DE FUEGO FORESTAL

Según lo dispuesto en el apartado 10 del Anexo II del Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales [1]:

La ubicación de industrias en terrenos colindantes con el bosque origina riesgo de incendio en una doble dirección: peligro para la industria, puesto que un fuego forestal la puede afectar, y peligro de que un fuego en una industria pueda originar un fuego forestal.

- La zona edificada o urbanizada debe disponer preferentemente de dos vías de acceso alternativas, cada una de las cuales debe cumplir las condiciones de aproximación a los edificios
- Cuando no se pueda disponer de las dos vías alternativas indicadas, el acceso único debe finalizar en un fondo de saco, de forma circular, de 12.5 m de radio.
- Los establecimientos industriales de riesgo medio y alto ubicados cerca de una masa forestal han de mantener una franja perimetral de 25 m de anchura permanentemente libre de vegetación baja y arbustiva con la masa forestal esclarecida y las ramas bajas podadas.
- En lugares de viento fuerte y de masa forestal próxima se ha de aumentar la distancia establecida en un 100 por cien, al menos en las direcciones de los vientos predominante.

Este establecimiento industrial cumple con la normativa citada puesto que las vías de acceso para los cuerpos de emergencia se disponen en dos vías



paralelas colindantes a la nave y la masa forestal más próxima está a más de 25 m de distancia, sobre el perímetro de la edificación industrial.

1.7.12.- REQUISITOS DE LA INSTALACIÓN DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

El Anexo III del R.D. 2267/2004 correspondiente con el Reglamento de Seguridad contra Incendios en Establecimientos Industriales afirma que todos los aparatos, equipos, sistemas y componentes de las instalaciones de protección contra incendios de los establecimientos industriales, así como el diseño, la ejecución, la puesta en funcionamiento y el mantenimiento de sus instalaciones deberán cumplir lo preceptuado en el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios, aprobado por el Real Decreto 513/2017, de 12 de Junio, y en la Orden de 16 de abril de 1998, sobre normas de procedimiento y desarrollo de aquél.

Los instaladores y mantenedores de las instalaciones de protección contra incendios, a que se refiere el párrafo anterior, cumplirán los requisitos que, para ellos, establece el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios, aprobado por el Real Decreto 513/2017, de 12 de Junio, y disposiciones que lo complementan.

El Anexo III del Reglamento de Seguridad Contra Incendios en los Establecimientos Industriales se corresponde con la Protección Activa Contra Incendios.

Los sistemas de protección a instalar dependerán de la relación entre la tipología del edificio donde se encuentra el sector de incendio, el nivel de riesgo intrínseco del sector y la superficie del sector de incendio.

1.7.12.1.- SISTEMA AUTOMÁTICO DE DETECCIÓN DE INCENDIOS

Según dispuesto en el apartado 3 del Anexo III del Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.



Se instalarán sistemas automáticos de detección de incendios en los sectores de incendio de los establecimientos industriales cuando en ellos se desarrollen:

Actividades de almacenamiento:

- Están ubicados en edificios de tipo A y su superficie total construida es de 150 m² o superior.
- Están ubicados en edificios de tipo B, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 1.000 m² o superior.
- Están ubicados en edificios tipo B, su nivel de riesgo intrínseco es alto y su superficie total construida es de 500 m² o superior.
- Están ubicados en edificios de tipo C, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 1.500 m² o superior.
- Están ubicados en edificios de tipo C, su nivel de riesgo intrínseco es alto y su superficie total construida es de 800 m² o superior.

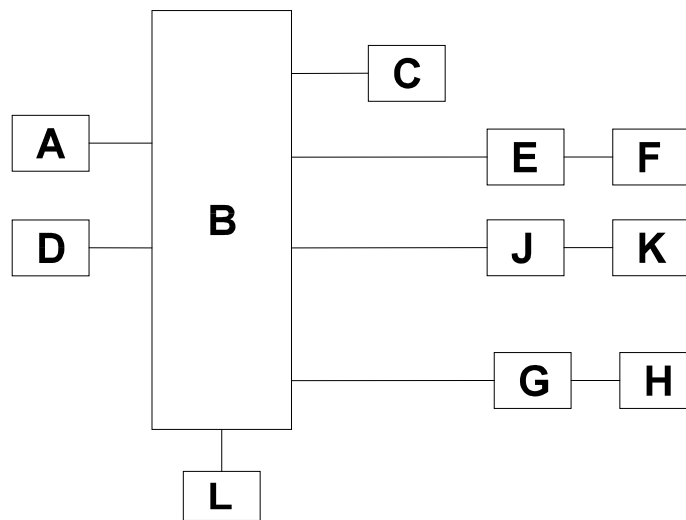
NOTA: cuando es exigible la instalación de un sistema automático de detección de incendio y las condiciones del diseño (apartado 1 de este anexo) den lugar al uso de detectores térmicos, aquella podrá sustituirse por una instalación de rociadores automáticos de agua.

Debido a que nuestra presente edificación industrial posee un nivel de riesgo intrínseco ALTO con una configuración Tipo C y una superficie construida de 2.000 m², será necesario la instalación de un sistema de detección de incendios.

Con esta instalación se consigue detectar un incendio en el tiempo más corto posible y emitir las señales de alarma y de localización adecuadas para que puedan adoptarse las medidas apropiadas. Puede transmitir una señal de alarma de incendio, a dispositivos de alarma de incendio visuales o audiovisuales, a un servicio de bomberos, mediante un dispositivo de transmisión de alarma de incendio y a un equipo automático de control o de lucha contra incendios.



En esencia, el sistema de detección de Incendios consta de los siguientes elementos según indica la figura:



- **A** Detectores
- **B** Equipo de control y señalización
- **C** Dispositivos de alarma de incendios
- **D** Pulsadores de alarma
- **E** Dispositivo de transmisión de alarma de incendios
- **F** Central de recepción de alarma de incendios
- **G** Control de sistemas automáticos de protección contra incendios
- **H** Sistema automático de protección contra incendios
- **J** Dispositivo de transmisión de aviso de avería
- **K** Central de recepción de aviso de avería
- **L** Fuente de alimentación

De todos los elementos indicados existen algunos que representan las partes más importantes de un sistema de detección de incendios que son:

- Detectores de incendio (dispositivos de alarma de incendio) y pulsadores manuales de alarma que se encuentran distribuidos por toda la instalación, capaces de señalar la presencia de un incendio en su estado inicial.



- Central de detección de Incendios (equipo de señalización y control) donde se centralizan las alarmas y se lleva a cabo una serie de acciones preventivas programadas:
 - Transmisión acústica de alarma o cualquier otra operación que pueda iniciarse mediante transmisión eléctrica.
 - Transmisión de señales de emergencia a un puesto remoto situado en el Puesto de Control para el control a través de gráficos de la instalación.

La instalación de todos estos equipos está sujeta a normativas y reglamentaciones que describen en qué tipo de locales es necesaria su implantación, así como qué tipo de detectores y su ubicación son los más adecuados según las características del riesgo a proteger.

Siguiendo recomendaciones de carácter general, la instalación de detección y alarma cumplirá las condiciones siguientes:

- Se dispondrán pulsadores manuales de alarma de incendio en las zonas de circulación y en el interior de los locales.
- Se dispondrán detectores adecuados a la clase de fuego previsible en el interior de todos los locales de riesgo y en las zonas de circulación.
 - Los detectores serán de humos, excepto en aquellas áreas en las que este tipo de detectores pueda originar falsas alarmas, donde se colocarán detectores térmicos o de llamas.
- Los equipos de control y señalización dispondrán de un dispositivo que permitirá la activación manual y automática de los sistemas de alarma y estarán situados en un local vigilado permanentemente.
- La activación automática de los sistemas de alarma deberá poder graduarse de forma tal que tenga lugar, como máximo, 5 minutos después de la activación de un detector o de un pulsador.
- El sistema de aviso de alarma será acústico y formado por sirenas bitonales que permitirán la transmisión de alarmas locales y de alarma general.

1.7.12.1.1.- TIPO DE DETECTORES

La detección permite que los productos de la combustión se transformen rápidamente en una señal fiable para alertar de un incendio.

A continuación, se muestra un esquema con los sistemas de detección de un incendio.



ILUSTRACIÓN 49.- SISTEMAS PARA DETECTAR UN INCENDIO

Productos de la combustión

Los productos resultantes de la combustión se pueden dividir en 4 grandes grupos:

- Gases
- Humos
- Llamas
- Calor.



Gases

La mayoría de los combustibles contienen carbono, azufre, nitrógeno, etc., elementos combinados con el oxígeno e hidrógeno, dan lugar a diferentes compuestos químicos gaseosos, cuya proporción depende del combustible, temperatura y cantidad de oxígeno presente durante la combustión.

Principalmente se forman los siguientes compuestos:

- Monóxido de carbono.
- Anhídrido carbónico.
- Vapor de agua.
- Ácido sulfúrico.
- Anhídrido sulfúrico.
- Amoníaco.
- Gases nitrosos.
- Haluros de hidrógeno.

Humos

La velocidad con que los gases de combustión escapan hacia la atmósfera, donde se diluyen, hace que arrastren en su seno partículas de cenizas, carbono, etc., que los colorean formando humo.

Llamas

La combustión en una atmósfera rica en oxígeno va acompañada generalmente de una luminosidad denominada llama. Por ello, las llamas se consideran como un producto de la combustión, aunque sólo son una manifestación de la misma.

Calor

El calor producido o liberado por la combustión, por su condición de reacción exotérmica, es el principal agente para el desarrollo del incendio.

Existen los diferentes tipos de detectores:

- Detectores de humo
 - Detectores de humo iónico
 - Detectores de humo ópticos
 - Detectores de humo lineales
- Detectores de Llama
 - Detectores UltraVioleta
 - Detectores de Infrarrojos
 - Detectores UltraVioleta/Infrarrojos
- Detectores térmicos
 - Detectores térmicos termostáticos
 - Detectores termovelocimétricos



ILUSTRACIÓN 50.- TIPOS DE DETECTORES DE INCENDIO EN FUNCIÓN DE LA EVOLUCIÓN DEL FUEGO



ILUSTRACIÓN 51.- IMAGEN DE TIPOS DE DETECTORES DE INCENDIO

Los tipos de detectores a instalar en la edificación industrial son:

- Detectores de Humo ópticos
- Detectores de Humo lineales

Detectores de Humo Ópticos

Este tipo de detectores funcionan al percibir la luz cuando entra en contacto con partículas suspendidas en el aire.

Detector óptico de luz dispersa

Tienen una cámara oscura, estanca a la luz externa y protegida del exterior por una fina malla de plástico o acero. En el interior de la cámara hay un emisor y un receptor no alineados, de modo que en estado normal la luz de emisor no llega al receptor. Pero cuando las partículas de humo de la combustión entran en la cámara, la luz emitida se dispersa/refleja y en parte llega al receptor, provocando una señal de alarma.

En los pasillos estrechos y espacios de techo con una anchura menor de 3 metros, las distancias entre detectores pueden ser como sigue:

- Para detectores de calor, hasta 10m (5m para detección con coincidencias o de los sistemas de extinción);
- Para detectores de humo, hasta 15m (11m para la detección con coincidencias o 7,5 m para los sistemas de extinción).



La distancia horizontal entre el detector y la pared o el techo no debe ser mayor que la mitad de las distancias indicadas anteriormente.

El área máxima de vigilancia autorizada no debe ser mayor que los valores añadidos indicados en la siguiente tabla.

Superficie del local en m ²	Tipo de detector	Altura del local en m	Pendiente ≤ 20°		Pendiente >20°	
			S _v (m ²)	D _{max} (m)	S _v (m ²)	D _{max} (m)
SL ≤ 80	UNE-EN54/7	h ≤ 12	80	6,6	80	8,2
SL > 80	UNE-EN54/7	h ≤ 6	60	5,7	90	8,7
		6 < h ≤ 12	80	6,6	110	9,6
SL > 30	UNE-EN54/5, clase A1	h ≤ 7,5	20	3,5	40	6,5
	UNE-EN54/5, clase A2, B, C, D, E, F, G	h ≤ 6	20	3,5	40	6,5
SL ≤ 30	UNE-EN54/5, clase A1	h ≤ 7,5	30	4,4	30	5,7
	UNE-EN54/5, clase A2, B, C, D, E, F, G	h ≤ 6	30	4,4	30	5,7

TABLA 27.- SUPERFICIES DE DETECTORES DE HUMO ÓPTICOS

El área de vigilancia S_v debe corregirse en función del tipo de riesgo. Así, el área protegida por detectores empleados en detección coincidente debe reducirse en, al menos un 30%, y para detectores destinados a activar un sistema fijo de extinción debe reducirse en, al menos, un 50%.

Debe dejarse un espacio libre de 0,5 m como mínimo en todas las direcciones debajo de cada detector.

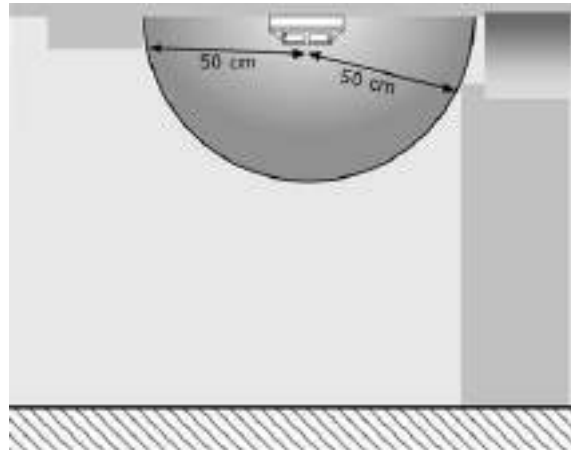


ILUSTRACIÓN 52.- ZONA LIBRE DE OBSTÁCULOS DETECTOR DE HUMO ÓPTICO

Detector de humo lineal

Los detectores lineales cumplen UNE 23007/12.

La distancia entre emisor y receptor oscilará entre 10 metros como distancia mínima y 100 metros como distancia máxima.

La distancia máxima de cobertura lateral del rayo es la indicada por la siguiente tabla extraída de la UNE 23007.14:

Tipo de detector	Altura del local en m	Distancia en m, D	Distancia en m, A	Superficie máxima cubierta en m ²	Pendiente ≤ 20°	Pendiente >20°
					D _v (m)	D _v (m)
UNE-EN54/12	$h \leq 6$	100	12	1600	0,3 a 0,5	0,3 a 0,5
UNE-EN54/12	$6 < h \leq 12$	100	13	1600	0,4 a 0,6	0,5 a 0,8
UNE-EN54/12	$12 < h \leq 25$	100	15	1600	0,4 a 0,6	0,5 a 0,8

Leyenda

D, distancia máxima cubierta por el haz de la barrera

A, distancia máxima entre dos detectores lineales contiguos

D_v, distancia vertical del haz de la barrera hasta el techo

TABLA 18.- SUPERFICIES DE DETECTORES DE HUMOS POR HAZ LINEAL



1.7.12.1.2.- SEÑALES ACÚSTICAS

Se distribuyen estos elementos de forma que garanticemos los **niveles** sonoros mínimos expresados en la norma UNE 23007-14:

- El nivel sonoro de la alarma debe de ser como mínimo de 65 dB(A), o bien de 5 dB(A) por encima de cualquier sonido que previsiblemente pueda durar más de 30 s.
- Si la alarma tiene por objeto despertar a personas que estén durmiendo, el nivel sonoro mínimo deberá ser de 75 dB(A).
- Este nivel mínimo debe garantizarse en todos los puntos del recinto.
- El nivel sonoro no deberá superar los 120 dB(A) en ningún punto situado a más de 1 m. del dispositivo.

El número de aparatos instalados se determina de acuerdo con lo siguiente:

- El nº de campanas/sirenas deberá ser el suficiente para obtener el nivel sonoro expresado anteriormente.
- El nº mínimo de avisadores será de dos en un edificio y uno por cada sector de incendios.
- Para evitar niveles excesivos en algunas zonas se ha preferido situar más sirenas con menos potencia.
- El tono empleado por las sirenas para los avisos de incendio debe ser exclusivo a tal fin.

1.7.12.1.3.- CENTRAL DE DETECCIÓN

Las señales que se producen en un detector como consecuencia de su estado (alarma, avería, vigilancia, etc.) deben ser recogidas e interpretadas por una parte del sistema que las transforme en señales ópticas, acústicas y eléctricas. Estas señales permiten determinar el tipo de suceso, su localización y, si procede, tomar las medidas oportunas de protección adicionales, como disparo de instalaciones, parada de servicios, avisos a distancia, etc.

Un sistema de detección de incendio está compuesto por unas entradas, las cuales será identificadas por una central, que dará lugar a unas salidas.

ENTRADAS

- Detectores de Incendios.
- Detección de sistema de extinción.
- Pulsadores manuales de alarma.

SALIDAS

- Paro del sistema de climatización, para evitar el aporte de aire al incendio.
- Comunicación con el cuerpo de bomberos.
- Accionamiento de sistemas automáticos de incendios.
- Señales acústicas y ópticas.
- Control del sistema de bloqueo de puertas de sectorización.

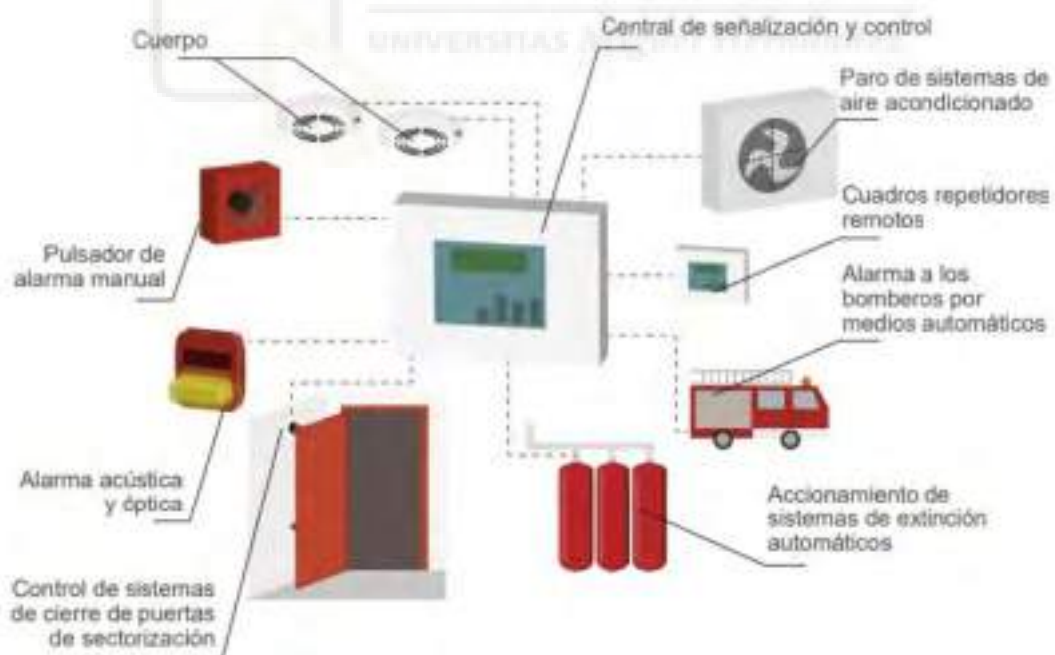


ILUSTRACIÓN 53.- PARTES DEL SISTEMA DE DETECCIÓN DE INCENDIOS

La central de detección está compuesta por las siguientes partes:



CIRCUITO DE LAZO

Los detectores suelen agruparse por zonas de protección. Cada zona lleva señalización independiente de las demás en la que se recogen todas las eventualidades que afectan a la zona, como son: alarma, avería, fuera de servicio, etc.

CIRCUITO DE ALIMENTACIÓN

El cuadro está alimentado por la red principal y debe llevar una batería para casos de corte de fluido. El circuito de alimentación señala si el cuadro está funcionando y cuál es su fuente de alimentación.

ALARMA

Cuando un detector da la alarma, el cuadro recoge el aviso, dando unas señales luminosas que indican la presencia del fuego y la zona detectada, al tiempo que emite una señal acústica.

ANOMALÍAS

Normalmente el cuadro está provisto de una serie de señales acústicas y ópticas que indican la falta de alimentación, avería en una línea de detección (indicando cuál), etc.

CABLEADO

En la instalación del cableado necesario para la conexión de los elementos con la central de control se ha tenido en cuenta las especificaciones indicadas en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión

Como Bus de comunicaciones para los elementos inteligentes; se utilizará un conductor trenzado y apantallado con las siguientes características

- Cable: trenzado y apantallado de dos conductores.
- Trenzado: con paso de 20 a 40 vueltas por metro.
- Apantallado: aluminio Mylar con hilo de drenaje.



- Resistencia total del cableado de lazo: inferior a 40 ohmios.
- Capacidad: inferior a 0.5 microfaradios.

La sección del cable se ha elegido de acuerdo con la siguiente tabla:

Longitud del lazo	Sección
hasta 1.500 metros	2 x 1.5 mm ²
hasta 2.200 metros	2 x 2.5 mm ²

El cable de alimentación de los equipos auxiliares es del tipo unifilar convencional. Para calcular la sección necesaria calcularemos las caídas de tensión de acuerdo con la fórmula:

$$E = (2 \times P \times L) / (K \times S \times V)$$

Donde

- **E**: caída de tensión en voltios
- **P**: es la potencia $P = V \times i$
- **L**: es la longitud del cable en metros
- **k**: para el cobre 56 y para el aluminio 35
- **S**: sección del cable en mm².
- **V**: tensión en voltios.

1.7.12.2.- SISTEMA MANUAL DE DETECCIÓN DE INCENDIOS

Según dispuesto en el apartado 4 del Anexo III del Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales se indica que:

Se instalarán sistemas manuales de alarma de incendio en los sectores de incendio de los establecimientos industriales cuando en ellos se desarrollen:



Actividades de almacenamiento:

- Su superficie total construida es de 800 m² o superior, o
- No se requiere la instalación de sistemas automáticos de detección de incendios, según el apartado 3.1 de este anexo.

Cuando sea requerida la instalación de un sistema manual de alarma de incendio, se situará, en todo caso, un pulsador junto a cada salida de evacuación del sector de incendio, y la distancia máxima a recorrer desde cualquier punto hasta alcanzar un pulsador no debe superar los 25 m.

Para la presente edificación debido a que tiene una superficie de 2.000 m², será necesario la instalación del sistema manual de detección de incendios, en la que se colocará 8 pulsadores manuales de alarma, a modo de cumplir con las exigencias del reglamento.

1.7.12.3.- SISTEMA DE COMUNICACIÓN DE ALARMA

En el apartado 5 del Anexo III del Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales se dispone lo siguiente:

Se instalarán sistemas de comunicación de alarma en todos los sectores de incendio de los establecimientos industriales, si la suma de la superficie construida de todos los sectores de incendio del establecimiento industrial es de 10.000 m² o superior.

La señal acústica transmitida por el sistema de comunicación de alarma de incendio permitirá diferenciar si se trata de una alarma por «emergencia parcial» o por «emergencia general», y será preferente el uso de un sistema de megafonía.

Este apartado no es requerimiento obligatorio según la norma, ya que la suma de los distintos sectores del establecimiento industrial no supera los 10.000 m².



1.7.12.4.- SISTEMA DE HIDRANTE EXTERIORES

Según el apartado 7 del Anexo III del *Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales* [1], se instalará un sistema de hidrantes exteriores si:

- Lo exigen las disposiciones vigentes que regulan actividades industriales sectoriales o específicas, de acuerdo con el artículo 1 de este reglamento.
- Concurren las circunstancias que se reflejan en la siguiente tabla.

TIPO DE CONFIGURACIÓN DEL ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL	SUPERFICIE DEL SECTOR O ÁREA DE INCENDIOS	NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO		
		BAJO	MEDIO	ALTO
A	≥ 300	NO	SI	-
	≥ 1.000	SI	SI	-
B	≥ 1.000	NO	NO	SI
	≥ 2.500	NO	SI	SI
	≥ 3.500	SI	SI	SI
C	≥ 2.000	NO	NO	SI
	≥ 3.500	NO	SI	SI
D / E	≥ 5.000	SI	SI	SI
	≥ 15.000	SI	SI	SI

TABLA 29.- HIDRANTES EXTERIORES SEGÚN EL REGLAMENTO

Debido al hecho de que, en nuestro caso, la edificación contiene un Nivel de Riesgo Intrínseco ALTO, con un sector de una superficie de 2.000 m² con una configuración Tipo C, será necesario la instalación de un sistema de hidrantes exteriores.

Los Hidrantes exteriores será sistemas de abastecimiento de agua para uso exclusivo de los cuerpos de bomberos y del personal debidamente formado.



TIPO DE CONFIGURACIÓN DEL ESTABLECIMIENTO INDUSTRIAL	NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO		NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO		NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO	
	BAJO		MEDIO		ALTO	
	Caudal (L/min)	Autonomía (min)	Caudal (L/min)	Autonomía (min)	Caudal (L/min)	Autonomía (min)
A	500	30	1,000	60	-	-
B	500	30	1,000	60	1,000	90
C	500	30	1,500	60	2,000	90
D y E	1,000	30	2,000	60	3,000	90

TABLA 30.- NECESIDADES DE AGUA PARA HIDRANTES EXTERIORES SEGÚN EL REGLAMENTO

Los cálculos de la red de tuberías de los hidrantes exteriores del establecimiento industrial se encuentran en el anejo de cálculos hidráulicos Hidrantes exteriores. Donde se ha establecido las siguientes condiciones hidráulicas en los hidrantes exteriores:

CONDICIONES HIDRÁULICAS HIDRANTES EXTERIORES	
CAUDAL MÍNIMO	2000 L/min
PRESIÓN MÍNIMA	5 Bar
TIPOLOGÍA	COLUMNA
DIAMETRO NOMINAL	100 mm
Kv	180
AUTONOMÍA	90 min

TABLA 31. CONDICIONES HIDRÁULICAS HIDRANTES EXTERIORES



ILUSTRACIÓN 54.- FUNCIONAMIENTO DE UN HIDRANTE EXTERIOR



1.7.12.5.- EXTINTORES DE INCENDIOS

En relación con los extintores de incendios, en el apartado 8 del Anexo III del *Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales* se comenta que:

Se instalarán extintores de incendio portátiles en todos los sectores de incendio de los establecimientos industriales.

El agente extintor utilizado será seleccionado de acuerdo con la tabla I-1 del apéndice 1 del Reglamento de Instalaciones de protección contra incendios, aprobado por el Real Decreto 513/2017, de 12 de Junio.

Nivel de Riesgo Intrínseco de Incendios	Eficación mínima del extintor	Área máxima protegida del sector de incendio
BAJO	21 A	Hasta 600 m ² (un extintor po cada 200 m ² , o fracción, en exceso)
MEDIO	21 A	Hasta 400 m ² (un extintor po cada 200 m ² , o fracción, en exceso)
ALTO	34 A	Hasta 300 m ² (un extintor po cada 200 m ² , o fracción, en exceso)

ILUSTRACIÓN 32.- DOTACIÓN DE EXTINTORES EN FUNCIÓN DEL NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO

El emplazamiento de los extintores portátiles de incendio permitirá que sean fácilmente visibles y accesibles, estarán situados próximos a los puntos donde se estime mayor probabilidad de iniciarse el incendio y su distribución será tal que el recorrido máximo horizontal, desde cualquier punto del sector de incendio hasta el extintor, no supere 15 m.

La dotación estará de acuerdo con lo establecido en los apartados anteriores, excepto el recorrido máximo hasta uno de ellos, que podrá ampliarse a 25 m.



Agente Extintor	Sólidos A	Líquidos B	Gaseosos C	Metales Especiales D
Agua Pulverizada	XXX	X		
Agua a chorro	XX			
Polvo BC (Convencional)		XXX	XX	
Polvo ABC (Polivalente)	XX	XX	XX	
Polvo específico metales				XX
Espuma física	XX	XX		
Anhídrico Carbónico	X	X		
Hidrocarburos Halogenados	X	XX		
XXX	Muy Adecuado			
XX	Adecuado			
X	Aceptable			

TABLA 33.- AGENTES EXTINTORES Y ADECUACIÓN A LAS DISTINTAS CLASES DE FUEGO

Clasificación de fuegos

Los fuegos se clasifican conforme a la norma UNE-23010 en cuatro clases:

Clase A:

Fuegos de materia sólida, generalmente de materia orgánica, donde la combustión se realiza normalmente con formación de brasas. Se caracterizan por la propagación de calor desde dentro hacia afuera, grandes elevaciones de temperatura y requieren una elevada aportación inicial de calor. Son fuegos propios de la combustión de maderas, papel, tejidos, fibras, carbón, paja, etc.

Clase B:

Fuegos de líquidos o de sólidos licuables. Son fuegos de tipo superficial, el calor se propaga de fuera hacia dentro y el calor necesario para iniciar la combustión es función del punto de inflamación del combustible. A este grupo pertenecen los fuegos ocasionados por ceras, resinas, parafinas, etc. que son sólidos de bajo punto de fusión. También se encuentran incluidos en este grupo los líquidos que a bajas temperaturas emiten vapores inflamables tales como el éter, alcoholes, acetonas, bencol, gasolinas, aceites, barnices, alquitrán, grasas, disolventes sintéticos, etc. y en los cuales el fuego se manifiesta únicamente en su superficie con producción de llamas.



Clase C:

Fuegos de gases. Corresponden a gases combustibles o inflamables como el acetileno, butano, metano, propano, gas de coquerías, gas de alumbrado, hidrógeno, etc.

Clase D:

Fuegos de metales. Se trata de los producidos por metales combustibles y compuestos químicos reactivos, como aluminio, potasio, sodio, magnesio, plutonio, uranio, cesio, circonio, sal común, etc.

Hace algunos años se consideraba otra clase de fuegos, **clase E**, que pertenecían a los fuegos producidos ante tensión eléctrica superior a 25 voltios y que, en general, corresponden a los que se inician en generadores de motores, cuadros eléctricos, etc.

1.7.12.6.- SISTEMAS DE BOCAS DE INCENDIO EQUIPADAS

Según lo dispuesto en el apartado 9 del Anexo III del Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales [1] se indica que:

Se instalarán sistemas de bocas de incendio equipadas en los sectores de incendio de los establecimientos industriales si:

- Están ubicados en edificios de tipo C, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 1.000 m² o superior.
- Están ubicados en edificios de tipo C, su nivel de riesgo intrínseco es alto y su superficie total construida es de 500 m² o superior.

Además de los requisitos establecidos en el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios, para su disposición y características se cumplirán las siguientes condiciones hidráulicas:



NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO	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 34.- TIPO DE BIES Y NECESIDADES DE AGUA SEGÚN EL REGLAMENTO

* Se admitirá BIE 25 mm como toma adicional del 45 mm, y se considerará, a los efectos de cálculo hidráulico, como BIE de 45 mm.

Las BIE de 45 mm sólo deberían ser utilizadas por personal debidamente formado.

Se deberá comprobar que la presión en la boquilla no sea inferior a dos bar ni superior a cinco bar, y, si fuera necesario, se dispondrán dispositivos reductores de presión.

Debido a que nuestra presente edificación industrial presenta un nivel de riesgo intrínseco ALTO, se instalará una red de BIE DN 45 mm. Los cálculos de la red de BIE, se mostrarán en el anejo de cálculo hidráulicos de BIE.

Se recomienda que sea utilizada siempre por 2 personas como mínimo. En primer lugar, se desplazará la manguera completamente al lugar requerido, y se sujetará con fuerza para a continuación abrir completamente la llave de suministro. Cuando empiece a salir el agua, se debe regular la lanza según la necesidad de acercamiento al fuego. La BIE de 45 mm, al tener la manguera plana, implica que haya que desplegar en toda su longitud antes de abrir la válvula de paso de agua

Donde se han tenido en cuenta las siguientes condiciones hidráulicas de las BIE:



CONDICIONES HIDRÁULICAS BIE		
CAUDAL MÍN	200	L/min
PRESIÓN MÍN	3.5	Bar
Nº BIES MÁS DESFAVORABLES	3	
DIAMETRO NOMINAL	45	mm
Kmin	85	
AUTONOMÍA	90	min

TABLA 35.- CONDICIONES HIDRÁULICAS BIE

1.7.12.7.- SISTEMA DE ROCIADORES AUTOMÁTICOS DE AGUA

Por lo expuesto en el apartado 10 del Anexo III del Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales [1].

Se instalarán sistemas de rociadores automáticos de agua en los sectores de incendio de los establecimientos industriales cuando en ellos se desarrollen:

Actividades de almacenamiento:

- Están ubicados en edificios de tipo A, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 300 m² o superior.
- Están ubicados en edificios de tipo B, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 1500 m² o superior.
- Están ubicados en edificios de tipo B, su nivel de riesgo intrínseco es alto y su superficie total construida es de 800 m² o superior.
- Están ubicados en edificios de tipo C, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 2000 m² o superior.
- Están ubicados en edificios de tipo C, su nivel de riesgo intrínseco es alto y su superficie total construida es de 1000 m² o superior.

Debido a que nuestra edificación industrial con un tipo de configuración Tipo C, presenta un nivel de riesgo intrínseco ALTO con una superficie del sector de 2.000 m², será necesario la instalación de un sistema de rociadores automáticos.



ILUSTRACIÓN 55.- ROCIADORES

Diseñados para reaccionar a temperaturas predeterminadas produciendo la liberación de un chorro de agua en forma automática, el cual se distribuirá en forma y cantidad específica según el diseño del rociador.



ILUSTRACIÓN 56.- TEMPERATURA DE FUNCIONAMIENTO DE ROCIADORES

En nuestro caso, se establecerán unos rociadores con una temperatura de funcionamiento de 79°C.

Por otro lado, según lo establecido en la norma UNE-EN 12845: Sistemas fijos de lucha contra incendios; Sistemas de rociadores automáticos; Diseño, instalación y mantenimiento:

Se establecerá unos rociadores para un riesgo de incendios Extra de Almacenamiento de categoría III.



Producto	Categoría	Comentarios
Géneros de punto	II	Véase Ropa
Tablero laminado	II	-
Artículos de piel	II	-
Tela de lino	II	-
Linóleo	III	-
Cerillas	III	-
Colchones	IV	Con plástico expandido
Colchones	II	Distintos de los de plástico expandido
Carne	II	Refrigerada o congelada
Artículos metálicos	I	-
Leche en polvo	II	En bolsas o en sacos
Material de oficina	III	-
Pinturas	I	A base de agua
Papel	II	Hojas almacenadas horizontalmente
Papel	III	Masa < 5 kg/100 m ² (por ejemplo, papel seda), rollos almacenados horizontalmente
Papel	IV	Masa < 5 kg/100 m ² (por ejemplo, papel tisú), rollos almacenados verticalmente
Papel	III	Masa ≥ 5 kg/100 m ² (por ejemplo, papel de periódico), rollos almacenados verticalmente
Papel	II	Masa ≥ 5 kg/100 m ² (por ejemplo, papel de periódico), rollos almacenados horizontalmente

ILUSTRACIÓN 57.- CATEGORÍA SEGÚN NORMA UNE 12845

En el que se establecerá una configuración de almacenamiento del tipo ST4, estanterías paletizadas:

- **ST1:** libre o apilamiento en bloques
- **ST2:** palés autoportantes en filas sencillas, con pasillos de no menos de 2,4 m de anchura
- **ST3:** palés autoportantes en filas múltiples (incluyendo dobles)
- **ST4:** estantería paletizada (beam pallet racking);
- **ST5:** estantes sólidos o abiertos de anchura 1 m o menor
- **ST6:** estantes sólidos o abiertos de anchura mayor a 1 m y no más de 6 m.

La siguiente tabla especifica la densidad de diseño y área de operación apropiadas según la categoría y altura máxima de almacenamiento permitida



para los tipos diferentes de almacenamiento con protección sólo en la cubierta o techo.

Más específicamente, las alturas de almacenamiento indicadas en la tabla se consideran las máximas para protección eficaz por rociadores donde los rociadores sólo se proporcionan en la cubierta o techo.

Donde las alturas de almacenamiento exceden el límite, se deben proporcionar niveles intermedios de rociadores en estantería de acuerdo con el apartado 7.2.3 de la Norma U.N.E 12845

Configuración de almacenamiento	Altura máxima permitida de almacenamiento				Densidad de diseño mca/min	Área de operación [sistema mojado o de acción previa (véase la NOTA)] m ²
	m					
	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	300
		7,5	5,2	3,0	17,5	
			5,7	3,3	20,0	
			6,3	3,6	22,5	
			6,7	3,8	25,0	300
			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	
ST4 Estanterías palletizadas		5,0	3,7	2,7	15,0	260
		6,0	4,1	3,0	17,5	
			4,4	3,3	20,0	
			4,8	3,6	22,5	300
			5,3	3,8	25,0	
			5,6	4,1	27,5	
ST3 Palés autoportantes en filas múltiples	4,7	3,4	2,2	1,6	7,5	260
	5,7	4,2	2,6	2,0	10,0	
ST5 y ST6 Estanterías sólidas o abiertas		5,0	3,2	2,3	12,5	260
				2,7	15,0	
				3,0	17,5	

NOTA: Se deberían evitar los sistemas secos y alternos en almacenamiento de Riesgo Extra, especialmente con los productos más combustibles (las categorías más altas) y el almacenamiento más alto. Si a pesar de ello fuera necesario instalar un sistema seco o alterno, el área de operación se debería aumentar en un 25%.

ILUSTRACIÓN 58.- LÍMITES DE ALTURA DE ALMACENAMIENTO



En la que podemos observar, que para nuestro caso obtendremos los siguientes valores de cálculo:

- **Altura máxima permitida de almacenamiento:** 5,3 m
- **Densidad de diseño:** 25 mm/min
- **Área de operación:** 300 m²
- **Superficie de actuación individual:** 9 m²

Para la presente edificación industrial, se ha optado por un sistema de tubería mojada, donde la red de tubería contendrá constantemente agua a presión.

La superficie máxima controlada por una sola válvula de alarma mojada, incluyendo cualesquiera rociadores en una extensión subsidiaria, no debe exceder la indicada en la siguiente tabla.

Clase de riesgo	Superficie protegida máxima por puesto de control m ²
RL	10 000
RO, incluyendo cualesquiera rociadores RL	12 000, excepto como se permite en los anexos D y F
RE, incluyendo cualesquiera rociadores RO y RL	9 000

ILUSTRACIÓN 59.- SUPERFICIE MÁXIMA PERMITIDA POR UN SOLO PUESTO DE CONTROL

Por lo tanto, la presente instalación presentará un solo puesto de control debido a que nuestra edificación industrial posee una superficie de 2.000 m².

Todas las medidas de separación de rociadores se deben tomar en el plano horizontal excepto donde se especifique lo contrario.

Se debe mantener un espacio libre debajo del deflector de rociadores de cubierta y techo de al menos:

- Para RL y RO:
 - 0,3 m para rociadores de pulverización plana;
 - 0,5 m en todos los otros casos.
- Para REP y REA
 - 1,0 m.

Superficie máxima de cobertura por rociador

La superficie máxima de cobertura por rociador se debe determinar de acuerdo con la siguiente tabla para rociadores diferentes de los rociadores de pared.

Clase de riesgo	Superficie máxima por rociador m ²	Distancias máximas como se muestran en la figura 8 m		
		Distribución normal S y D	Distribución al tresbolillo	
		S	S	D
RL	21,0	4,6	4,6	4,6
RO	12,0	4,0	4,6	4,0
REP y REA	9,0	3,7	3,7	3,7

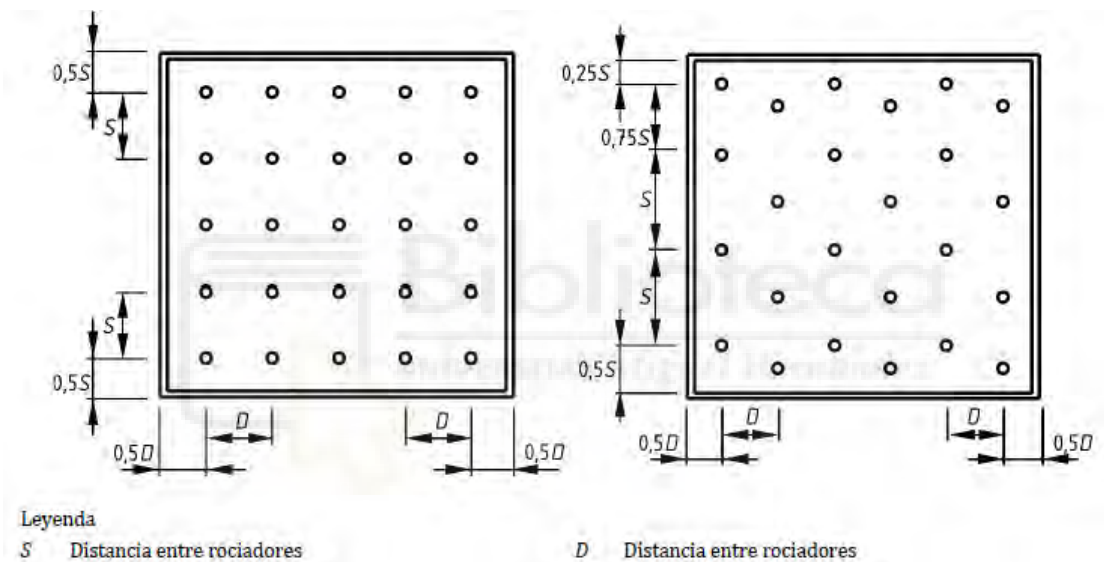


ILUSTRACIÓN 60.- SEPARACIÓN DE ROCIADORES DE TECHO

Situación de rociadores en relación a la construcción del edificio

La distancia máxima desde paredes y particiones a los rociadores debe ser el valor apropiado más bajo de los siguientes:

- 2,0 m para separación normal.
- 2,3 m para separación al tresbolillo.
- 1,5 m donde el techo o cubierta sea de vigas abiertas o las vigas estén expuestas.
- 1,5 m desde la fachada abierta de edificios de fachada abierta.
- 1,5 m donde las paredes exteriores son de material combustible.



- 1,5 m donde las paredes exteriores son de metal, con o sin revestimientos combustibles o materiales aislantes.
- La mitad de la distancia máxima indicada en la tabla anterior.

Los rociadores se deben instalar no más bajos de 0,3 m bajo la parte inferior de techos combustibles o 0,45 m bajo cubiertas o techos de Euroclase A1 o A2 o un equivalente en los sistemas de clasificación nacionales existentes.

Donde sea posible, los rociadores se deben situar con el deflector entre 0,075 m y 0,15 m bajo el techo o cubierta excepto cuando se usen rociadores semiempotrados o empotrados. Donde las circunstancias hacen inevitable usar las distancias máximas de 0,3 m y 0,45 m, la zona involucrada debe ser tan pequeña como sea posible.

Los rociadores se deben instalar con sus deflectores paralelos a la pendiente de la cubierta o techo. Donde la pendiente es mayor que 30° respecto del plano horizontal, se debe fijar una fila de rociadores en el ápice o a no más de 0,75 m radialmente desde él.

La distancia desde el borde de una campana de extracción a los rociadores más cercanos no debe exceder 1,5 m.

Sólo deben usarse rociadores nuevos (es decir, no usados). No deben estar pintados excepto como se permita por la Norma EN 12259-1. No se deben modificar en ningún aspecto o tener ningún tipo de adorno o revestimiento aplicados después del envío desde la fábrica de producción.



Clase de riesgo	Densidad de diseño mm/min	Tipo de rociador	Factor K nominal
RL	2,25	convencional, pulverizador, de techo, semi empotrada, pulverizador plano, empotrado, escondido, y de pared	57
RO	5,0	convencional, pulverizador, de techo, semi empotrada, 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

ILUSTRACIÓN 61.- TIPO DE ROCIADORES Y FACTOR K

Caudal de rociadores

El caudal de agua de un rociador se debe calcular a partir de la fórmula siguiente:

$$Q = K \cdot \sqrt{P}$$



Donde:

- **Q:** Caudal de rociador (L/min).
- **K:** Constante del rociador, en nuestro caso 115.
- **P:** Presión, en bar.

La presión en el rociador situado hidráulicamente más desfavorable, cuando todos los rociadores en el área de operación están funcionando, debe ser no menos que aquella requerida para lograr la densidad especificada en el apartado 13.4.1 de la norma U.N.E. 12845, o lo siguiente, la que sea mayor:

- 0,70 bar en RL.
- 0,35 bar en RO.
- 0,50 bar en REP y REA excepto para rociadores en estantería;
- 1,00 bar para rociadores en estantería de K 115.
- 2,00 bar para rociadores en estantería de K 80.



Para la realización del cálculo de pérdidas de fricción se realizará mediante el método de Hazen-Williams:

$$p = \frac{6,05 \times 10^5}{C^{1,85} \cdot d^{4,87}} \cdot L \cdot Q^{1,85}$$

Donde:

- **p**: Pérdida de carga de tubería, en bar.
- **Q**: Caudal a través de la tubería, en L/min.
- **d**: Diámetro interior medio de la tubería, en mm.
- **C**: Constante para el tipo y condición de tubería
- **L**: Longitud equivalente en tubería y accesorios, en m.

Tipo de tubería	Valor de C
hierro fundido	100
hierro dúctil	110
acero dulce	120
acero galvanizado	120
cemento centrifugado	130
hierro fundido revestido de cemento	130
acero inoxidable	140
cobre	140
fibra de vidrio reforzado	140

NOTA. La lista no es exhaustiva.

ILUSTRACIÓN 62.- VALORES DE C



Accesorios y válvulas	Longitud equivalente de tubería recta de acero (C = 120)* (m)										
	Diámetro nominal (mm)										
	20	25	32	40	50	65	80	100	150	200	250
Codo roscado 90° (normalizado)	0,76	0,77	1,0	1,2	1,5	1,9	2,4	3,0	4,3	5,7	7,4
Codo soldado 90° (r/d = 1,5)	0,30	0,36	0,49	0,56	0,69	0,88	1,1	1,4	2,0	2,6	3,4
Codo roscado 45° (normalizado)	0,34	0,40	0,55	0,66	0,76	1,0	1,3	1,6	2,3	3,1	3,9
T roscada normal o cruz (flujo a través de ramal)	1,3	1,5	2,1	2,4	2,9	3,8	4,8	6,1	8,6	11,0	14,0
Válvula de compuerta - de paso recto	-	-	-	-	0,38	0,51	0,63	0,81	1,1	1,5	2,0
Válvula de alarma o de retención (tipo oscilante)	-	-	-	-	2,4	3,2	3,9	5,1	7,2	9,4	12,0
Válvula de alarma o de retención (tipo seta)	-	-	-	-	12,0	19,0	19,7	25,0	35,0	47,0	62,0
Válvula de mariposa	-	-	-	-	2,2	2,9	3,6	4,6	6,4	8,6	9,9
Válvula de esfera	-	-	-	-	16,0	21,0	26,0	34,0	48,0	64,0	84,0
* Estas longitudes equivalentes se podrían convertir, según sea necesario, para tuberías con otros valores C multiplicando por los siguientes factores											
Valor C	100	110	120	130	140						
Factor	0,714	0,85	1,00	1,16	1,33						

ILUSTRACIÓN 63.- VALORES DE LONGITUD EQUIVALENTE

La diferencia de presión estática, debido a la altura geométrica a salvar entre dos puntos de la tubería se calcula mediante la siguiente expresión.

$$p = 0,098 \cdot h$$

Donde:

- **p**: Esta diferencia de presión estática, en bar.
- **h**: Distancia vertical entre dos puntos, en metros.

La velocidad del agua no debe exceder de:

- 6 m/s a través de cualquier válvula, dispositivo de supervisión de caudal y/o filtro.
- 10 m/s en cualquier otro punto del sistema.



Cálculo de caudal y presión mínima de rociador

El caudal mínimo de los rociadores será:

$$Q_{roc} = A_{roc} \cdot \text{Densidad de diseño}$$

$$Q_{roc} = 9 \text{ m}^2 \cdot 25 \text{ mm/min} = 225 \text{ L/min}$$

El número de rociadores en el área de diseño será de:

$$N_{roc} = \frac{A_{roc}}{A_{operacion}}$$

$$N_{roc} = \frac{9}{300} = 33,33 \cong 34 \text{ Rociadores}$$

La presión mínima en un rociador será de:

$$P = \frac{Q^2}{K^2} = \frac{225^2}{115^2} = 3,83 \text{ bar}$$

Siendo, este valor de presión obtenido superior a 0,5 bar mínimo exigible por la norma U.N.E. 12845.

Los cálculos hidráulicos de la red de rociadores se mostrarán en el anejo de cálculos hidráulico rociadores.

1.7.13.- SISTEMA DE AGUA PULVERIZADA

Se instalarán sistemas de agua pulverizada cuando por la configuración, contenido, proceso y ubicación del riesgo sea necesario refrigerar partes de este para asegurar la estabilidad de su estructura, y evitar los efectos del calor de radiación emitido por otro riesgo cercano.

Y en aquellos sectores de incendio y áreas de incendio donde sea preceptiva su instalación de acuerdo con las disposiciones vigentes que regulan la protección contra incendios en actividades industriales sectoriales o específicas.



Para el presente proyecto no procede.

1.7.14.- SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA CONTRA INCENDIOS

Se instalará un sistema de abastecimiento de agua contra incendios ("red de agua contra incendios"), si:

- Lo exigen las disposiciones vigentes que regulan actividades industriales sectoriales o específicas, de acuerdo con el artículo 1 de este reglamento.
- Cuando sea necesario para dar servicio, en las condiciones de caudal, presión y reserva calculados, a uno o varios sistemas de lucha contra incendios, tales como:
 - Red de bocas de incendio equipadas (BIE).
 - Red de hidrantes exteriores.
 - Rociadores automáticos.
 - Agua pulverizada.
 - Espuma.

Cuando en una instalación de un establecimiento industrial coexistan varios de estos sistemas, el caudal y reserva de agua se calcularán considerando la simultaneidad de operación mínima que a continuación se establece, y que se resume en la tabla adjunta.

Existen los diferentes casos:

- Sistemas de BIE e hidrantes
- Sistemas de BIE y de rociadores automáticos
- Sistemas de BIE, de hidrantes y de rociadores automáticos
- Sistemas de hidrantes y de rociadores automáticos
- Sistemas de hidrantes y de agua pulverizada
- Sistemas de hidrantes y de espuma
- Sistemas de hidrantes, de agua pulverizada y de espuma
- Sistemas de rociadores automáticos y de agua pulverizada



- Sistemas de rociadores automáticos y de espuma
- Sistemas de agua pulverizada y de espuma

En nuestro caso, será el sistema de BIE, Hidrantes y rociadores automáticos, por lo que para el dimensionamiento del sistema de abastecimiento de agua se tomarán los siguientes valores:

- **Caudal:** $0,5 Q_{\text{HIDRANTE}} + Q_{\text{ROCIADORES}}$
- **Autonomía:** $0,5R_{\text{HIDRANTE}} + R_{\text{ROCIADORES}}$

Quedando, tal que así:

- **Caudal:** $0,5 \times 6.000 + 7.783,23 = 10.783,23 \text{ L/min}$
- **Autonomía:** $0,5 \times 6.000 \text{ L/min} \times 90 \text{ min} + 7.783,23 \text{ L/min} \times 90 \text{ min} = 835.490 \text{ L}$

TIPO DE INSTALACIÓN	BIE [1]	HIDRANTES [2]	ROCIADORES AUTOMÁTICOS [3]	AGUA PULVERIZADA [4]	ESPUMA [5]
[1] BIE	Q_B/R_B	(a) Q_H/R_H (b) Q_B+Q_H/R_B+R_H	Q_{RA}/R_{RA}		
		$0,5 Q_H+Q_{RA} \quad 0,5 R_H+R_{RA}$			
[2] HIDRANTES	(a) Q_H/R_H (b) Q_B+Q_H/R_B+R_H	$0,5 Q_H + Q_{RA}$ $0,5 R_H + R_{RA}$	$Q_{\text{mayor}}/R_{\text{mayor}}$ (una instal.)	$0,5 Q_H + Q_{AP}$ $0,5 R_H + R_{AP}$	$Q_{\text{mayor}}/R_{\text{mayor}}$ (una instal.)
[3] ROCIADORES AUTOMÁTICOS	Q_{RA}/R_{RA}	$Q_{\text{mayor}}/R_{\text{mayor}}$ (una instal.)	Q_{RA}/R_{RA}	$Q_{AP} + Q_E$ $R_{AP} + R_E$	$Q_{\text{mayor}}/R_{\text{mayor}}$ (una instal.)
[4] AGUA PULVERIZADA		$Q_{\text{mayor}}/R_{\text{mayor}}$ (una instal.)	$Q_{AP} + Q_E$ $R_{AP} + R_E$	$Q_{\text{mayor}}/R_{\text{mayor}}$ (una instalación)	$Q_{AP} + Q_E$ $R_{AP} + R_E$
[5] ESPUMA		$Q_{\text{mayor}}/R_{\text{mayor}}$ (una instal.)	$Q_{\text{mayor}}/R_{\text{mayor}}$ (una instalación)	$Q_{AP} + Q_E$ $R_{AP} + R_E$	Q_E/R_E

ILUSTRACIÓN 64.- CUADRO RESUMEN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO SEGÚN EL REGLAMENTO



1.7.15.- SISTEMA DE COLUMNA SECA

Se instalarán sistemas de columna seca en los establecimientos industriales si son de riesgo intrínseco medio o alto y su altura de evacuación es de 15 m o superior.

En el presente Proyecto no procede.

1.7.16.- SISTEMA DE ESPUMA FÍSICA

Se instalarán sistemas de espuma física en aquellos sectores de incendio donde sea preceptiva su instalación de acuerdo con las disposiciones vigentes que regulan la protección contra incendios en actividades industriales, sectoriales o específicas (artículo 1 del RSCIEI) y, en general, cuando existan áreas de un sector de incendio en las que se manipulan líquidos inflamables que, en caso de incendios, puedan propagarse a otros sectores.

En el presente Proyecto no procede.

1.7.17.- SISTEMA DE EXTINCIÓN DE POLVO

Se instalarán sistemas de extinción por polvo en aquellos sectores de incendio donde sea preceptiva su instalación de acuerdo con las disposiciones vigentes que regulan la protección contra incendios en actividades industriales sectoriales o específicas.

En el presente Proyecto no procede.

1.7.18.- SISTEMA DE EXTINCIÓN POR AGENTES EXTINTORES GASEOSOS

Según el apartado 13 del Anexo III del Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales:

Se instalarán sistemas de extinción por agentes extintores gaseosos en los sectores de incendio de los establecimientos industriales cuando:



- Sea preceptiva su instalación de acuerdo con las disposiciones vigentes que regulan la protección contra incendios en actividades industriales sectoriales o específicas (artículo 1 de este reglamento).
- Constituyan recintos donde se ubiquen equipos electrónicos, centros de cálculo, bancos de datos, centros de control o medida y análogos y la protección con sistemas de agua pueda dañar dichos equipos.

En el presente Proyecto no procede.

1.7.19.- SISTEMA DE ALUMBRADO DE EMERGENCIA

Las instalaciones destinadas a alumbrado de emergencia, deben asegurar, en caso de fallo del alumbrado normal, la iluminación en los locales y accesos hasta las salidas, para garantizar la seguridad de las personas que evacuen una zona, y permitir la identificación de los equipos y medios de protección existentes. Las instalaciones de alumbrado de emergencia serán conformes a las especificaciones establecidas en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, aprobado por Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, y en la Instrucción Técnica Complementaria ITC-BT-28.

Por lo dispuesto en el apartado 16 del Anexo III del Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales:

Contarán con una instalación de alumbrado de emergencia de las vías de evacuación los sectores de incendio de los edificios industriales cuando:

- Estén situados en planta bajo rasante.
- Estén situados en cualquier planta sobre rasante, cuando la ocupación, P, sea igual o mayor de 10 personas y sean de riesgo intrínseco medio o alto.
- En cualquier caso, cuando la ocupación, P, sea igual o mayor de 25 personas.

La instalación de los sistemas de alumbrado de emergencia cumplirá las siguientes condiciones:



- Será fija, estará provista de fuente propia de energía y entrará automáticamente en funcionamiento al producirse un fallo del 70 por ciento de su tensión nominal de servicio.
- Mantendrá las condiciones de servicio durante una hora, como mínimo, desde el momento en que se produzca el fallo.
- Proporcionará una iluminancia de un lx, como mínimo, en el nivel del suelo en los recorridos de evacuación.
- La iluminancia será, como mínimo, de cinco lx en los espacios definidos en el apartado 16.2 de este anexo.
- La uniformidad de la iluminación proporcionada en los distintos puntos de cada zona será tal que el cociente entre la iluminancia máxima y la mínima sea menor que 40.
- Los niveles de iluminación establecidos deben obtenerse considerando nulo el factor de reflexión de paredes y techos y contemplando un factor de mantenimiento que comprenda la reducción del rendimiento luminoso debido al envejecimiento de las lámparas y a la suciedad de las luminarias.

El Anexo IV del R.D. 485/1997 nos habla de las características y requisitos que deben cumplir las señales luminosas. Estas características son:

- La luz emitida por la señal deberá provocar un contraste luminoso apropiado respecto a su entorno, en función de las condiciones de uso previstas. Su intensidad deberá asegurar su percepción, sin llegar a producir deslumbramientos.
- La superficie luminosa que emita una señal podrá ser de color uniforme, o llevar un pictograma sobre un fondo determinado. En el primer caso, el color deberá ajustarse a lo dispuesto en el apartado 1 del Anexo II del R.D. 485/1997; en el segundo caso, el pictograma deberá respetar las reglas aplicables a las señales en forma de panel definidas en el Anexo III de este mismo R.D 485/1997.
- Si un dispositivo puede emitir una señal tanto continua como intermitente, la señal intermitente se utilizará para indicar, con respecto



- a la señal continua, un mayor grado de peligro o una mayor urgencia de la acción requerida.
- No se utilizarán al mismo tiempo dos señales luminosas que puedan dar lugar a confusión, ni una señal luminosa cerca de otra emisión luminosa apenas diferente. Cuando se utilice una señal luminosa intermitente, la duración y frecuencia de los destellos deberán permitir la correcta identificación del mensaje, evitando que pueda ser percibida como continua o confundida con otras señales luminosas.
 - Los dispositivos de emisión de señales luminosas para uso en caso de peligro grave deberán ser objeto de revisiones especiales o ir provistos de una bombilla auxiliar.

Debido al hecho de que la edificación industrial se encuentra en una planta sobre rasante, será necesaria la instalación de un sistema de alumbrado de emergencia.

1.7.20.- SEÑALIZACIÓN

Por lo dispuesto en el apartado 17 del Anexo III del Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales:

Se procederá a la señalización de las salidas de uso habitual o de emergencia, así como la de los medios de protección contra incendios de utilización manual, cuando no sean fácilmente localizables desde algún punto de la zona protegida, teniendo en cuenta lo dispuesto en el Reglamento de señalización de los centros de trabajo, aprobado por el Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

Dentro del Reglamento de señalización de los centros de trabajo, aprobado por el Real Decreto 485/1997, de 14 de abril [15], se comunica en el Anexo I que la elección del tipo de señal, emplazamiento y cantidad se realizará de forma que resulte lo más eficaz posible, teniendo en cuenta lo siguiente.



- Las características de la señal.
- Los riesgos, elementos o circunstancias que hayan de señalizarse.
- La extensión de la zona a cubrir.
- El número de trabajadores afectados.

El formato de la señalización deberá cumplir lo dispuesto en la norma UNE 23033-1:2019.

Para el presente proyecto se dotará de señalización fotoluminiscente todos los sectores de incendio con el cumplimiento de la normativa UNE 23033-1, tendrán como función informar sobre la situación de los equipos e instalaciones de protección contra incendios, de utilización manual, aun en caso de fallo en el suministro del alumbrado normal.

La colocación se ha dispuesto en los lugares con mayor iluminación como conveniencia, de forma vertical encima de los equipos a una altura aproximada de entre 1,5 m y 2,2 m del suelo o bien a una altura distinta en el caso de que la situación lo aconseje.

La elección del tamaño y formato del sistema de sujeción se hará en función de, entre otros, la distancia de visualización y las características de la edificación y de la actividad.

Las señales y sus correspondientes tamaños serán visibles en todo momento y en cualquier situación de luminosidad de acuerdo con las normas UNE 23033-1 y UNE 23034.

Las señales relativas a los equipos de lucha contra incendios deberán tener una forma rectangular o cuadrada y el pictograma deberá ser blanco y estar sobre fondo rojo (el rojo deberá cubrir como mínimo el 50 por 100 de la superficie de la señal).



ILUSTRACIÓN 65.- SEÑALIZACIÓN DE EQUIPOS DE LUCHA CONTRA INCENDIOS

En cambio, el pictograma de las señales de salvamento o socorro deberá ser blanco y estar sobre un fondo verde (el verde deberá cubrir como mínimo el 50 por 100 de la superficie de la señal).



ILUSTRACIÓN 66.- SEÑALIZACIÓN DE RECORRIDO DE EVACUACIÓN

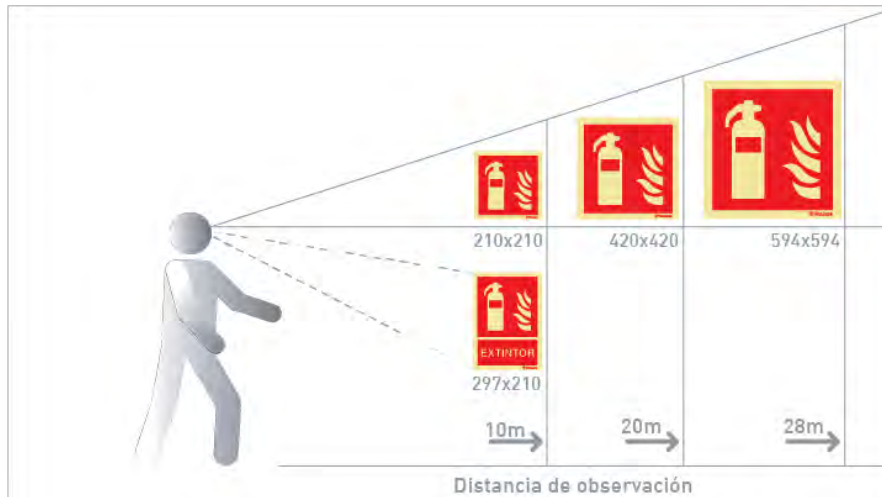


ILUSTRACIÓN 67.- TAMAÑOS SEGÚN DISTANCIA DE SEÑALIZACIÓN

1.7.21.- CUADRO RESUMEN DE INSTALACIONES

En la siguiente tabla se muestra todas las medidas de lucha contra incendios a implementar en la presente edificación industrial.





CUADRO RESUMEN DE INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS	
SISTEMA AUTOMÁTICO DE DETECCIÓN DE INCENDIO	SI
SISTEMA MANUAL DE ALARMA DE INCENDIO	SI
SISTEMA DE COMUNICACIÓN DE ALARMA	NO
SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA CONTRA INCENDIOS	SI
SISTEMA DE HIDRANTES EXTERIORES	SI
EXTINTORES DE INCENDIOS	SI
SISTEMA DE BOCAS DE INCENDIO EQUIPADAS	SI
SISTEMA DE COLUMNA SECA	NO
SISTEMA DE ROCIADORES AUTOMÁTICOS DE AGUA	SI
SISTEMA DE AGUA PULVERIZADA	NO
SISTEMA DE ESPUMA FÍSICA	NO
SISTEMA DE EXTINCIÓN POR POLVO	NO
SISTEMA DE EXTINCIÓN POR AGENTES EXTINTORES GASEOSOS	NO
ALUMBRADO DE EMERGENCIA	SI
SEÑALIZACIÓN	SI

TABLA 36.- CUADRO RESUMEN DE INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

1.8.- INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN

En el presente apartado se pretende dotar de una instalación eléctrica de la presente edificación industrial, para de este modo suministrar de energía eléctrica al presente edificio y así los trabajadores puedan realizar sus operaciones de la mejor manera posible. La instalación eléctrica se limita a la instalación de puntos de carga para carretillas eléctricas elevadoras, puntos de carga para vehículos eléctricos de reparto, iluminación y tomas de fuerza.



La compañía suministradora presenta en la zona es Iberdrola, a través de una red en baja tensión, con las siguientes condiciones:

- Tensión entre fases: 400 V
- Tensión entre fase y neutro: 230 V
- Frecuencia: 50 Hz
- Sistema de corriente alterna trifásica

1.8.1.-NORMATIVA Y REGLAMENTACIÓN APLICABLE

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto de 2002).
- Real Decreto 1955/2000 de 1 de Diciembre, por el que se regulan las Actividades de Transporte, Distribución, Comercialización, Suministro y Procedimientos de Autorización de Instalaciones de Energía Eléctrica.
- Código técnico de la edificación CTE-DB-HE
- Normas particulares y de Normalización de IBERDROLA DISTRIBUCIÓN, S.L.U.
- Instrucciones Técnicas Complementarias, denominadas MI-BT. Aprobadas por Orden del MINER de 18 de septiembre de 2002.
- Real Decreto 2949/1982 de 15 de octubre de Acometidas Eléctricas.
- Real Decreto 1110/2007 de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- UNE-HD 60364-5-52: Instalaciones eléctricas de baja tensión. Selección e instalación de equipos eléctricos. Canalizaciones.
- UNE 20434: Sistema de designación de cables.
- UNE-EN 60898-1: Interruptores automáticos para instalaciones domésticas y análogas para la protección contra sobreintensidades.
- UNE-EN 60947-2: Aparata de baja tensión. Interruptores automáticos.
- UNE-EN 60269-1: Fusibles de baja tensión.
- UNE-HD 60364-4-43: Protección para garantizar la seguridad. Protección contra las sobreintensidades.



- UNE-EN 60909-0: Corrientes de cortocircuito en sistemas trifásicos de corriente alterna. Cálculo de corrientes.
- UNE-IEC/TR 60909-2: Corrientes de cortocircuito en sistemas trifásicos de corriente alterna. Datos de equipos eléctricos para el cálculo de corrientes de cortocircuito.

1.8.2.- CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Debido a que la instalación del presente proyecto no supera los 100 kW, según el artículo 47, apartado 5 del Real Decreto 1995/2000 no deberemos tener en cuenta para el presente proyecto la realización de un centro de transformación con su respectivo local.

1.8.3.- DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

La presente instalación será suministrada en baja tensión a través de la red de distribución presente en la zona para así otorgar servicio a la instalación eléctrica en baja tensión de la edificación industrial. La instalación de iluminación será del tipo LED, para así reducir el consumo de la presente Edificación Industrial.

Dicha instalación estará compuesta por las siguientes partes:

- Acometida
- Cuadro de Protección y Medida
- Derivación Individual
- Cuadro General de Mando y Protección
- 5 Cuadros secundarios
 - Cuadro Secundario. - Alumbrado y Tomas de corriente en zona de Almacenamiento
 - Cuadro Secundario. - Alumbrado y Tomas de corriente en zona administrativa.
 - Cuadro Secundario. - Puntos de Carga de vehículos eléctricos.
 - Cuadro Secundario. - Climatización en zona administrativa



- Cuadro Secundario. - Otras instalaciones como pueden ser Megafonía, SAI, Contra Incendios, Cableado estructurado y el Alumbrado exterior.

Para la obtención de los cuadros eléctricos se ha tenido en cuenta que cualquier fallo eléctrico que se produzca en el alguno ellos, no afecte a gran parte de la edificación.

Dichos cuadros presentarán las siguientes protecciones a modo de asegurar la presente instalación:

- Interruptor automático magnetotérmico general para la protección contra sobreintensidades.
- Interruptor diferencial para protección contra contactos indirectos.
- Interruptor automático magnetotérmico para la protección de los circuitos derivados.

En la presente instalación, se pretende dotarla de 2 puntos de carga a vehículos eléctricos para el reparto de mercancía.

Dicha disposición de los elementos quedará reflejada en el **DOCUMENTO 2.- PLANOS**.

1.8.4.-PREVISIÓN DE CARGA

Se realizará a continuación, el cálculo de carga para el presente edificio teniendo en cuenta los diferentes elementos que intervienen, como pueden ser la iluminación, maquinaria de climatización, puntos de carga de vehículos eléctricos y otros usos.



TIPO	CANTIDAD	POTENCIA UNITARIA (W)	POTENCIA TOTAL (W)
TOMAS DE CORRIENTE MONOFÁSICAS ALMACÉN	32	250.00	8,000.00
TOMAS DE CORRIENTE TRIFÁSICAS ALMACÉN	32	300.00	9,600.00
PUNTOS DE CARGA PARA CARRETILLAS ELEVADORAS	3	3,500.00	10,500.00
LUMINARIA DE TECHO ALMACEN	60	120.00	7,200.00
LUMINARIA ESTANCA DE ALMACEN	10	25.50	255.00
TOMAS DE CORRIENTE ASEOS	2	250.00	500.00
TOMAS DE CORRIENTE COCINA	2	250.00	500.00
TOMAS DE CORRIENTE MONOFÁSICAS OFICINA	8	250.00	2,000.00
TOMAS DE CORRIENTE MONOFASICA DOBLE OFICINA	6	500.00	3,000.00
PUESTOS DE TRABAJO OFICINA 4 X TOMAS DE CORRIENTE MONOFÁSICAS	5	1,000.00	5,000.00
LUMINARIAS ASEOS	4	9.50	38.00
LUMINARIAS CUARTO TÉCNICO	2	33.50	67.00
LUMINARIAS OFFICE	4	29.50	118.00
LUMINARIAS OFICINA RECIBIDOR	6	29.50	177.00
LUMINARIA DESPACHO	4	29.50	118.00
TIRA LED DESPACHO	1	13.60	13.60
ALUMBRADO EXTERIOR PEQUEÑO	4	38.00	152.00
ALUMBRADO EXTERIOR GRANDE	8	63.00	504.00
PUNTOS DE CARGA VEHÍCULOS ELÉCTRICO	2	22,000.00	44,000.00
		TOTAL:	91,742.60

TABLA 37.- CÁLCULO DE CARGAS

La potencia de la edificación quedará diferencia entre iluminación y fuerza:

- Potencia de Alumbrado: **7.868,6 W**
- Potencia de Fuerza: **83.874 W**

También se tendrá en cuenta un coeficiente de simultaneidad general de la edificación, en este caso será de 0,6. Por lo tanto, la potencia calculada final



será de 55.045,56 W. A continuación, se mostrarán las potencias calculadas para los diferentes cuadros secundarios de la instalación.

Cuadro Secundario Almacén.

LA-ALM-1

Circuito	P Instalada (kW)	P Demandada (kW)
Iluminación	2.40	2.40

LA-ALM-2

Circuito	P Instalada (kW)	P Demandada (kW)
Iluminación	2.40	2.40

LA-ALM-3

Circuito	P Instalada (kW)	P Demandada (kW)
Iluminación	2.40	2.40

LF-ALM-T-1

Circuito	P Instalada (kW)	P Demandada (kW)
Tomas de uso general	6.50	6.50

LF-ALM-T-2

Circuito	P Instalada (kW)	P Demandada (kW)
Tomas de uso general	6.50	6.50

LF-ALM-T-3

Circuito	P Instalada (kW)	P Demandada (kW)
Tomas de uso general	7.10	7.10



LF-ALM-1

Circuito	P Instalada (kW)	P Demandada (kW)
Tomas de uso general	2.50	2.50

LF-ALM-2

Circuito	P Instalada (kW)	P Demandada (kW)
Tomas de uso general	2.50	2.50

LF-ALM-3

Circuito	P Instalada (kW)	P Demandada (kW)
Tomas de uso general	3.00	3.00

Cuadro Secundario Oficina.

LA-OFI-1

Circuito	P Instalada (kW)	P Demandada (kW)
Iluminación	0.19	0.19

LA-OFI-2

Circuito	P Instalada (kW)	P Demandada (kW)
Iluminación	0.17	0.17

LA-OFI-3

Circuito	P Instalada (kW)	P Demandada (kW)
Iluminación	0.17	0.17

LF-OFI-1

Circuito	P Instalada (kW)	P Demandada (kW)
Tomas de uso general	3.50	3.50



LF-OFI-2

Circuito	P Instalada (kW)	P Demandada (kW)
Tomas de uso general	2.75	2.75

LF-OFI-3

Circuito	P Instalada (kW)	P Demandada (kW)
Tomas de uso general	3.75	3.75

Cuadro Secundario Vehículos Eléctricos.

LE-VE/1

Circuito	P Instalada (kW)	P Demandada (kW)
Otros	22.00	22.00

LE-VE/2

Circuito	P Instalada (kW)	P Demandada (kW)
Otros	22.00	22.00

Cuadro Secundario Clima.

LE-CLIMA-1

Circuito	P Instalada (kW)	P Demandada (kW)
Motor	2.00	2.00

LE-CLIMA-2

Circuito	P Instalada (kW)	P Demandada (kW)
Motor	2.00	2.00

LE-CLIMA-3

Circuito	P Instalada (kW)	P Demandada (kW)
Motor	2.00	2.00



Cuadro Secundario Otros.

LE-OTROS-1

Circuito	P Instalada (kW)	P Demandada (kW)
Tomas de uso general	0.75	0.75

LE-OTROS-2

Circuito	P Instalada (kW)	P Demandada (kW)
Tomas de uso general	0.75	0.75

LE-OTROS-3

Circuito	P Instalada (kW)	P Demandada (kW)
Iluminación	0.75	0.75

1.8.5.-ACOMETIDA

La acometida es aquella conexión aérea o subterránea que conecta en las instalaciones eléctricas la parte de la red de distribución de la empresa suministradora con la caja o cajas generales de protección.

La acometida no forma parte de la instalación de enlace puesto que parte de la red de distribución de la compañía eléctrica.

Será del tipo subterránea y su instalación se llevará a cabo de acuerdo a lo indicado en la ITC-BT-07 del reglamento electrotécnico de baja tensión.

Los conductores de los cables utilizados serán de cobre o de aluminio de tensión asignada no inferior a 0.6/1 kV y estarán aislados con mezclas apropiadas de compuestos poliméricos, Además, estarán protegidos contra la corrosión que pueda provocar el terreno y soportarán los esfuerzos mecánicos a los que puedan estar sometidos.



La sección de estos conductores será la adecuada a las intensidades y caídas de tensión previstas y, en todo caso, esta sección no será inferior a 6 mm² para conductores de cobre y a 16 mm² para los de aluminio.

En nuestro caso, la acometida se encontrará enterrada a 0,7 metros de profundidad.

Dicha acometida presentará las siguientes características:

Descripción	Fase	Simult.	Pot. Calc. (W)	Pot. Inst. (W)	Pot. Dem. (W)	cos φ	Long. (m)	Sección (mm)	Aislam.	Mét. Inst.	I _b (A)	I _z (A)	ΔU (%)	ΔU _c (%)	Canaliz. (mm)
ACOMETIDA	3F+N (RST)	-	80006.00	98606.00	78506.00	0.96	80.00	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x50) + 1x35 + TTx25	0,6/1 kV	Subterránea	122.70	168.95	1.84	-	Tubo 110 mm

1.8.6.- INSTALACIÓN DE ENLACE

Según la ITC-BT-12 para instalaciones de enlace, se denominan instalaciones de enlace, aquellas que unen la caja general de protección o cajas generales de protección, incluidas estas, con las instalaciones interiores o receptoras del usuario.

Comenzarán, por tanto, en el final de la acometida y se terminarán en los dispositivos generales de mando y protección. Dichas instalaciones se situarán y discurrirán siempre por lugares de uso común y quedarán de propiedad del usuario, que se responsabilizará de su conservación y mantenimiento.

Instalación de Enlace para un solo usuario

- 1 Red de distribución.
- 2 Acometida
- 3 Caja general de protección
- 4 Línea general de alimentación
- 5 Interruptor general de maniobra
- 6 Caja de derivación
- 7 Centralización de contadores
- 8 Derivación Individual
- 9 Fusible de seguridad
- 10 Contador
- 11 Caja para interruptor de control de potencia
- 12 Dispositivos generales de mando y protección
- 13 Instalación interior

Azul: Abonado
Rojo: Compañía Suministro
Gris: no necesario

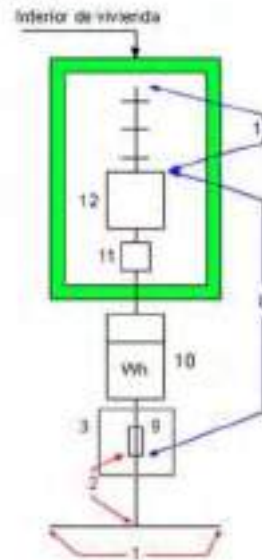


ILUSTRACIÓN 68.- INSTALACIÓN DE ENLACE CON UN ÚNICO USUARIO.

Para el presente caso que nos ocupa la instalación de enlace será del tipo un único usuario, donde en este caso la caja general de protección y la situación del equipo de medida se encuentran en el mismo lugar, convirtiéndose en la Caja de Protección y Medida (CPM). Por lo tanto, no existirá una Línea General de Alimentación.

Además, Según la ITC-BT-17, para suministros de intensidad superior a 63 A no se utiliza el ICP, sino que se utilizarán interruptores de intensidad regulable, máxímetros o integradores incorporados al equipo de medida de energía eléctrica. En estos casos no es preceptiva la instalación de la caja para ICP.

Debido a que en nuestro caso contamos con una intensidad nominal de 168 A, deberemos usar como elemento de medida un máxímetro.

La caída de tensión máxima admisible para la instalación se tendrá en cuenta lo dispuesto en el REBT, indicando las caídas en porcentaje máximas en la siguiente figura:

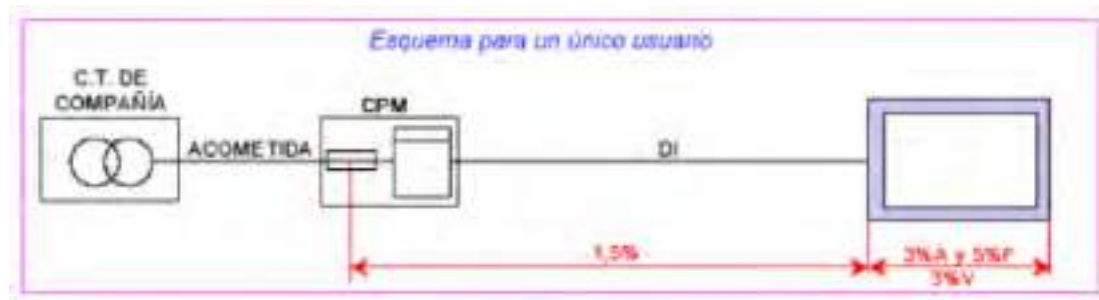


ILUSTRACIÓN 69.- CAÍDAS DE TENSIÓN ADMISIBLES

La caída de tensión máxima para la derivación individual será de 1,5%, para alumbrado será de 3% y para tomas de fuerza 5%.

1.8.6.1.- CAJA GENERAL DE PROTECCIÓN Y MEDIDA (CPM)

Para el caso de suministros para un único usuario según lo dispuesto en la ITC-BT-12, al no existir línea general de alimentación, podrá simplificarse la instalación colocando en un único elemento, la caja general de protección y el equipo de medida, denominándose Caja de Protección y Medida.

Los dispositivos de lectura de los equipos de medida deberán estar instalados a una altura comprendida entre 0,7 m y 1,80 m.

Las cajas de protección y medida a utilizar corresponderán a uno de los tipos recogidos en las especificaciones técnicas de la empresa suministradora que hayan sido aprobadas por la Administración Pública competente, en función del número y naturaleza del suministro.

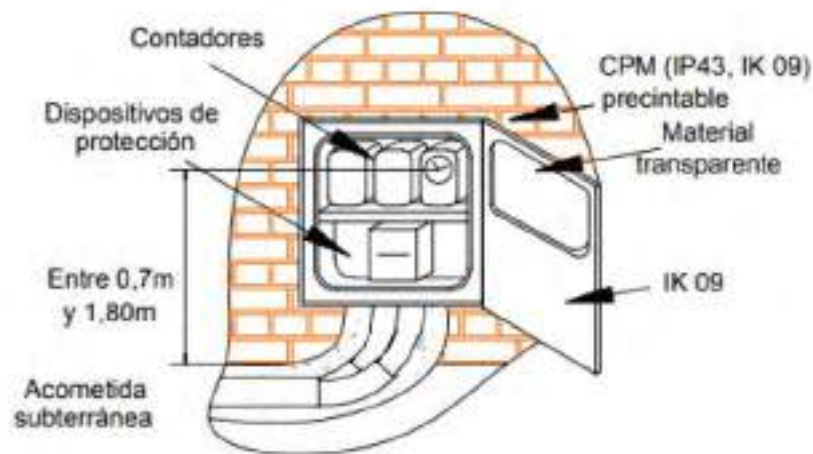


ILUSTRACIÓN 70.- CAJA GENERAL DE PROTECCIÓN Y MEDIDA CON ACOMETIDA SUBTERRÁNEA

Según la ICT-BT-13, al tratarse de una línea subterránea, la CGPM se instalará en un nicho en pared que se cerrará con una puerta preferentemente metálica, con grado de protección IK 10 según UNE-EN 50102, revestida exteriormente de acuerdo con las características del entorno y estará protegida contra la corrosión. Dispondrá de una cerradura o candado normalizado por la empresa suministradora. La parte inferior de la puerta se encontrará a un mínimo de 30 centímetros del suelo.

1.8.6.1.1.- MAXÍMETRO

Según lo dispuesto en el REBT. para intensidades nominales superiores a 63 A se instalará un maxímetro en vez de un Interruptor de Control de Potencia.

Con este aparato se consigue que, si se consume más potencia de la contratada, no se corte el suministro, consiguiendo que siga funcionando correctamente los aparatos que componen la instalación.

1.8.6.2.- DERIVACIÓN INDIVIDUAL

La derivación individual es la parte de la instalación que, partiendo de la línea general de alimentación suministra energía eléctrica a una instalación de usuario. Se inicia en el embarrado general y comprende los fusibles de



seguridad, el conjunto de medida y los dispositivos generales de mando y protección.

Dado que el suministro de energía eléctrica será para un único usuario, la instalación no dispondrá de Línea General de Alimentación y por lo tanto, sólo existirá la Derivación Individual, Por ese motivo, los fusibles de seguridad del equipo de medida coincidirán con los fusibles de protección de la CGP.

Según lo dispuesto en la ITC-BT-15 para Derivaciones Individuales y para las condiciones previstas del local, se hará con 4 cables unipolares, compuesto de 3 fases y 1 neutro, con cable libre de halógenos RZ1-K 0,6/1 kV de 95 mm² de sección.

La canalización de la derivación individual será enterrada bajo tubo y las condiciones obtenidas para la canalización de la derivación individual serían:

- Temperatura del terreno: 20° C
- Resistividad térmica: 1.0 K·m/W
- Profundidad de zanja: 0.7 m

1.8.7.- CONDUCTORES

Los conductores a utilizar serán de cobre o aluminio, aislados y normalmente unipolares, siendo su tensión asignada 450/750 V y se seguirá el código de colores indicado en la ITC-BT-19, Para el caso de cables multiconductores o para derivaciones individuales en el interior de tubos enterrados, el aislamiento será de 0.6/1 kV.

Todos los conductores serán no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida, de sección mínima para cobre o aluminio de 6 mm².

Serán conforme a las normas UNE 21123 y UNE 211002 y del tipo siguiente:

- ES07Z1-K (AS) unipolar con aislamiento de poliolefina.



- RZ1-K (AS) aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de poliolefina.
- DZ1-K (AS) aislamiento de etileno propileno y cubierta e poliolefina.

1.8.7.1.- LÍNEA PRINCIPAL DE TIERRA

La línea principal se establecerá en la misma canalización que la derivación individual.

Tanto la línea principal de tierra como las derivaciones de la línea principal de tierra forman parte de lo que la ITC-BT-18 define como conductores de protección.

Las líneas principales se encuentran conectadas directamente a un borne de puesta a tierra, mientras que las derivaciones se conectan a tierra a través de las líneas principales. Dicho borne se define en el apartado de puesta a tierra de la instalación.

El tipo y profundidad de enterramiento de las tomas de tierra deben ser tales que la posible pérdida de humedad del suelo, la presencia de hielo u otros efectos climáticos, no aumenten la resistencia de la toma de tierra por encima del valor previsto. La profundidad nunca será inferior a 0.5 m. Además, en los lugares en los que exista riesgo continuado de heladas, se recomienda una profundidad mínima de enterramiento de la parte superior del electrodo de 0.8 m.

Por lo tanto, la línea principal de tierra está formada por el conductor de protección que va desde el borne de puesta a tierra hasta el cuadro donde se hayan los dispositivos generales de mando y protección.

La línea principal de tierra estará constituida por un conductor de cobre de igual sección que la fijada para los conductores de protección en la Instrucción ITC-BT-18, Tabla 2, con un mínimo de 16 mm².

Las características del terreno son las que se especifican a continuación:



- Constitución: Arena arcillosa
- Resistividad: 500 Ω

ESQUEMA DE CONEXIÓN A TIERRA

La instalación está alimentada por una red de distribución según el esquema de conexión a tierra TT (neutro a tierra).

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

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

Todos los aparatos o puntos de enchufe de la instalación han de tener toma de tierra con su sección necesaria para proteger a las personas y los aparatos.

Para la instalación del almacén se utilizarán picas enterradas. Se conectarán a través de un cable rígido de cobre desnudo, formando un anillo cerrado a través de todo el perímetro del local. Las picas serán de 2 metros de longitud.

El conductor de tierra que une las picas tendrá un diámetro de 16 mm² y será de cobre.

Las picas irán localizadas a través de una arqueta para su correcta localización y mantenimiento.



CONDUCTORES DE PROTECCIÓN

Los conductores de protección discurrirán por la misma canalización sus correspondientes circuitos y presentarán las secciones exigidas por la Instrucción ITC-BT 18 del REBT.

Las conexiones en los conductores de tierra serán realizadas mediante dispositivos, con tornillos de apriete u otros similares, que garanticen una continua y perfecta conexión entre éstos.

1.8.8.-INSTALACIÓN INTERIOR

Las líneas de distribución serán las encargas de llevar la energía eléctrica desde el cuadro general a los subcuadros y de estos hacia cada uno de los receptores que componen la instalación eléctrica.

Para ello, seguirán las prescripciones del reglamento electrotécnico de baja tensión, concretamente las instrucciones técnicas complementarias siguientes:

- **ITC-BT-18** (Puesta a tierra)
- **ITC-BT-19** (Prescripciones generales)
- **ITC-BT-20** (Sistemas de canalización)
- **ITC-BT-21** (Tubos y canales)

Los cables y sistemas de conducción de cables deben instalarse de manera que no se reduzcan las características de la estructura del edificio en la seguridad contra incendios.

Cumplirán con las características de la norma UNE 21123 o a la norma UNE 211002 (según la tensión asignada del cable).

Los conductores a emplear para la alimentación de los subcuadros serán de cobre de tensión asignada 0.6/1kV, no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida instalados en bandeja de rejilla zincada.



Los conductores que alimentan al resto de instalaciones serán de cobre y de tensión asignada 450/750 V, serán libres de halógenos, no propagadores de la llama, con emisión de humos y opacidad reducida, Irán en el interior de tubos en montaje superficial.

Los conductores de la instalación deben ser fácilmente identificables y esta identificación se realizará por los colores que presenten sus aislamientos.

- Azul: Neutro
- Amarillo-Verde: Conductor de protección
- Marrón: Fase 1
- Negro: Fase 2
- Gris: Fase 3

Los conductores de protección son del mismo metal que los conductores de fase o polares y tendrán una sección mínima. En la siguiente tabla se muestra la sección de los conductores de protección en base a los conductores de fase.

SECCIÓN CONDUCTOR FASE (mm ²)	SECCIÓN CONDUCTOR DE PROTECCIÓN (mm ²)
$S_f \leq 16$	S_f
$16 < S_f \leq 35$	16
$S_f > 35$	$S_f/2$

TABLA 38.- SECCIONES DE CONDUCTORES DE PROTECCIÓN

Los conductores que no formen parte de la canalización de alimentación y tengan protección mecánica tendrán una sección mínima de 2.5 mm².

Los conductores de protección que no forman parte de la canalización de alimentación y no tienen una protección mecánica tendrán una sección mínima de 4 5 mm².

Los conductores serán de los siguientes tipos:

De 0,6 / 1 kV de tensión nominal para la acometida

- Conductores de aluminio
- Unipolares



- Aislamiento de PVC o polietileno reticulado (XLPE)
- Tensión de prueba de 4000 V
- Instalación al aire o en bandeja
- Normativa de aplicación: UNE 21.123

De 450/750 V de tensión nominal para instalación interior

- Conductor de cobre
- Unipolares
- Aislamiento de Material termoplástico libre de halógenos tipo TI-7
- Instalación bajo tubo
- Normativa de aplicación: UNE-EN 50363-7 y EN 50363-7

La sección de los conductores se determinará de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación interior y cualquier punto de utilización sea menor del 3 % para alumbrado y del 5 % para los demás usos.

Las diferentes secciones obtenidas en las diferentes líneas eléctricas, se encuentra en la siguiente tabla:

Esquemas	Polaridad	P Demandada (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Línea	I _z (A)	I _B (A)	c.d.t (%)	c.d.t Acum (%)
DI	3F+N	78.51	0.96	30.00	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x95) + 1x50 + TTx50	189.12	122.70	0.36	-
ALUM-ALM-1	F+N	2.40	1.00	80.00	H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x6)	35.67	10.39	2.40	2.76
ALUM-EMERG-ALM-1	F+N	0.53	1.00	100.00	H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x1.5)	15.23	2.29	2.63	2.99
LA-ALM-2	F+N	2.40	1.00	1.00	H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x4)	26.10	10.39	0.05	0.40
LA-ALM-3	F+N	2.40	1.00	1.00	H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x4)	26.10	10.39	0.05	0.40
LF-ALM-T-1	3F+N	6.50	0.85	10.00	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 4x2.5 + TTx2.5	23.66	11.04	0.39	0.75



Esquemas	Polaridad	P Demandada (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Línea	I _z (A)	I _B (A)	c.d.t (%)	c.d.t Acum (%)
LF-ALM-T-2	3F+N	6.50	0.85	10.00	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 4x2.5 + TTx2.5	23.66	11.04	0.39	0.75
LF-ALM-T-3	3F+N	7.10	0.85	10.00	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 4x2.5 + TTx2.5	23.66	12.06	0.43	0.79
LF-ALM-1	F+N	2.50	0.90	10.00	H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x4)	26.10	12.03	0.53	0.89
LF-ALM-2	F+N	2.50	0.90	10.00	H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x4)	26.10	12.03	0.53	0.89
LF-ALM-3	F+N	3.00	0.90	10.00	H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x4)	26.10	14.43	0.64	1.00
ALUM-OFI-1	F+N	0.13	1.00	40.00	H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x1.5)	15.23	0.57	0.26	0.62
ALUM-EMERG-OFI-1	F+N	0.06	1.00	40.00	H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x1.5)	15.23	0.26	0.12	0.48
LA-OFI-2	F+N	0.17	1.00	10.00	H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x1.5)	15.23	0.72	0.08	0.44
LA-OFI-3	F+N	0.17	1.00	10.00	H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x1.5)	15.23	0.72	0.08	0.44
LF-OFI-PT-1	F+N	3.00	0.90	50.00	H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x2.5)	20.01	14.43	5.23	5.59
LF-OFI-G-3-C	F+N	0.50	0.90	40.00	H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x2.5)	20.01	2.41	0.66	1.02
LF-OFI-AS	F+N	0.50	0.90	50.00	H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x2.5)	20.01	2.41	0.83	1.19
LF-OFI-G-2	F+N	2.25	0.90	40.00	H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x2.5)	20.01	10.83	3.06	3.42
LF-OFI-PT-2	F+N	2.00	0.90	50.00	H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x2.5)	20.01	9.62	3.38	3.74
LF-OFI-G-1	F+N	1.75	0.90	40.00	H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x2.5)	20.01	8.42	2.35	2.71



Esquemas	Polaridad	P Demandada (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Línea	I _z (A)	I _B (A)	c.d.t (%)	c.d.t Acum (%)
LE-VE/1	3F+N	26.40	1.00	60.00	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 5(1x10)	54.60	38.11	2.13	2.49
LE-CLIMA-1	F+N	2.00	0.90	10.00	H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x2.5)	20.01	12.03	0.86	1.22
LE-CLIMA-2	F+N	2.00	0.90	10.00	H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x2.5)	20.01	12.03	0.86	1.22
LE-CLIMA-3	F+N	2.00	0.90	10.00	H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x2.5)	20.01	12.03	0.86	1.22
LE-OTROS-1	F+N	0.75	1.00	10.00	H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x2.5)	20.01	3.25	0.22	0.58
LE-OTROS-2	F+N	0.75	1.00	10.00	H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x2.5)	20.01	3.25	0.22	0.58
LE-OTROS-3	F+N	0.75	1.00	10.00	H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x1.5)	14.36	3.25	0.37	0.73

Para los receptores de alumbrado, otros usos y fuerza de servicios de seguridad no autónomos o circuitos con fuentes autónomas centralizadas tales como central de detección de incendios grupo contra incendios, centralita telefónica, central de intrusión, rack voz y datos, terminal de control de presencia, central de detección CO, etc. Se empleará cable 0,6/1KV de tensión de trabajo, aislamiento especial de silicona y cubierta termoplástico de poliolefina ignifuga designación SZ1K (AS+), del tipo no propagadores de incendio con emisión de humos, opacidad reducida y resistencia al fuego categoría PH 90, cuyas características vienen especificadas en la UNE EN 211234,5 y UNE EN 50200.

Los cables tienen el aislamiento o cubierta de color verde (AS) o naranja (AS+), todos iguales.

Esta caída de tensión se calculará considerando alimentados todos los aparatos de utilización susceptibles de funcionar simultáneamente y su valor



podrá compensarse entre la instalación interior y la derivación individual, siempre y cuando la caída de tensión total sea inferior a la suma de los valores límites.

Descripción	Fase	Simult.	Pot. Calc. (W)	Pot. Inst. (W)	Pot. Dem. (W)	cos φ	Long. (m)	Sección (mm)	Aislam.	Mét. Inst.	I _a (A)	I _z (A)	ΔU (%)	ΔU _c (%)	Canaliz. (mm)
ALUM-ALM-1	F+N (R)	1.00	2400.00	2400.00	2400.00	1.00	80.00	H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x6)	450/750 V	B1	10.39	35.67	2.40	2.76	Tubo 20 mm
ALUM-EMERG-ALM-1	F+N (R)	1.00	530.00	530.00	530.00	1.00	100.00	H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x1.5)	450/750 V	B1	2.29	15.23	2.63	2.99	Tubo 16 mm
LA-ALM-2	F+N (S)	1.00	2400.00	2400.00	2400.00	1.00	1.00	H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x4)	450/750 V	B2	10.39	26.10	0.05	0.40	Tubo 25 mm
LA-ALM-3	F+N (T)	1.00	2400.00	2400.00	2400.00	1.00	1.00	H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x4)	450/750 V	B2	10.39	26.10	0.05	0.40	Tubo 25 mm
LF-ALM-T-1	3F+N (RST)	1.00	6500.00	6500.00	6500.00	0.85	10.00	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 4x2.5 + TTx2.5	0,6/1 kV	B2	11.04	23.66	0.39	0.75	Tubo 20 mm
LF-ALM-T-2	3F+N (RST)	1.00	6500.00	6500.00	6500.00	0.85	10.00	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 4x2.5 + TTx2.5	0,6/1 kV	B2	11.04	23.66	0.39	0.75	Tubo 20 mm
LF-ALM-T-3	3F+N (RST)	1.00	7100.00	7100.00	7100.00	0.85	10.00	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 4x2.5 + TTx2.5	0,6/1 kV	B2	12.06	23.66	0.43	0.79	Tubo 20 mm
LF-ALM-1	F+N (R)	1.00	2500.00	2500.00	2500.00	0.90	10.00	H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x4)	450/750 V	B2	12.03	26.10	0.58	0.89	Tubo 20 mm
LF-ALM-2	F+N (S)	1.00	2500.00	2500.00	2500.00	0.90	10.00	H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x4)	450/750 V	B2	12.03	26.10	0.58	0.89	Tubo 20 mm
LF-ALM-3	F+N (T)	1.00	3000.00	3000.00	3000.00	0.90	10.00	H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x4)	450/750 V	B2	14.43	26.10	0.64	1.00	Tubo 20 mm
ALUM-OFI-1	F+N (R)	1.00	132.00	132.00	132.00	1.00	40.00	H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x1.5)	450/750 V	B1	0.57	15.23	0.26	0.62	Tubo 16 mm
ALUM-EMERG-OFI-1	F+N (R)	1.00	60.00	60.00	60.00	1.00	40.00	H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x1.5)	450/750 V	B1	0.26	15.23	0.12	0.48	Tubo 16 mm
LA-OFI-2	F+N (S)	1.00	167.00	167.00	167.00	1.00	10.00	H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x1.5)	450/750 V	B1	0.72	15.23	0.08	0.44	Tubo 16 mm
LA-OFI-3	F+N (T)	1.00	167.00	167.00	167.00	1.00	10.00	H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x1.5)	450/750 V	B1	0.72	15.23	0.08	0.44	Tubo 16 mm
LF-OFI-PT-1	F+N (R)	0.75	3000.00	3000.00	3000.00	0.90	50.00	H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x2.5)	450/750 V	B2	14.43	20.01	5.23	5.59	Tubo 20 mm
LF-OFI-G-3-C	F+N (R)	0.75	500.00	500.00	500.00	0.90	40.00	H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x2.5)	450/750 V	B2	2.41	20.01	0.66	1.02	Tubo 20 mm
LF-OFI-AS	F+N (S)	0.75	500.00	500.00	500.00	0.90	50.00	H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x2.5)	450/750 V	B2	2.41	20.01	0.83	1.19	Tubo 20 mm
LF-OFI-G-2	F+N (S)	0.75	2250.00	2250.00	2250.00	0.90	40.00	H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x2.5)	450/750 V	B2	10.83	20.01	3.06	3.42	Tubo 20 mm
LF-OFI-PT-2	F+N (T)	0.75	2000.00	2000.00	2000.00	0.90	50.00	H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x2.5)	450/750 V	B2	9.62	20.01	3.38	3.74	Tubo 20 mm
LF-OFI-G-1	F+N (T)	0.75	1750.00	1750.00	1750.00	0.90	40.00	H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x2.5)	450/750 V	B2	8.42	20.01	2.35	2.71	Tubo 20 mm
LE-VE/1	3F+N (RST)	1.00	26400.00	44000.00	26400.00	1.00	60.00	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 5(1x10)	0,6/1 kV	B2	38.11	54.60	2.13	2.49	Tubo 32 mm
LE-CLIMA-1	F+N (R)	1.00	2500.00	2000.00	2000.00	0.90	10.00	H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x2.5)	450/750 V	B2	12.03	20.01	0.86	1.22	Tubo 20 mm
LE-CLIMA-2	F+N (S)	1.00	2500.00	2000.00	2000.00	0.90	10.00	H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x2.5)	450/750 V	B2	12.03	20.01	0.86	1.22	Tubo 20 mm
LE-CLIMA-3	F+N (T)	1.00	2500.00	2000.00	2000.00	0.90	10.00	H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x2.5)	450/750 V	B2	12.03	20.01	0.86	1.22	Tubo 20 mm
LE-OTROS-1	F+N (R)	1.00	750.00	750.00	750.00	1.00	10.00	H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x2.5)	450/750 V	B2	3.25	20.01	0.25	0.58	Tubo 20 mm
LE-OTROS-2	F+N (S)	1.00	750.00	750.00	750.00	1.00	10.00	H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x2.5)	450/750 V	B2	3.25	20.01	0.25	0.58	Tubo 20 mm
LE-OTROS-3	F+N (T)	1.00	750.00	750.00	750.00	1.00	10.00	H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x1.5)	450/750 V	B2	3.25	14.36	0.37	0.73	Tubo 16 mm

1.8.8.1.- CUADRO GENERAL DE MANDO Y PROTECCIÓN

Los dispositivos de mando y protección se situarán lo más cerca posible del punto de entrada de la derivación individual.

Los cuadros estarán diseñados para servicio interior, completamente estancos al polvo y la humedad, ensamblados y cableados totalmente en fábrica,



soportados por una estructura metálica de perfiles laminados en frío adecuada para el montaje sobre el suelo, y paneles de cerramiento de chapa de acero de fuerte espesor, o de cualquier otro material que sea mecánicamente resistente y no inflamable.

Los aparatos se montarán dejando entre ellos y las partes adyacentes de otros elementos una distancia mínima igual a la recomendada por el fabricante de los aparatos, en cualquier caso, nunca inferior a la cuarta parte de la dimensión del aparato en la dirección considerada.

Todos los cables se instalarán dentro de canaletas provistas de tapa desmontable. Los cables de fuerza irán en canaletas distintas en todo su recorrido de las canaletas para los cables de mando y control.

Según la ITC-BT-17 del, los dispositivos generales e individuales de mando y protección serán, como mínimo:

- Un interruptor general automático (IGA) de corte omnipolar, que permita su accionamiento manual y que esté dotado de elementos de protección contra sobrecarga y cortocircuitos.
- Un interruptor diferencial general, destinado a la protección contra contactos indirectos de todos los circuitos, o si por el carácter de la instalación se instalase un interruptor diferencial por cada circuito o grupo de circuitos, se podría prescindir del interruptor diferencial general, siempre que queden protegidos todos los circuitos. En el caso de que se instalase más de un interruptor diferencial en serie, existirá una selectividad entre ellos.
- Dispositivos de corte omnipolar, destinados a la protección contra sobrecargas y cortocircuitos de cada uno de los circuitos interiores del edificio.
- Dispositivo de protección contra sobretensiones, según ITC-BT-23, si fuese necesario, en este proyecto obligatorios por la instalación de los circuitos de puntos de carga.



Todos los elementos de protección se detallarán en el esquema Unifilar.

Los demás pequeños interruptores automáticos (PIA's) y diferenciales deberán resistir las corrientes de cortocircuito que puedan presentarse en el punto de su instalación. La sensibilidad de los interruptores diferenciales responderá a lo señalado en la instrucción ITC-BT-24.

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

El cuadro general de mando y protección estará compuesto por los siguientes dispositivos de protección:

CUADRO GENERAL DE MANDO Y PROTECCIÓN					
ZONA	DISPOSITIVO	INTENSIDAD NOMINAL (A)	PODER DE CORTE (kA)	SENSIBILIDAD	CURVA
CUADRO GENERAL	MAGNETOTÉRMICO 4P	125	6		C
CUADRO GENERAL	LIMITADOR DE SOBRETENSIONES TRANSITORIO TIPO 1+2				
SUBCUADRO ALMACEN	MAGNETOTÉRMICO 4P	63	6		C
SUBCUADRO OFICINA	MAGNETOTÉRMICO 4P	16	6		C
SUBCUADRO VEHÍCULO ELÉCTRICO	FUSIBLE	40	20		
SUBCUADRO VEHÍCULO ELÉCTRICO	MAGNETOTÉRMICO 4P	40	6		C
SUBCUADRO CLIMA	MAGNETOTÉRMICO 4P	16	6		C
SUBCUADRO CLIMA	DIFERENCIAL	25		30	
SUBCUADRO OTROS	MAGNETOTÉRMICO 4P	16	6		C
SUBCUADRO OTROS	DIFERENCIAL	25		30	

TABLA 39.- DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN DEL CUADRO GENERAL DE MANDO Y PROTECCIÓN

El cuadro secundario de almacén estará compuesto por los siguientes elementos de protección:



CUADRO SECUNDARIO ALMACÉN					
ZONA	DISPOSITIVO	INTENSIDAD NOMINAL (A)	PODER DE CORTE (kA)	SENSIBILIDAD	CURVA
LÍNEA GENERAL DE ALUMBRADO	MAGNETOTÉRMICO 4P	16	6		C
LÍNEA GENERAL DE ALUMBRADO	DIFERENCIAL	25		100	
LÍNEA GENERAL DE FUERZA	MAGNETOTÉRMICO 4P	63	6		C
LÍNEA GENERAL DE FUERZA	DIFERENCIAL	80		100	
LÍNEA DE ALUMBRADO 1	MAGNETOTÉRMICO 1P+N	16	6		C
LÍNEA DE ALUMBRADO DE EMERGENCIA	MAGNETOTÉRMICO 1P+N	6	3		C
LÍNEA DE ALUMBRADO 2	MAGNETOTÉRMICO 1P+N	16	3		C
LÍNEA DE ALUMBRADO 3	MAGNETOTÉRMICO 1P+N	16	3		C
LÍNEA DE FUERZA TRIFASICA 1	MAGNETOTÉRMICO 3P+N	20	6		B
LÍNEA DE FUERZA TRIFASICA 2	MAGNETOTÉRMICO 3P+N	20	6		B
LÍNEA DE FUERZA TRIFASICA 3	MAGNETOTÉRMICO 3P+N	20	6		B
LÍNEA DE FUERZA 1	MAGNETOTÉRMICO 1P+N	16	3		C
LÍNEA DE FUERZA 2	MAGNETOTÉRMICO 1P+N	16	3		C
LÍNEA DE FUERZA 3	MAGNETOTÉRMICO 1P+N	16	3		C

TABLA 40.- DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN CUADRO SECUNDARIO ALMACÉN

El cuadro secundario de oficina estará compuesto por los siguientes elementos de protección:



CUADRO SECUNDARIO OFICINA					
ZONA	DISPOSITIVO	INTENSIDAD NOMINAL (A)	PODER DE CORTE (kA)	SENSIBILIDAD	CURVA
LÍNEA GENERAL DE ALUMBRADO	MAGNETOTÉRMICO 4P	10	6		C
LÍNEA GENERAL DE ALUMBRADO	DIFERENCIAL	25		30	
LÍNEA GENERAL DE FUERZA	MAGNETOTÉRMICO 4P	16	6		C
LÍNEA GENERAL DE FUERZA	DIFERENCIAL	25		30	
LÍNEA DE ALUMBRADO 1	MAGNETOTÉRMICO 1P+N	10	6		C
LÍNEA DE ALUMBRADO DE EMERGENCIA	MAGNETOTÉRMICO 1P+N	6	3		C
LÍNEA DE ALUMBRADO 2	MAGNETOTÉRMICO 1P+N	6	3		C
LÍNEA DE ALUMBRADO 3	MAGNETOTÉRMICO 1P+N	6	3		C
LÍNEA DE FUERZA 1	MAGNETOTÉRMICO 1P+N	16	6		C
LÍNEA DE FUERZA 2	MAGNETOTÉRMICO 1P+N	16	6		C
LÍNEA DE FUERZA 3	MAGNETOTÉRMICO 1P+N	16	6		C
LÍNEA DE FUERZA PUESTO DE TRABAJO 1	MAGNETOTÉRMICO 1P+N	16	3		C
LÍNEA DE FUERZA PUESTO DE TRABAJO 2	MAGNETOTÉRMICO 1P+N	16	3		C
LÍNEA DE FUERZA ASEOS	MAGNETOTÉRMICO 1P+N	6	3		C
LÍNEA DE FUERZA GENERAL 1	MAGNETOTÉRMICO 1P+N	16	3		C
LÍNEA DE FUERZA GENERAL 2	MAGNETOTÉRMICO 1P+N	16	3		C
LÍNEA DE FUERZA GENERAL 3	MAGNETOTÉRMICO 1P+N	16	3		C

TABLA 41.- DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN CUADRO SECUNDARIO OFICINA

El cuadro secundario de vehículos eléctricos estará compuesto por los siguientes elementos de protección:

CUADRO SECUNDARIO VEHÍCULOS ELÉCTRICOS					
ZONA	DISPOSITIVO	INTENSIDAD NOMINAL (A)	PODER DE CORTE (kA)	SENSIBILIDAD	CURVA
LÍNEA GENERAL DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS	MAGNETOTÉRMICO 4P +SOBRECARGA PERMANENTE	40	6		C
LÍNEA VEHÍCULO 1	MAGNETOTÉRMICO 3P+N	32	6		C
LÍNEA VEHÍCULO 1	DIFERENCIAL	40		30	
LÍNEA VEHÍCULO 2	MAGNETOTÉRMICO 3P+N	32	6		C
LÍNEA VEHÍCULO 2	DIFERENCIAL	40		30	

TABLA 42.- DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN CUADRO SECUNDARIO VEHÍCULOS ELÉCTRICOS

El cuadro secundario de clima estará compuesto por los siguientes elementos de protección:



CUADRO SECUNDARIO CLIMA					
ZONA	DISPOSITIVO	INTENSIDAD NOMINAL (A)	PODER DE CORTE (kA)	SENSIBILIDAD	CURVA
LÍNEA GENERAL DE CLIMA	MAGNETOTÉRMICO 4P	16	6		C
LÍNEA GENERAL DE CLIMA	DIFERENCIAL	25		30	
LÍNEA DE CLIMA 1	MAGNETOTÉRMICO 1P+N	16	3		C
LÍNEA DE CLIMA 2	MAGNETOTÉRMICO 1P+N	16	3		C
LÍNEA DE CLIMA 3	MAGNETOTÉRMICO 1P+N	16	3		C

TABLA 43.- DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN CUADRO SECUNDARIO CLIMA

El cuadro secundario de otros usos estará compuesto por los siguientes elementos de protección:

CUADRO SECUNDARIO OTROS					
ZONA	DISPOSITIVO	INTENSIDAD NOMINAL (A)	PODER DE CORTE (kA)	SENSIBILIDAD	CURVA
LÍNEA GENERAL DE OTROS	MAGNETOTÉRMICO 4P	16	6		C
LÍNEA GENERAL DE OTROS	DIFERENCIAL	25		30	
LÍNEA DE OTROS 1	MAGNETOTÉRMICO 1P+N	6	3		C
LÍNEA DE OTROS 2	MAGNETOTÉRMICO 1P+N	6	3		C
LÍNEA DE OTROS 3	MAGNETOTÉRMICO 1P+N	6	3		C

TABLA 44.- DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN CUADRO SECUNDARIO OTROS

1.8.8.2.- CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN

1.8.8.2.1.- CONEXIONES

Toda conexión deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión montados individualmente o con regletas de conexión. Siempre deberán realizarse en el interior de cajas de empalme.

Las cajas de empalme serán de material aislante y no propagador de la llama, en caso de ser metálicas estarán aisladas interiormente y protegidas contra la oxidación. Las dimensiones de las cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Además, ha de cumplir que su profundidad mínima sea 40 cm, y su lado interior mínimo será de 60 mm. En el caso de que se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas, deberán emplearse prensaestopas adecuadas.



1.8.8.2.2.- CANALIZACIONES ELÉCTRICAS

La instalación interior se realizará mediante tubos y canaletas. Se regirá por lo que estipula la ICT-BT-19, ICT-BT-20 e ICT-BT-21. En los planos se podrán apreciar en cada circuito el tipo de canalización incorporado y las dimensiones del tubo que se deberá emplear.

La selección del tipo de canalización en cada instalación particular se realizará escogiendo, en función de las influencias externas, el que se considere más adecuado de entre los descritos para conductores y cables en la norma UNE20.460-5-52.

En el caso de proximidad de canalizaciones eléctricas con otras no eléctricas, se dispondrán de forma que entre las superficies exteriores de ambas se mantenga una distancia mínima de 3 centímetros.

En caso de proximidad con conductores de calefacción, de aire caliente, vapor o humo, las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que no puedan alcanzar una temperatura peligrosa y, por consiguiente, se mantendrán separadas por una distancia conveniente o por medio de pantallas caloríficas.

Las canalizaciones deberán estar dispuestas de forma que faciliten su maniobra, inspección y acceso a sus conexiones. Estas posibilidades no deben ser limitadas por el montaje de equipos en las envolventes o compartimentos.

Las canalizaciones eléctricas no se situarán por debajo de otras canalizaciones que puedan dar lugar a condensaciones, tales como las destinadas a conducción de vapor, de agua, de gas, etc., a menos que se tomen las disposiciones necesarias para proteger las canalizaciones eléctricas contra los efectos de estas condensaciones.



1.8.8.2.2.1.- CONDUCTORES AISLADOS BAJO TUBOS PROTECTORES

Los tubos protectores podrán ser:

- Tubo y accesorios metálicos.
- Tubo y accesorios no metálicos.
- Tubo y accesorios compuestos (metálicos y no metálicos).

Los tubos se clasificarán según los dispuesto en las normas:

- UNE-EN 50.086-2-1: Sistemas de tubos rígidos.
- UNE-EN 50.086-2-2: Sistemas de tubos curvables.
- UNE-EN 50.086-2-3: Sistemas de tubos flexibles.
- UNE-EN 50.086-2-4: Sistemas de tubos enterrados.

Las características de protección de la unión entre el tubo y sus accesorios no deben ser inferiores a los declarados para el sistema de tubos.

La superficie interior de los tubos no deberá presentar en ningún punto aristas, asperezas o fisuras susceptibles de dañar los conductores o cables aislados o de causar heridas a instaladores o usuarios.

Para los tubos enterrados, las dimensiones se corresponden con las indicadas en la norma UNE-EN 50.086-2-4.

La denominación se realizará en función del diámetro exterior.

El diámetro interior mínimo deberá ser declarado por el fabricante.

En lo relativo a la resistencia a los efectos del fuego considerados en la norma particular para cada tipo de tubo, se seguirá lo establecido por la aplicación de la Directiva de Productos de la Construcción (89/106/CEE).



1.8.8.2.3.- CAJAS DE EMPALME

Los conductos y cajas se sujetarán por medio de pernos de fiador en ladrillo hueco, por medio de pernos de expansión en hormigón y ladrillo macizo y clavos Split sobre metal. Los pernos de fiador de tipo tornillo se usarán en instalaciones permanentes, los de tipo de tuerca se usarán cuando se precise desmontar la instalación y los pernos de expansión serán de apertura efectiva. Serán de construcción sólida y capaces de resistir una tracción mínima de 20 kg. No se hará uso de clavos por medio de sujeción de cajas o conductos.

Las conexiones entre conductos se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material plástico resistente incombustible o metálicas, en cuyo caso estarán aisladas interiormente y protegidas contra la oxidación.

Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad será igual, por lo menos, a una vez y media el diámetro del tubo mayor, con un mínimo de 40 mm; el lado o diámetro de la caja será de, al menos, 80 milímetros

Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas adecuados.

En ningún caso se permitirá la unión de conductores, como empalmes o derivaciones por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión.

Los conductos se fijarán firmemente a todas las cajas de salida, de empalme y de paso, mediante contratuerca y casquillos.

1.8.8.2.4.- MECANISMOS Y TOMAS DE CORRIENTE

Todos ellos irán instalados en el interior de cajas empotradas en los paramentos, de forma que al exterior sólo podrá aparecer el mando totalmente aislado y la tapa embellecedor.



En el caso que existan dos mecanismos juntos, ambos se alojarán en la misma caja, la cual deberá estar dimensionada suficientemente para evitar falsos contactos.

Los interruptores y conmutadores cortarán la corriente máxima del circuito en que estén colocados sin dar lugar a la formación de arco permanente, abriendo o cerrando los circuitos sin posibilidad de tomar una posición intermedia. Serán del tipo cerrado y de material aislante. Las dimensiones de las piezas de contacto serán tales que la temperatura no pueda exceder de 65°C en ninguna de sus piezas. Su construcción será tal que permita realizar un número total de 10.000 maniobras de apertura y cierre, con su carga nominal a la tensión de trabajo.

Las tomas de corriente serán de material aislante, llevarán marcadas su intensidad y tensión nominales de trabajo y dispondrán, como norma general, puesta a tierra.

1.8.8.2.5.- LUMINARIAS

Las luminarias serán conformes a los requisitos establecidos en las normas de la serie UNE-EN 60598.

La masa de las luminarias suspendidas excepcionalmente de cables flexibles no deben exceder de 5 kg. Los conductores, que deben ser capaces de soportar este peso no deben presentar empalmes intermedios y el esfuerzo deberá realizarse sobre un elemento distinto del borne de conexión. La sección nominal total de los conductores de los que la luminaria está suspendida será tal que la tracción máxima a la que estén sometidos los conductores sea inferior a 15 N/mm².

La tensión asignada de los cables utilizados será como mínimo la tensión de alimentación y nunca inferior a 300/300 V.



Además, los cables serán de características adecuadas a la utilización prevista, siendo capaces de soportar la temperatura a la que puedan estar sometidas.

Cuando la luminaria tiene la conexión a la red en su interior, es necesario que el cableado externo que penetra en ella tenga el adecuado aislamiento eléctrico y térmico.

Las partes metálicas accesibles de las luminarias que no sean de Clase II o Clase III, deberán tener un elemento de conexión para su puesta a tierra. Se entiende como accesibles aquellas partes incluidas dentro del volumen de accesibilidad definido en la ITC-BT-24.

1.8.8.2.6.- BORNES DE PUESTA A TIERRA

En toda instalación de puesta a tierra debe preverse un borne principal de tierra, al cual deben unirse los conductores siguientes:

- Los conductores de tierra.
- Los conductores de protección.
- Los conductores de unión equipotencial principal.
- Los conductores de puesta a tierra funcional, si son necesarios.

Debe preverse sobre los conductores de tierra y en lugar accesible, un dispositivo que permita medir la resistencia de la toma de tierra correspondiente. Este dispositivo puede estar combinado con el borne principal de tierra, debe ser desmontable necesariamente por medio de un útil, tiene que ser mecánicamente seguro y debe asegurar la continuidad eléctrica.

1.8.9.- PROTECCIONES

1.8.9.1.- PROTECCIONES CONTRA SOBREINTENSIDADES

Todos los circuitos estarán protegidos contra sobreintensidades que pueden aparecer en un circuito, por lo que la interrupción se debe realizar en un tiempo



conveniente, o bien, el circuito estará dimensionado para las sobreintensidades previstas tal como se explica en el REBT en la ITC-BT-22.

Las sobreintensidades se pueden producir por los siguientes motivos:

- Por sobrecarga debida a los aparatos de utilización o defectos de aislamiento de gran impedancia.
- Por cortocircuito.
- Por descarga eléctrica atmosférica.

Los dispositivos de protección estarán previstos para interrumpir toda corriente de sobrecarga en los conductores del circuito antes de que pueda provocar un calentamiento perjudicial al aislamiento, a las conexiones, a las cargas, a las propias canalizaciones o al medio ambiente del entorno. Para ello la intensidad nominal de los dispositivos de protección será inferior a la intensidad máxima admisible por las conducciones a fin de interrumpir el funcionamiento del circuito antes de que estas se vean dañadas.

Se tendrá en cuenta la repartición de cargas y el máximo equilibrio de los diferentes conductores.

Las características de funcionamiento de un dispositivo que protege un cable contra sobrecargas deberán satisfacer la condición siguiente:

$$I \leq I_n \leq 0,91 \cdot I_z$$

Donde:

- I = Intensidad de la instalación (A).
- I_n = Intensidad nominal del fusible o magnetotérmico (A).
- I_z = Intensidad admisible del conductor (A).

1.8.9.2.- PROTECCIONES CONTRA SOBRETENSIONES

Las sobretensiones transitorias son transmitidas por las redes de distribución.



Las sobretensiones tienen origen, normalmente, como consecuencia de las descargas atmosféricas, de conmutación de redes, y por defecto de las redes. Tal como explica en el REBT en la ITC-BT-23.

Para hacer frente a estas sobretensiones transitorias se utiliza descargadores a tierra o líneas de toma de tierra.

1.8.9.3.- PROTECCIONES CONTRA CONTACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS

En la ITC-BT.24 del REBT se describen las medidas destinadas a asegurar la protección de las personas y animales.

1.8.9.3.1.- CONTACTOS DIRECTOS

Los contactos directos acurren cuando una persona entra en contacto con la parte activa de algún material o equipo eléctrico de la instalación.

Los medios que se van a utilizar para proteger contra estos contactos son las siguientes:

- Protecciones por aislamiento de las partes activas.
- Protección mediante barreras o envoltorios.
- Protección mediante obstáculos que dificulten el acceso a las partes activas, o no poner partes activas al alcance de las personas.
- Protección complementaria para dispositivos de corriente diferencial residual.

1.8.9.3.2.- CONTACTOS INDIRECTOS

Los contactos indirectos ocurren cuando una persona entra en contacto con la masa, de toma de tierra, accidentalmente con una tensión.

Para evitar los contactos indirectos habrá que instalar un aparato o dispositivo que desconecte, o abra el circuito, cuando exista un contacto indirecto. Estos



dispositivos son los interruptores diferenciales, que cuando detecta una fuga de corriente provoca la abertura del circuito.

1.8.9.4.- CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO

Previamente para poder determinar el poder de corte de los dispositivos de protección ha de calcularse la corriente de cortocircuito para cada una de las líneas.

Destacamos los dos tipos de cortocircuito con más relevancia en las instalaciones de baja tensión y en nuestro caso los que se han considerado como objeto de estudio.

Cortocircuito trifásico

Estas corrientes corresponden a un cortocircuito en los bornes de salida del dispositivo de protección, considerando la configuración de la red y al tipo de cortocircuito de mayor aporte.

En general, en las instalaciones de baja tensión el tipo de cortocircuito de mayor aporte es el trifásico.

Cortocircuito fase-neutro

Estas corrientes corresponden a un cortocircuito en el extremo del circuito protegido, considerando la configuración de la red y al tipo de cortocircuito de menor aporte. En las instalaciones de baja tensión los tipos de cortocircuito de menor aporte son el fase-neutro (circuitos con neutro) o entre dos fases (circuitos sin neutro).

1.8.10.- PUNTOS DE CARGA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS

Se ha optado por la instalación de 2 puntos de carga para los vehículos eléctrico de la flota de reparto, donde el sistema de los puntos de recarga será del tipo modo 3.

Modo de carga 1

La recarga se lleva a cabo en una toma de corriente monofásica de uso no exclusivo, es decir, por el lado de la pared tenemos un enchufe convencional, el conector tipo Schuko. La toma es normalizada pero no exclusiva para vehículos eléctricos. Estos se conectan a la red con una intensidad máxima permitida de hasta 16A y una tensión inferior a 250V, que en España es de 230V. Este tipo de instalación permite una potencia máxima de 3.7 kW. Existe una variante con corriente trifásica de 400V y 11 kW de potencia máxima. En el lado del vehículo nos encontramos con un conector específico, que dependerá del modelo elegido por el fabricante. Esta considerado un modo de recarga ideal para pequeños vehículos eléctricos, como bicicletas, ciclomotores o cuadriciclos, en garajes privados, pero no es aconsejable para coches eléctricos debido al sobrecalentamiento de la instalación en usos tan continuados (hasta 8 horas) y a su falta de protección.



ILUSTRACIÓN 71.- MODO DE CARGA 1

Modo de carga 2

Al igual que el Modo 1, la toma de corriente es estándar de uso no exclusivo, pero en este caso el cable lleva incluido el sistema de protección. La conexión se realiza mediante un cable especial que cuenta con un piloto de control entre el vehículo y la clavija, además de un sistema de protección diferencial. Esto permite verificar si está correctamente conectado a la red, elegir la velocidad de carga y activar/desactivar la recarga. La intensidad máxima teórica permitida es de 32A, siendo 16A lo habitual. La tensión y potencia máxima son similares al Modo 1. Este modo también tiene una variante en trifásica con

400V y alrededor de 22 kW. En el lado de la pared el conector es de tipo Schuko, mientras que en el lado del coche este puede ser de diversos tipos, siendo los más usados el Mennekes (o Tipo 2) y el SAE J1772. Estos y otros conectores deben tener al menos un pin para la señal de comunicación.



ILUSTRACIÓN 72.- MODO DE CARGA 2

Modo de carga 3

Este modo utiliza una toma de corriente especial de uso exclusivo para la recarga del vehículo eléctrico. Se trata de un terminal de recarga, también llamado SAVE (Sistema de Alimentación del Vehículo Eléctrico) o «Wall Box», que dispone de un sistema de alimentación específico para vehículos eléctricos, donde las funciones de control y protección está del lado de la instalación fija de forma permanente. Este terminal monitoriza la carga y corta el suministro eléctrico al enchufe cuando no detecta un conector. Ambos extremos del cable cuentan con conectores específicos. Aunque algunos «Wall Box» llevan integrado el conector del lado de la infraestructura de recarga. El Modo 3 permite intensidades de hasta 63A, aunque lo normal son 32A y ya se trabaja en prototipos de hasta 250A.



ILUSTRACIÓN 73.- MODO DE CARGA 3

Modo de carga 4

El vehículo eléctrico se conecta a la red de Baja Tensión a través de una estación de recarga, también llamada «electrolinera», que mediante un cargador externo realiza la conversión de corriente alterna a continua. Debido a esto, a que la conversión se realiza fuera del vehículo, se ahorran problemas como el calentamiento o la pérdida de energía. Las funciones de control y protección, así como el cable de recarga, están instalados en la parte de la infraestructura de forma permanente. Al igual que el Modo 3, el cable tiene en sus extremos conectores específicos, estando en la mayoría de los casos el conector del lado de la infraestructura integrado en la estación.

Por recargar mediante corriente continua los conectores del lado del coche que podemos utilizar son principalmente el CHAdeMO, el CCS Combo o el SAE J1772 con pins extra preparado para la CC. El Modo 4 es exclusivamente indicado para la recarga rápida, con intensidad de corriente de hasta 400A y potencia máxima de 240 kW, aunque en nuestro país lo normal es 125 kW.

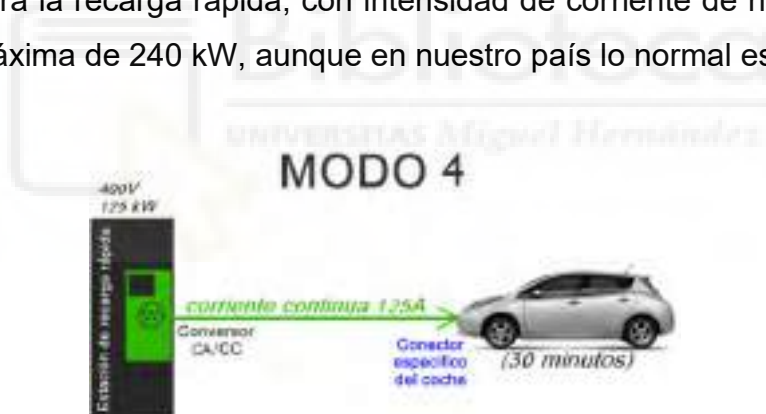


ILUSTRACIÓN 74.- MODO DE CARGA 4

El sistema de instalación empleado según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión será Sistema 1C, instalación troncal con contador principal en el origen de la instalación y contadores secundarios en las estaciones de recarga.

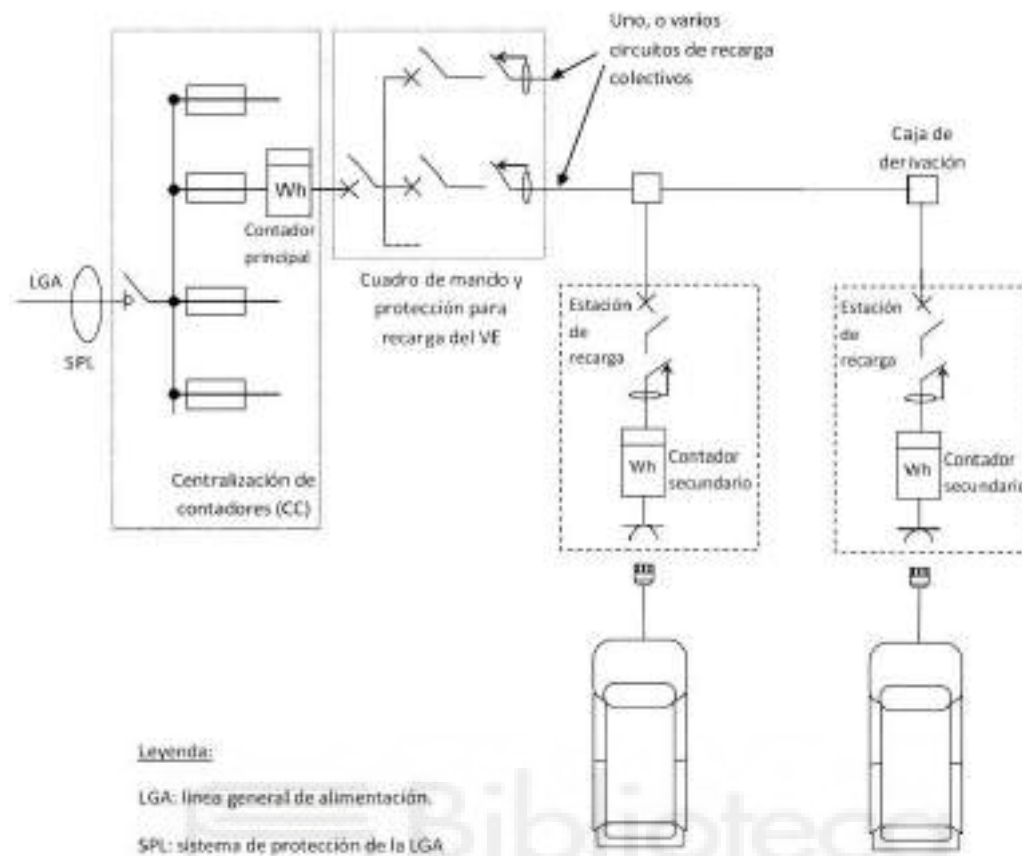


ILUSTRACIÓN 75.- SISTEMA DE INSTALACIÓN DE PUNTOS DE CARGA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS

Todos los puntos de recarga serán de modo 3, de 22kW, a 400V, que según ITC-BT52: “Conexión directa del vehículo eléctrico a la red de alimentación de corriente alterna usando un SAVE, dónde la función de control piloto se amplía al sistema de control del SAVE, estando éste conectado permanente a la instalación de alimentación fija”.

En este modo operativo, la carga es semi-rápida y se realiza con un cable de carga conectado de forma fija en el punto de carga, cuyo conector de carga para vehículos se enchufa en la entrada de éste. Es un modo exclusivo para vehículos eléctricos, debido al sistema de alimentación y a la protección y control incorporados al punto de carga, que monitoriza la carga y detecta la conexión al vehículo.



La intensidad normal de este modo es de 32 A (aunque permite hasta 63) y la potencia normal oscila entre 8 y 14 kW.

En monofásica, necesita menos de la mitad del tiempo de carga invertido que los modos 1 y 2 para conseguir una carga completa, en unas tres horas. Este modo de carga, por tanto, es una buena solución para la carga en viviendas particulares, sobre todo nocturna, o en aparcamientos.

En trifásica, la intensidad es de 63 A y entre 22 y 43 kW de potencia, lo que reduce el tiempo de carga hasta poco más de media hora. Por el tipo de tecnología que emplea permite la recarga inteligente y el desarrollo de redes inteligentes (Smart Grids).

El tipo de conector empleado en la presente instalación será del tipo 2 (Mannekes), siendo el estándar europeo y que incorpora de serie prácticamente la totalidad de los vehículos del mercado.



ILUSTRACIÓN 76.- TIPOS DE CONECTORES DE PUNTOS DE CARGA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS

Tipos de conector en corriente alterna

- El tipo 1 es un enchufe monofásico y es estándar para los vehículos eléctricos de América y Asia. Permite cargar el coche a una velocidad de hasta 7,4 kW, dependiendo de la potencia de carga del mismo y de la capacidad de la red de suministro eléctrico.
- Los enchufes de tipo 2 son enchufes trifásicos porque utilizan tres conductores para el paso de la corriente eléctrica. Así que, naturalmente, pueden cargar el coche más rápido. En casa, la velocidad de carga más alta es de 22 kW, mientras que las estaciones de carga



públicas pueden tener una potencia de carga de hasta 43 kW, dependiendo, como se ha dicho antes, de la potencia de carga del coche y de la capacidad de la red.

Tipos de conectores en corriente continua

- CHAdeMO: Este sistema de carga rápida se desarrolló en Japón y permite capacidades de carga muy altas, así como carga bidireccional. Actualmente, los fabricantes de automóviles asiáticos están liderando el mercado en la oferta de coches eléctricos compatibles con un enchufe CHAdeMO. Permite cargar hasta 100 kW.
- CCS: El enchufe CCS es una versión mejorada del enchufe de tipo 2, con dos contactos de alimentación adicionales para la carga rápida. Es compatible para carga de CA y CC. Permite cargar a una velocidad de hasta 350 kW.

1.9.- INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA

En el siguiente apartado se tratará la instalación solar fotovoltaica para autoconsumo individual sin excedente con una potencia instalada de 84 kW, la cual cubrirá el consumo simultáneo de la presente edificación industrial.

Gracias a la presente instalación, la edificación industrial conseguirá:

- Un ahorro significativo en el consumo de energía eléctrica de la red distribuidora.
- Una reducción en emisiones de CO₂.

1.9.1.- FUNCIONAMIENTO DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA

El funcionamiento de los paneles solares se basa principalmente en la célula solar fotovoltaica que transforma la energía solar directamente en eléctrica utilizando energía fotoeléctrica. La generación fotovoltaica es precisamente la propiedad que tienen ciertos materiales (por ejemplo, silicio) para generar corriente eléctrica cuando se encuentran sometidos a radiación solar. Ocurre



cuando la energía de la luz solar (los fotones) "libera" electrones, creando un flujo de energía eléctrica.

Una placa o módulo solar se compone de una serie de células fotovoltaicas, estas son capas de silicio "dopadas" con fósforo y boro, que gracias a la radiación solar generan una carga eléctrica y es común serializarlos en un módulo (o panel) para que el voltaje se ajuste a un sistema de CC (corriente continua) utilizable.

Dicha energía en Corriente Continua, atravesará un fusible que actuará como protección de los paneles fotovoltaicos en caso de que se produzca un cortocircuitos entre un panel fotovoltaico de un string, en el que en este caso se producirá una corriente inversa en dicho string.

Un string es una serie de placas solares, en la que se formará un voltaje determinado y limitado por el voltaje de entrada máximo al inversor.

Después, se atravesará un equipo de la instalación, llamado inversor, el cual se encarga de transformar la energía eléctrica en corriente continua en corriente alterna siendo esta útil para el consumo de la edificación industrial.

Cuando salido del inversor nos encontraremos con un interruptor magnetotérmico y un interruptor diferencial a fin de salvaguardar la instalación solar fotovoltaica de contactor indirecto y de corrientes de cortocircuito.

Por último, conectaremos el sistema de energía de corriente alterna al Cuadro General de Mando y Protección de la presente edificación industrial, para otorgarle a los receptores de la energía eléctrica generada por la instalación solar fotovoltaica.

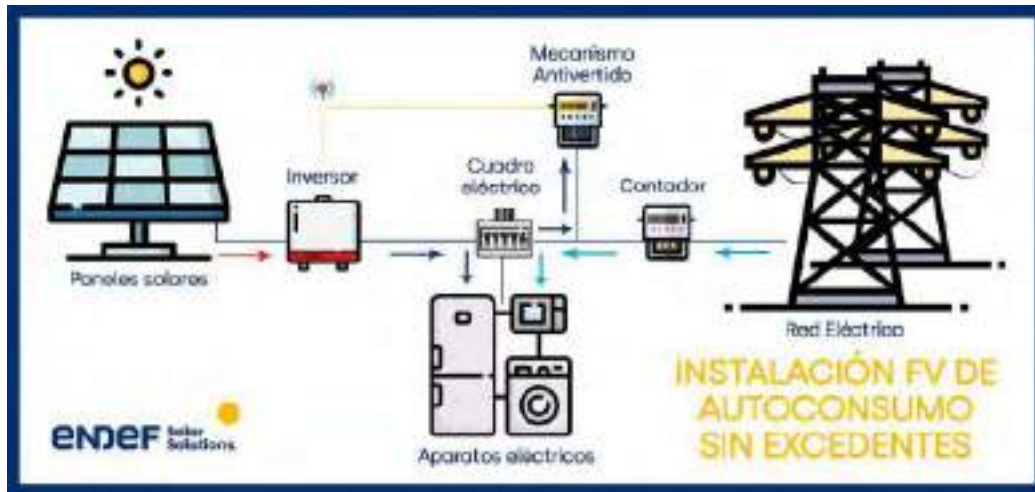


ILUSTRACIÓN 77.- INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA SIN EXCEDENTES

1.9.2.- SISTEMA DE LA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA

con el RD 244/2019 se modifican las instalaciones consideradas como instalaciones para autoconsumo. Se consideran como tal únicamente aquellas que están conectadas a la red, pero diferenciándolas en dos tipos dependiendo de si realizan vertidos a la red de distribución de los excedentes o no.

- Instalaciones sin excedentes. Este tipo de instalación dispone de un dispositivo antivertido homologado que evita cualquier inyección de energía excedentaria a la red de distribución por parte de la instalación solar. Este tipo de instalación no necesita de una tarifa eléctrica específica por parte de la comercializadora ya que únicamente se realiza consumo eléctrico de la red.
- Instalaciones con excedentes o conectadas a la red. Este tipo de instalación es el que, efectivamente, realiza vertidos de la energía excedentaria a la red de distribución y existen dos tipos:
 - Adheridas al mecanismo simplificado de compensación de excedentes. En ese caso el consumidor y la comercializadora tienen un acuerdo voluntario de venta de la energía a precio regulado. En esta tipología, cuando se realiza la facturación mensual se realiza un abono por cada kWh inyectado a la red compensando los kWh consumidos durante ese mes. Con la



condición de que el resultado de la factura nunca puede ser por debajo de 0, además, no pueden acogerse a este mecanismo las instalaciones mayores a 100 kW.

- Venta de energía al mercado libre. Este caso es el más complejo y previsto para instalaciones de gran tamaño dado que es necesario crear una sociedad que venda la energía eléctrica en el mercado regulado. También se pueden realizar acuerdo con comercializadoras mediante acuerdos bilaterales o PPA.

El régimen al cual estará inscrito nuestra presente edificación industrial será una Instalación Sin Excedentes, por lo que deberá contar con un equipo de antivertido a la red.

1.9.3.- NORMATIVA APLICADA

- Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto de 2002 por el que se aprueba el nuevo Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, e Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC) BT01 a BT 52.
- Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.
- Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.
- Real Decreto-ley 15/2018, de 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores.
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.
- Real Decreto 1110/2007, 24 de agosto, por el que se aprueba el reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.



- Real Decreto 1955/2000 de 1 de diciembre, por el que se reglan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Orden FOM/1635/2013, de 10 de septiembre, por la que se actualiza el Documento Básico DB-HE «Ahorro de Energía», del Código Técnico de la Edificación, aprobado por Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo.
- Reglamento UE 2016/364 de la comisión de 1 de Julio de 2015, relativo a la clasificación de las propiedades de reacción al fuego de los productos de construcción de conformidad con el Reglamento (UE) número 305/2011 del Parlamento Europeo y del Consejo.

1.9.4.- POTENCIA DE CONSUMO PREVISTA

Para la presente edificación industrial se ha previsto el siguiente consumo para los diferentes tipos de receptores proyectados en la edificación.





TIPO	CANTIDAD	POTENCIA UNITARIA (W)	POTENCIA TOTAL (W)
TOMAS DE CORRIENTE MONOFÁSICAS ALMACÉN	32	250.00	8,000.00
TOMAS DE CORRIENTE TRIFÁSICAS ALMACÉN	32	300.00	9,600.00
PUNTOS DE CARGA PARA CARRETILLAS ELEVADORAS	3	3,500.00	10,500.00
LUMINARIA DE TECHO ALMACEN	60	120.00	7,200.00
LUMINARIA ESTANCA DE ALMACEN	10	25.50	255.00
TOMAS DE CORRIENTE ASEOS	2	250.00	500.00
TOMAS DE CORRIENTE COCINA	2	250.00	500.00
TOMAS DE CORRIENTE MONOFÁSICAS OFICINA	8	250.00	2,000.00
TOMAS DE CORRIENTE MONOFÁSICA DOBLE OFICINA	6	500.00	3,000.00
PUESTOS DE TRABAJO OFICINA 4 X TOMAS DE CORRIENTE MONOFÁSICAS	5	1,000.00	5,000.00
LUMINARIAS ASEOS	4	9.50	38.00
LUMINARIAS CUARTO TÉCNICO	2	33.50	67.00
LUMINARIAS OFFICE	4	29.50	118.00
LUMINARIAS OFICINA RECIBIDOR	6	29.50	177.00
LUMINARIA DESPACHO	4	29.50	118.00
TIRA LED DESPACHO	1	13.60	13.60
ALUMBRADO EXTERIOR PEQUEÑO	4	38.00	152.00
ALUMBRADO EXTERIOR GRANDE	8	63.00	504.00
PUNTOS DE CARGA VEHÍCULOS ELÉCTRICO	2	22,000.00	44,000.00
TOTAL:			91,742.60

TABLA 45.- CÁLCULO DE CARGAS

Finalmente, obtendremos una potencia total simultanea prevista de **92.000 W**.

Las placas solares a instalar tienen una potencia pico de 450 Wp. Por lo tanto, el número total de placas solares que se instalarán será:

$$N^{\circ} \text{ de placas solares} = \frac{92.000 \text{ W}}{450 \text{ Wp}} = 204,44 \cong 205$$

Con 205 placas solares, obtendremos una potencia pico instalada de 92.250 Wp, en la presente edificación industrial.



Las características de la instalación solar fotovoltaica serán:

- Potencia pico: 92,25 kWp.
- Potencia nominal: 84 kWn
- Número de módulos fotovoltaicos: 205
- Potencia pico de paneles solares: 450 Wp
- Número de inversores: 7
- Potencia nominal de inversores: 12 kW
- Superficie total de los módulos fotovoltaicos: 256,48 m²
- Superficie útil de la cubierta: 445,58 m²
- Modo de instalación: Coplanar
- Ángulo de inclinación de placas: 10°
- Ángulo azimut: 0°

La potencia pico es la suma de potencias del conjunto de placas solares en condiciones estándar de medida, y esta es la potencia máxima que puede proporcionar la instalación.

La potencia nominal es la suma de potencia del conjunto de inversores de la instalación.

El inversor posee 2 entradas MPPT y por cada entrada se conectará un string de 15 módulos.

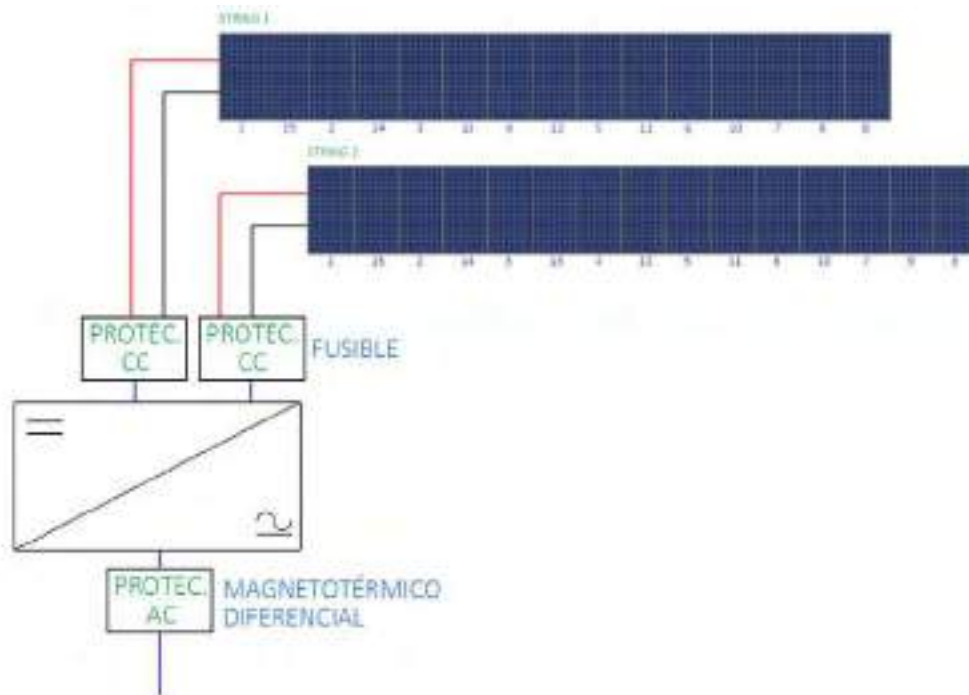


ILUSTRACIÓN 78.- ESQUEMA DE CONEXIÓN DE UN INVERSOR

Dicho inversor entregará energía alterna trifásica a 400 V al cuadro de protección y medida de la instalación eléctrica de la presente edificación.

1.9.5.- CONTADOR

No se prevé, en el diseño de esta instalación solar fotovoltaica, debido a que se trata de autoconsumo sin excedente.

1.9.6.- INVERSOR

Haciendo uso de la siguiente expresión obtendremos la potencia nominal de nuestra instalación. Dicha expresión se obtiene del pliego de condiciones del IDAE.

$$\frac{P_p}{1.20} < P_n < \frac{P_p}{1.05}$$

$$\frac{92.250}{1.20} < P_n < \frac{92.250}{1.05}$$

$$76,875 < P_n < 87,857$$

Por lo tanto, se ha decidido por una potencia instalada de 84.000 W, dividida en 7 inversores de 12 kW.

1.9.7.-INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE LA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA

1.9.7.1.- CABLEADO ELÉCTRICO

Los conductores serán de cobre y tendrán una sección adecuada para evitar caídas de tensión y calentamientos. Concretamente, para cualquier condición de trabajo, los conductores de la parte de continua, han de tener la sección suficiente para evitar que la caída de tensión sea superior al 1,5%, y los conductores de la parte de alterna, han de tener una sección adecuada para que la caída de tensión sea inferior al 1,5%, teniendo en cuenta en ambos casos como referencia las tensiones correspondientes a cajas de conexiones; esta referencia de caída de tensión admisible está recogida en el ITC-BT40.

Los positivos y negativos de cada grupo de módulos se conducirán separados y protegidos de acuerdo con la normativa vigente. Todo el cableado en continua será adecuado para su uso a la intemperie según la norma UNE 21123.

El cable empleado para la instalación del sistema en Corriente Continua será H1Z2Z2 de 4 mm², con un método de instalación de B1 según la norma UNE 60364-5-52:2014.

El cable empleado para la instalación del sistema en Corriente Alterna será H07Z1-K de 6 mm², con un método de instalación B1 según la norma UNE 60364-5-52:2014.



ILUSTRACIÓN 79.- MÉTODO DE INSTALACIÓN B1 SEGÚN NORMA



1.9.7.1.1.- CÁLCULO DE CONDUCTORES CORRIENTE CONTINUA

En este apartado se calculará el cableado desde cada ramal de paneles a la entrada del inversor.

La determinación de la sección según establece el REBT se ha realizado siguiendo dos criterios:

- Intensidad máxima admisible
- Caída de tensión

INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE

La presente instalación posee:

- 7 Inversores
 - Cada inversor contiene 2 entradas, en la cual cada una de ellas se conectará un string de 15 paneles fotovoltaicos.

La intensidad máxima corresponde con la intensidad de cortocircuito del módulo fotovoltaico, debido al hecho de que los paneles están conectados en serie.

Intensidad máxima = 11,60 A



Tabla A - Intensidades admisibles para cables con conductores de cobre, no enterrados
Temperatura ambiente 40°C en el aire

Método de instalación ¹	Número de conductores cargados y tipo de aislamiento											
		3x PVC	2x PVC		3x XLPE	2x XLPE						
A1												
A2	3x PVC	2x PVC		3x XLPE	2x XLPE							
B1				3x PVC	2x PVC		3x XLPE		2x XLPE			
B2			3x PVC	2x PVC		3x XLPE	2x XLPE					
C					3x PVC		2x PVC	3x XLPE		2x XLPE		
E						3x PVC		2x PVC	3x XLPE		2x XLPE	
F							3x PVC		2x PVC	3x XLPE		2x XLPE
Sección mm ² COBRE	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1.5	11	11.5	13	13.5	15	16	16.5	19	20	21	24	--
2.5	15	16	17.5	18.5	21	22	23	26	26.5	28	33	--
4	20	21	23	24	27	30	31	34	36	38	45	--
6	25	27	30	32	36	37	40	44	46	49	57	--
10	34	37	40	44	50	52	54	60	65	68	78	--
16	45	49	54	59	68	70	73	81	87	91	105	--
25	59	64	70	77	84	88	95	103	110	116	123	140
35	--	77	86	96	104	110	119	127	137	144	154	174
50	--	94	103	117	125	133	145	155	167	175	188	210
70	--	--	--	148	160	171	185	199	214	224	244	269
95	--	--	--	180	194	207	224	241	259	271	296	327
120	--	--	--	208	225	240	260	280	301	314	348	380
150	--	--	--	238	260	278	299	322	343	363	404	438
185	--	--	--	268	297	317	341	368	391	415	464	500
240	--	--	--	315	350	374	401	435	468	490	552	590
300	--	--	--	361	401	430	461	500	538	563	638	678
400	--	--	--	437	480	515	552	609	645	674	770	812
500	--	--	--	493	551	592	633	687	741	774	889	931
630	--	--	--	565	632	681	728	790	853	890	1028	1071

Se indican como 3x los circuitos trifásicos y como 2x los monofásicos.
A efecto de las intensidades admisibles los cables con aislamiento termoplástico a base de poliolefina (ZT) son equivalentes a los cables con aislamiento de poliolefino de vinilo (V).

ILUSTRACIÓN 80.- INTENSIDADES MÁXIMA ADMISIBLES

Previo a los cálculos, con la intensidad descrita anteriormente y aplicando un coeficiente del 1,25 sobre la intensidad según indica el REBT en su ITC-BT-40 podemos seleccionar una sección cumpliendo el criterio de intensidad máxima admisible del conductor según el REBT.

Mediante este criterio la sección obtenida del cable será de 1,5 mm².

CAIDA DE TENSIÓN

La tensión de circuito abierto de cada panel es de 49,1V, al estar conectados en serie 15 paneles, tendremos la siguiente tensión en el circuito:



$$V = 736,5 \text{ V}$$

Mediante la siguiente expresión obtendremos la caída de tensión en el cableado en corriente continua:

$$U_{DC} = \frac{2 \cdot L \cdot I}{K \cdot S}$$

Donde:

- **UDC:** Caída de tensión
- **L:** Longitud m
- **K:** Conductividad del conductor para el cobre: 56 m/Ωmm²
- **I:** Intensidad
- **S:** Sección mm²

Para la intensidad se aplicó lo comentado en el apartado anterior, se ha incrementado en un factor de corrección de 1,25 según la ITC-BT-40.

Aplicando la formulación descrita obtenemos la siguiente tabla de valores:

	LONGITUD (m)	TENSIÓN (V)	INTENSIDAD (A)	SECCIÓN ELEGIDA (mm ²)	CONDUCTIVIDAD COBRE (m/Ωmm ²)	INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE (A)	CAIDA DE TENSIÓN (V)	CAIDA DE TENSIÓN (%)
STRING 1	55	736.5	14.5	4	56	36	7.1205	0.9668
STRING 2	55	736.5	14.5	4	56	36	7.1205	0.9668

TABLA 46.- CAÍDA DE TENSIÓN EN CABLEADO DE CORRIENTE CONTINUA

Observando los datos aportados por la tabla de valores, vemos que se elige una sección de 4 mm² en lugar de la previamente escogida de 1,5mm² obtenida del criterio de intensidad máxima admisible, esto se debe a:

- Como la instalación de corriente continua discurrirá mediante una canalización enterrada el REBT en su ITC-BT-07 indica que todo conductor enterrado tendrá una sección mínima de 4 mm² con aislamiento de 0,6/1 kV.



Continuando con el análisis de datos de la tabla, se observa que la caída de tensión tiene un valor del 0,97% cumpliendo así con la máxima caída de tensión permitida de 1,5% establecida por el REBT en su ITC-BT-40.

Queda justificada la selección de la sección de 6mm², con lo anteriormente expuesto, para los conductores de corriente continua tanto por criterio de intensidad máxima admisible como por caída de tensión máxima admisible.

CÁLCULO DE LA PUESTA DE TIERRA

La red de tierras para la instalación fotovoltaica se ha diseñado siguiendo lo establecido en las ITC-BT-18 e ITC-BT-40.

Partiendo de los siguientes datos:

- Resistividad del terreno: 500 $\Omega \cdot m$
- Electrodo que componen la puesta a tierra:
 - Conductor de cobre desnudo 35mm²: 50 m
 - Picas verticales de cobre: 4 picas de 2 m

Con la siguiente formulación:

$$R_{PICA} = \frac{r}{L}$$

$$R_{COND} = \frac{2 \cdot r}{L}$$

$$R = \frac{R_{COND} \cdot R_{PICA}}{R_{COND} + R_{PICA}}$$

Donde:

- **r** = resistividad del terreno ($\Omega \cdot m$)
- **L** = longitud de la pica o conductor (m)



Aplicando lo anteriormente mencionado obtenemos una resistencia de tierra de 15,15 Ω .

1.9.7.1.2.- CÁLCULO DE CONDUCTORES DE CORRIENTE ALTERNA

En este apartado se calculará el cableado desde el inversor a la entrada del cuadro de protección y medida.

La determinación de la sección según establece el REBT se ha realizado siguiendo dos criterios:

- Intensidad máxima admisible
- Caída de tensión

INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE

La intensidad máxima admisible que circulará por cada tramo de conductor vendrá dada por la expresión:

$$I = \frac{P_c}{V \cdot \sqrt{3} \cdot \cos \varphi}$$

Donde:

- **P_c**: Potencia a transportar (W)
- **V**: Tensión de funcionamiento (400V)
- **cos φ** : Factor de potencia (1)

Aplicando la formulación mencionada, obtenemos la intensidad y en base a lo indicado en la ITC-BT-19 para conductores de cobre empotrados en pared determinaremos una sección que no sea inferior a la calculada.

En nuestro caso:

$$I = \frac{12.000}{400 \cdot \sqrt{3} \cdot 1} = 17,32 \text{ A}$$



Por lo tanto, la sección resultante será de 4 mm².

CAÍDA DE TENSIÓN MÁXIMA ADMISIBLE

Como calculo complementario al de la intensidad máxima admisible, calcularemos que dicha sección sea válida para la máxima caída de tensión permitida por el REBT.

Para comprobar la caída de tensión aplicaremos la siguiente formulación:

$$e(\%) = \frac{L \cdot P}{C \cdot S \cdot V^2}$$

Donde:

- **L:** Longitud más desfavorable de la línea
- **P:** Potencia instalada
- **C:** Conductividad del cobre 56 m/Ωmm²
- **S:** Sección del conductor mm²
- **V:** Tensión fase-neutro 400 V Trifásico

Se ha incrementado la intensidad calculada en un factor de 1,25 según lo indica la ITC-BT-40, por lo que los resultados de cálculo son:

	LONGITUD (m)	TENSIÓN (V)	POTENCIA (W)	INTENSIDAD (A)	SECCIÓN ELEGIDA (mm ²)	CONDUCTIVIDAD COBRE (m/Ωmm ²)	INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE (A)	CAIDA DE TENSIÓN (%)
INVERSOR 1	40	400	12,000	21.65	6	56	40.00	0.8929
INVERSOR 2	40	400	12,000	21.65	6	56	40.00	0.8929
INVERSOR 3	40	400	12,000	21.65	6	56	40.00	0.8929
INVERSOR 4	40	400	12,000	21.65	6	56	40.00	0.8929
INVERSOR 5	40	400	12,000	21.65	6	56	40.00	0.8929
INVERSOR 6	40	400	12,000	21.65	6	56	40.00	0.8929
INVERSOR 7	40	400	11,250	21.65	6	56	40.00	0.8371

TABLA 47.- CAÍDA DE TENSIÓN EN CABLEADO DE CORRIENTE ALTERNA

Analizando los datos vemos que la sección preliminar previamente escogida de 6 mm² en el cálculo de intensidad máxima admisible también cumple por criterio de máxima caída de tensión admisible del 1,5% según indica el REBT en su ITC-BT-40.



No obstante, por criterio de diseño se ha optado por elevar la sección a 6mm^2 , de modo que el valor de caída de tensión no esté tan ajustado.

PUESTA A TIERRA

La estructura soporte y junto con ella los módulos fotovoltaicos se conectarán a tierra con motivo de reducir el riesgo asociado a la acumulación de cargas estáticas. Con esta medida se consigue limitar la tensión que con respecto a tierra puedan presentar las masas metálicas, permitiendo así a los diferenciales la detección de corrientes, así como dar paso a tierra a las corrientes de falta o de descarga por origen atmosférico.

1.9.7.2.- PROTECCIONES DEL CABLEADO EN CORRIENTE CONTINUA

Protección contra cortocircuitos: la corriente de cortocircuito del generador fotovoltaico es ligeramente superior a la de operación, por lo que una situación de cortocircuito no es problemática para esta parte del circuito, no obstante, si puede serlo para el inversor por lo que se instalará un fusible de 19A/1500V en el polo de cada string del generador fotovoltaico. La instalación consta de 2 ramas por inversor.

Según la ficha técnica del panel fotovoltaico, la intensidad máxima del fusible del panel es de 20 A, por lo tanto, la presente condición es cumplida por el fusible seleccionado.

Protección sobrecargas: la instalación de los fusibles anteriormente mencionados, cumplirán también la función de protección frente a sobrecargas.

Protección contra sobretensiones: el inversor empleado en la instalación dispone de descargador contra sobretensiones, que derivará a tierra cualquier sobretensión que se presente.

Por lo tanto, se instalarán 14 fusibles en la instalación de corriente continua de la instalación solar fotovoltaica.



1.9.7.3.- PROTECCIONES DEL CABLEADO EN CORRIENTE ALTERNA

Protección contra cortocircuitos y sobrecargas: el propio inversor cuenta con protecciones ante cortocircuitos y sobre cargas integradas, por lo que esta parte del circuito queda protegida. Se colocará aguas abajo del punto de conexión del inversor un interruptor automático 4x20A con un poder de corte de 3,5 kA y un interruptor diferencial 4 x 25A y sensibilidad 30 mA.

Protección contra sobretensiones: incorporada en el propio inversor.

Por lo tanto, se instalarán:

- 7 Interruptores magnetotérmicos tipo C 4P de 20 A, con un Poder de corte: 3,5 kA.
- 7 Interruptores diferenciales tipo C de 4P de 25 A, con una sensibilidad de 30 mA.

1.9.8.- CÁLCULO POTENCIA GENERADA MEDIANTE LA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA

Con el dato del emplazamiento de la instalación, junto con el azimut y la inclinación de los módulos, podemos sacar las horas medias de sol donde el equipo generador produce a potencia nominal.

Para la estimación de la energía producida anualmente, se procederá según el método establecido en el Pliego de Condiciones Técnicas de Conexión a Red del IDAE.

Siendo la fórmula de la energía producida por la instalación:

$$E_{prod} = Irradiancia \cdot PR \cdot P_{FV} \cdot \text{días del mes} \left(\frac{kWh}{mes} \right)$$



Donde:

- **E_{prod}**: Producción de electricidad media diaria por el sistema dado (kWh)
- **Irradiancia**: Producción de electricidad media mensual por el sistema dado (kWh)
- **PR**: Coeficiente de rendimiento
- **P_{FV}**: Potencia fotovoltaica instalada (kW)

Para estimar el potencial solar del emplazamiento se ha recurrido a consultar los datos de radiación horizontal que aparecen en la base de datos del programa utilizado (PVGIS).

Los datos obtenidos de la media mensual de la radiación solar global han sido tomados de la ubicación donde se desempeña la instalación, Redován/Alicante dichos datos se indican en la siguiente tabla:

IRRADIACIÓN GLOBAL RECIBIDA EN SUPERFICIE INCLINADA kWh/m²

IRRADIANCIA MENSUAL MEDIA													
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	MEDIA
ENERO	88.37	91.31	100.01	116.36	115.82	103.69	121.06	103.95	102.43	113.92	113.41	105	105.92
FEBRERO	112.25	94.73	125.02	136.33	121.38	117.3	110.71	119.25	114.83	113.74	133.15	132.42	116.97
MARZO	156.65	140.71	139.61	182.71	146.72	170.07	153.3	163.68	174.02	158.8	1649	142.14	241.86
ABRIL	184.02	178.63	179.28	189.77	182.07	206.12	182.72	189.3	187.72	195.48	178.8	168.95	184.95
MAYO	222.01	222.92	204.5	235.06	215.13	217.63	232.02	220.21	237.41	233.64	227.88	226.45	219.25
JUNIO	231.05	222.25	218.49	237.08	235.36	224.92	238.15	234.37	238.49	225.13	240.83	225	231.50
JULIO	239.26	241.49	231.86	240.65	249.23	245.31	242.22	232.59	237.7	247.48	233.75	239.5	239.98
AGOSTO	205.66	214.88	227.48	227.11	218.68	227.97	214.74	221.2	200.69	210.93	218.96	220.23	217.70
SEPTIEMBRE	157.62	178.9	183.93	172.74	180.21	169.26	167.81	182.11	180.87	167.36	157.01	176.96	172.73
OCTUBRE	152.82	146.52	150.62	144.27	149.93	152.2	135.38	135.38	153.27	134.4	141.47	148.71	141.64
NOVIEMBRE	116.71	99.15	87.45	84.54	116.27	98.87	113.69	113.69	113.83	96.42	111.93	109.21	104.98
DICIEMBRE	86.9	91.81	103	101.59	89.66	100.08	100.12	83.42	100.12	105.82	89.45	105.47	95.94

TABLA 48.- IRRADIANCIA MEDIA GLOBAL SOBRE SUPERFICIE INCLINADA 10 °

1.9.8.1.- PÉRDIDA DE LA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA

1.9.8.1.1.- PÉRDIDAS EN EL INVERSOR

Las pérdidas del inversor serán del 2%, según la ficha técnica que se encuentra en el anejo 7 "Fichas técnicas instalación solar fotovoltaica".

1.9.8.1.2.- PÉRDIDAS POR TEMPERATURA DE LA CÉLCULA

El efecto de la temperatura en las células afectará en la potencia y la efectividad de una célula solar en el módulo fotovoltaico. A bajas temperaturas, el módulo fotovoltaico trabaja de un modo especialmente eficiente. El módulo



fotovoltaico, por ejemplo, está frío en caso de cielo cubierto durante el invierno. Si, con esta situación atmosférica, la irradiación solar incide de pleno en el módulo fotovoltaico frío, éste funcionará con gran efectividad. Esto puede generar brevemente un valor elevado del coeficiente de rendimiento.

Para el cálculo de la temperatura de la placa se usará la siguiente fórmula:

$$T_c = T_{amb} + (TONC - 20) \cdot \frac{E}{800}$$

Las pérdidas por efecto de la temperatura en las células para nuestra instalación son las reflejadas en la siguiente tabla:

TEMPERATURA MEDIA AMBIENTE													
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	MEDIA
ENERO	8.7	9	9	9.9	11.1	11.5	9.5	12.2	9.1	11.2	9.8	9.5	9.80
FEBRERO	10.4	10.1	11.2	8	11.1	12.6	11	13	12.4	9.8	11.6	13.5	11.09
MARZO	12.7	11.9	12.9	12.7	14.1	14.4	14.4	13.8	14.2	14	14.1	14.6	13.80
ABRIL	15.5	16.1	17.5	6.5	16.2	19.7	16.7	16.9	16.6	17.2	15.5	16	16.09
MAYO	21	19.4	20.4	21.6	19.3	19.7	22	19.7	21.5	20.4	19.8	21.7	20.51
JUNIO	25.9	23.3	24.1	26.7	23	24.7	25.1	25	26.3	24.2	24.5	24.7	24.72
JULIO	27.9	27.1	26.7	26.7	26.6	26.7	28.8	26.9	27.4	28	28	27.4	27.25
AGOSTO	27	26.6	27.4	28.4	26	27	27.7	26.2	26.3	27.7	27.6	27.7	26.88
SEPTIEMBRE	22.2	23.5	23.9	23	23.6	25.1	22.6	24.2	23.1	24	23.3	23.9	23.35
OCTUBRE	19.8	18.2	19.5	18.3	21.3	20.5	19.2	19.8	20.2	18.3	19.2	18.5	19.22
NOVIEMBRE	15.5	13.1	14.6	13.7	13.6	14.3	14	13.8	13.7	13	13.6	15.4	13.54
DICIEMBRE	10.5	8.8	10.3	10.2	9.5	9.5	12	11.2	10	10.8	11.9	10.2	10.18
													MEDIA
													18.04

TABLA 49.- TEMPERATURA AMBIENTE

TEMPERATURA DE LA PLACA	PORCENTAJE DE PÉRDIDAS	
ENERO	13.11	3.61 %
FEBRERO	14.74	4.054 %
MARZO	21.36	5.874 %
ABRIL	21.87	6.013 %
MAYO	27.36	7.525 %
JUNIO	31.95	8.787 %
JULIO	34.75	9.556 %
AGOSTO	33.68	9.263 %
SEPTIEMBRE	28.75	7.906 %
OCTUBRE	23.64	6.502 %
NOVIEMBRE	16.82	4.627 %
DICIEMBRE	13.18	3.624 %
MEDIA		6.258 %

TABLA 50.- PÉRDIDAS POR TEMPERATURA EN PLACA

1.9.8.1.3.- PÉRDIDAS POR SUCIEDAD

Algunas zonas en las que la presencia de polvo, nieve u otros fenómenos interfieran en la captación de radiación solar en el módulo, hará que los paneles solares sufran pérdidas en la producción eléctrica e incluso que estas



pérdidas lleguen al 100%. Podemos tomar como valor de pérdidas anuales un valor del 3%.

1.9.8.1.4.- PÉRDIDAS POR REFLACTANCIA ANGULAR

Estas pérdidas son mayores en células con capas antireflexivas que en células texturizadas y son mayores en invierno que en verano, también en localidades con mayor altitud, estas pérdidas son mayores. Suelen estar comprendidas entre el 2 y el 6 %, en nuestro caso supondremos unas pérdidas del 3%.

1.9.8.1.5.- PÉRDIDAS ELÉCTRICAS

Las caídas de tensión en el cableado pueden ser muy importantes cuando son tramos largos y se opera a baja tensión en CC. Las pérdidas por cableado en % suelen ser inferiores en plantas de gran potencia que en plantas de pequeña potencia. En nuestro caso, de acuerdo con las especificaciones, el valor máximo admisible para la parte CC es 1,5 %.

- Pérdidas en corriente continua: 0,97%
- Pérdida en corriente alterna: 0,89%

1.9.8.1.6.- PÉRDIDAS POR SOMBRAS

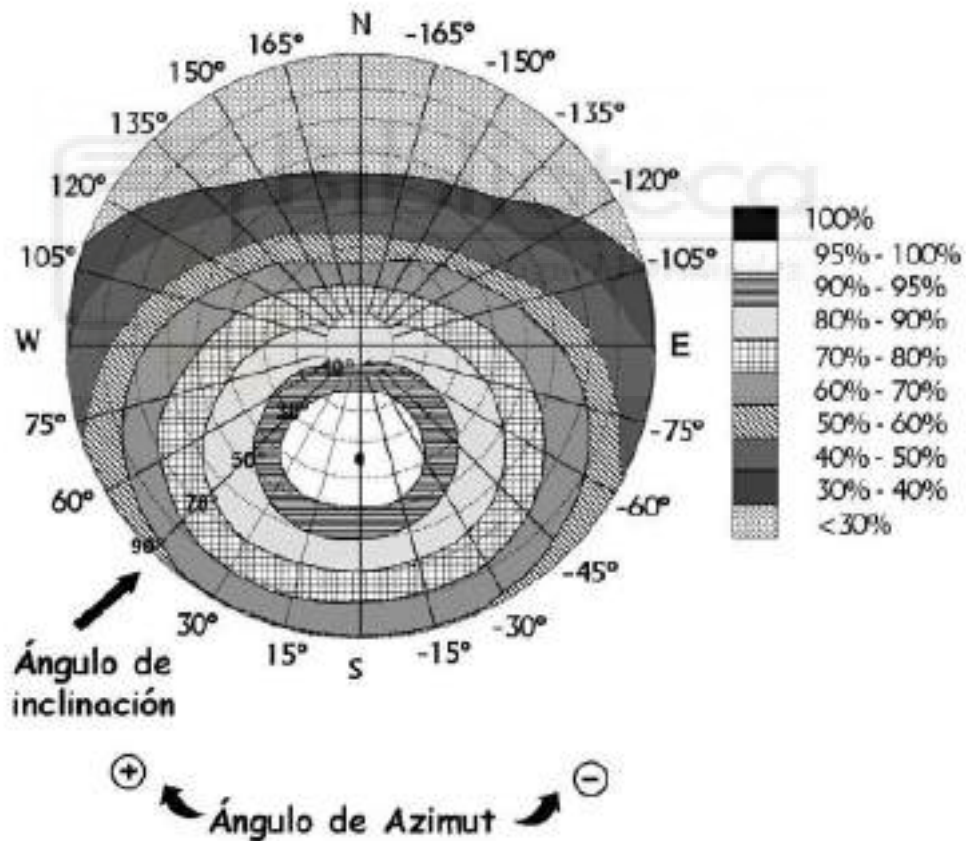
Es muy importante calcular la distancia que tenemos entre obstáculos que generen sombras en nuestros módulos fotovoltaicos, ya bien sean muretes, otras edificaciones o las propias placas fotovoltaicas. Simplemente basta con que una placa de un string este en sombra para que en todo este circule con una intensidad menor, con el resultado de que la energía producida sea menor que si trabajase sin sombras.

Debido al hecho de que se instalarán las placas de manera coplanar, y no se encuentra ningún edificio cerca, ni ningún objeto elevado cerca, no se tendrán en cuenta pérdidas por sombras.

1.9.8.1.7.- PÉRDIDAS POR ORIENTACIÓN E INCLINACIÓN

Las pérdidas por orientación e inclinación deben suponer como máximo un 10%, dicho valor se extrae de la tabla 1 del pliego de condiciones del IDAE. Para el caso de nuestra instalación calcularemos dichas pérdidas en función del ángulo de inclinación de los módulos, que en nuestro caso es de 10° y del azimut, que es 0° .

Para calcular dichas pérdidas nos basaremos primeramente en la siguiente figura la cual nos ayudará a representar el ángulo de inclinación máximo y mínimo para un determinado ángulo azimutal.



Por lo tanto, las pérdidas por orientación e inclinación serán del 7,5%.



1.9.8.1.8.- PÉRDIDAS TOTALES DE LA INSTALACIÓN

Una vez que se han obtenido todas las pérdidas que se han considerado en la instalación, podemos calcular el performance ratio o rendimiento energético de la instalación.

	PORCENTAJE DE PÉRDIDAS TEMP	PORCENTAJE PÉRDIDAS POR INVERSOR	PORCENTAJE POR REFLECTANCIA ANGULAR	PORCENTAJE DE PÉRDIDAS CABLEADO ELÉCTRICO	PORCENTAJE DE PÉRDIDAS POR SOMBRAS	PORCENTAJE DE PÉRDIDAS ORIENTACIÓN E INCLINACIÓN	PORCENTAJE DE PÉRDIDAS TOTALES
ENERO	3.61	2.00	3.00	1.74	0.00	7.5	17.85
FEBRERO	4.05	2.00	3.00	1.74	0.00	7.5	18.29
MARZO	5.87	2.00	3.00	1.74	0.00	7.5	20.11
ABRIL	6.01	2.00	3.00	1.74	0.00	7.5	20.25
MAYO	7.53	2.00	3.00	1.74	0.00	7.5	21.77
JUNIO	8.79	2.00	3.00	1.74	0.00	7.5	23.03
JULIO	9.56	2.00	3.00	1.74	0.00	7.5	23.80
AGOSTO	9.26	2.00	3.00	1.74	0.00	7.5	23.50
SEPTIEMBRE	7.91	2.00	3.00	1.74	0.00	7.5	22.15
OCTUBRE	6.50	2.00	3.00	1.74	0.00	7.5	20.74
NOVIEMBRE	4.63	2.00	3.00	1.74	0.00	7.5	18.87
DICIEMBRE	3.62	2.00	3.00	1.74	0.00	7.5	17.86
						MEDIA	20.50

TABLA 51.- PÉRDIDAS DE LA INSTALACIÓN

1.9.9.- ENERGÍA GENERADA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA

Con el dato del emplazamiento de la instalación, junto con el azimut y la inclinación de los módulos, podemos sacar las horas medias de sol donde el equipo generador produce a potencia nominal.

Para la estimación de la energía producida anualmente, se procederá según el método establecido en el Pliego de Condiciones Técnicas de Conexión a Red del IDAE.

Siendo la fórmula de la energía producida por la instalación:

$$E_{prod} = Irradiancia \cdot PR \cdot P_{FV} \cdot \text{días del mes} \left(\frac{kWh}{mes} \right)$$

Mediante los cálculos teóricos de cálculo pérdidas y mediante la irradiancia obtenida mediante datos de PVGIS, obtendremos los siguientes valores de producción de energía fotovoltaica aprovechable:



	G_{dm} ($\alpha=0^\circ$, $\beta=10^\circ$) [kWh/(m ² día)]	Potencia pico instalada (kWp)	Rendimiento de la instalación	Ep (kWh/día)	Ep (kWh/mes)
ENERO	3.42	92.25	79.50%	250.59	7,768.25
FEBRERO	4.25	92.25	79.50%	311.94	8,578.48
MARZO	4.81	92.25	79.50%	352.76	10,935.56
ABRIL	6.16	92.25	79.50%	452.13	13,564.04
MAYO	7.07	92.25	79.50%	518.70	16,079.67
JUNIO	7.72	92.25	79.50%	565.94	16,978.33
JULIO	7.74	92.25	79.50%	567.76	17,600.58
AGOSTO	7.02	92.25	79.50%	515.03	15,965.95
SEPTIEMBRE	5.76	92.25	79.50%	422.27	12,667.96
OCTUBRE	4.57	92.25	79.50%	335.09	10,387.70
NOVIEMBRE	3.50	92.25	79.50%	256.65	7,699.63
DICIEMBRE	3.09	92.25	79.50%	226.98	7,036.40
				MEDIA	145,262.52

TABLA 52.- PRODUCCIÓN DE ENERGÍA FOTOVOLTAICA

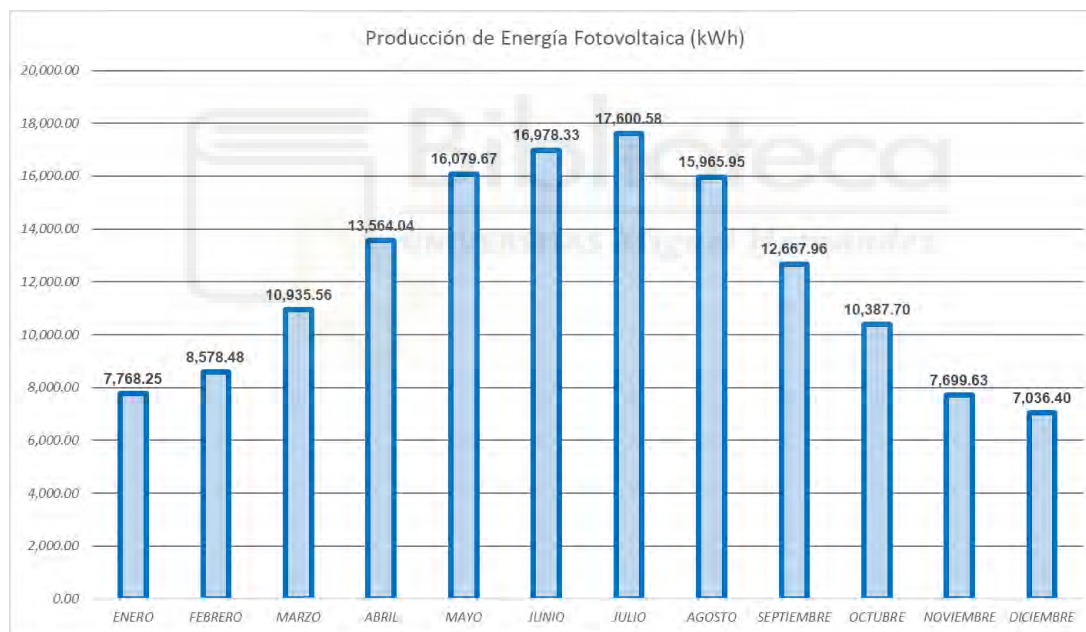


ILUSTRACIÓN 81.- PRODUCCIÓN DE ENERGÍA FOTOVOLTAICA MENSUAL

Finalmente, la energía producida anualmente será de 152.065,33 kWh en la presente edificación industrial.

Introduciendo, los datos de la instalación en la aplicación PVGIS, obtendremos los siguientes valores de energía producida fotovoltaica.



	PRODUCCIÓN DE ELECTRICIDAD (kWh)	IRRADIACIÓN GLOBAL MENSUAL (kWh/m ²)
ENERO	7,663.60	105.90
FEBRERO	8,380.70	117.00
MARZO	11,201.90	160.00
ABRIL	12,633.30	184.90
MAYO	14,590.60	219.30
JUNIO	15,040.40	231.50
JULIO	15,405.50	240.00
AGOSTO	14,077.00	217.70
SEPTIEMBRE	11,465.10	172.70
OCTUBRE	9,655.30	141.20
NOVIEMBRE	7,414.20	104.50
DICIEMBRE	6,933.80	95.90

TABLA 53.- ENERGÍA PRODUCIDA FOTOVOLTAICA PVGIS

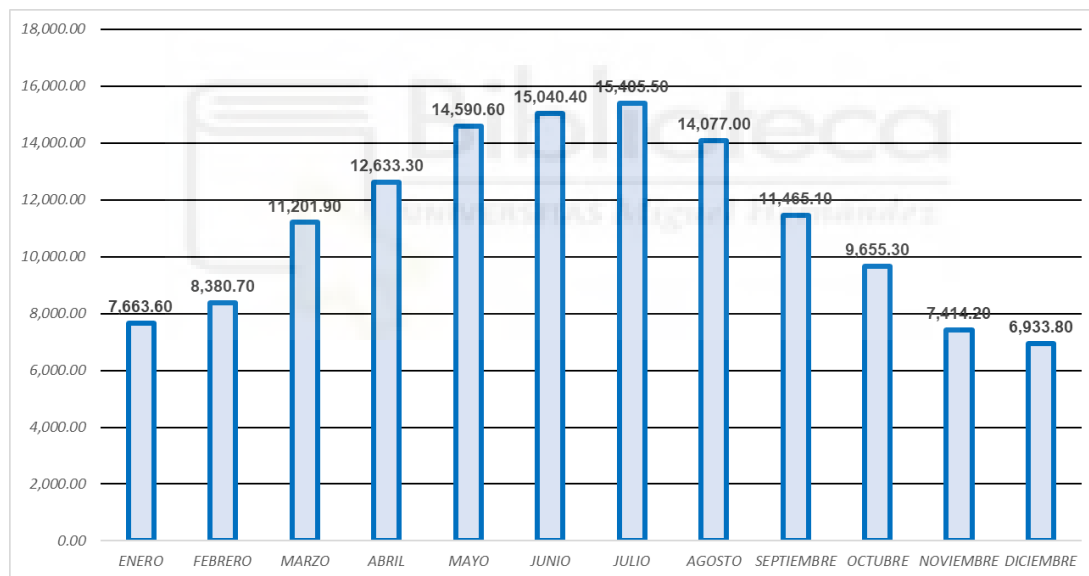


ILUSTRACIÓN 82.- ENERGÍA PRODUCIDA MENSUALMENTE PVGIS

1.9.10.- DISEÑO DE STRING DE LA INSTALACIÓN.

Una vez establecido el dimensionado óptimo del campo generador con 205 módulos se ha necesario establecer el conexionado de los string de paneles fotovoltaicos para que cumplan los parámetros de entrada del inversor.

Las ramas de módulos en serie reciben el nombre de strings y se debe establecer el número de paneles por string que hace que el campo generador



trabaje el máximo tiempo posible dentro del rango MPPT del inversor. Es decir, el rango de voltaje de entrada en el cual el inversor encontrará siempre el punto de máxima potencia y su rendimiento será el máximo posible.

Además, se debe tener en cuenta que en las condiciones de trabajo más extremas nunca se supere ni la intensidad ni el voltaje máximo admisible por el inversor. Para ello se calculará el voltaje e intensidad en sus puntos extremos de trabajo, esto es, en la situación más fría (arranque matutino en invierno) y la situación más calurosa con las temperaturas de trabajo más altas (mediodía en verano).

La temperatura máxima alcanzada es 42,3°C y la temperatura mínima -1,5°C. Dado que la temperatura mínima nunca es alcanzada cuando ya hay rayos de luz solar incidiendo sobre los paneles, para los cálculos de la temperatura mínima se establece en 0°.

Temperatura máxima del módulo

$$\begin{aligned} T_{\max \text{ modulo}} &= T_{\max \text{ amb}} + (TONC - 20) \cdot \frac{1000 \text{ W}}{800 \text{ m}^2} = 42,3 + (45 - 20) \cdot \frac{1000}{800} \\ &= 73,55 \text{ }^{\circ}\text{C} \end{aligned}$$

Temperatura mínima del módulo

$$\begin{aligned} T_{\min \text{ modulo}} &= T_{\min \text{ amb}} + (TONC - 20) \cdot \frac{1000 \text{ W}}{800 \text{ m}^2} = -1,5 + (45 - 20) \cdot \frac{100}{800} \\ &= 1,63 \text{ }^{\circ}\text{C} \end{aligned}$$

Para la realización de los cálculos haremos uso de las siguientes ecuaciones:

$$\begin{aligned} V_{\min \text{ panel}} &= V_{mp} \cdot (1 + \alpha_{\text{voltaje}} \cdot (T_{\max} - 25)) \\ &= 41,7 \cdot (1 - (-0.00275 \cdot (73,55 - 25))) = 36,306 \text{ V} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{\max \text{ panel}} &= V_{CA} \cdot (1 + \alpha_{\text{voltaje}} \cdot (T_{\min} - 25)) \\ &= 49,5 \cdot (1 + (-0.00275 \cdot (1,63 - 25))) = 52,894 \text{ V} \end{aligned}$$



Donde:

- V_{mp} : Voltaje del panel a máxima potencia
- V_{CA} : Voltaje del panel en circuito abierto
- $\alpha_{voltaje}$: Coeficiente de variación de voltaje según temperatura
- T_{max} : Temperatura máxima del panel
- T_{min} : Temperatura mínima del panel

Debido a que el rango de trabajo del inversor es de 160 V a 950 V, obtendremos el siguiente número máximo y mínimo de paneles por string.

$$N_{max} = \frac{V_{max\ trabajo}}{V_{max\ panel}} = \frac{950}{52,894} = 17$$

$$N_{min} = \frac{V_{min\ trabajo}}{V_{min\ panel}} = \frac{160}{36,306} = 4$$

Ahora obtendremos el número máximo de string en paralelo que podemos colocar, ya que este quedará limitado por la intensidad de entrada y la intensidad máxima del panel.

Ahora calcularemos la intensidad máxima del panel:

$$\begin{aligned} I_{max\ panel} &= I_{cortocircuito} + (1 + (\alpha_{intensidad} \cdot (T_{max\ panel} - 25))) \\ &= 11,73 + (1 + (0,00048 \cdot (73,55 - 25))) = 12,01\ A \end{aligned}$$

Donde:

- $I_{max\ panel}$: Intensidad máxima que circulará por el panel
- $I_{cortocircuito}$: Intensidad de cortocircuito de panel fotovoltaico
- $\alpha_{intensidad}$: Coeficiente de variación de intensidad según temperatura
- $T_{max\ panel}$: Temperatura máxima de trabajo del panel

El número máximo de string en paralelo será de:

$$N_{paralelo\ string} = \frac{I_{entrada\ inversor}}{I_{max\ panel}} = \frac{22\ A}{12,01\ A} \cong 1$$



1.10.- BIBLIOGRAFÍA

- www.soloingenieria.net
- “INSTALACIÓN CONTRA INCENDIOS”. Ángel Castillo Cuevas, Claudio Tedde, Inmaculada Martínez Vidal, Felipe Segura Gutierrez.
- Norma UNE – EN 12845:2005 “Sistemas fijos de lucha contra incendios. Sistemas de rociadores automáticos. Diseño, instalación y mantenimiento.”
- Norma UNE 23585:2017 “Seguridad contra incendios. Sistemas de control de humos y calor. Requisitos y métodos de cálculo y diseño para proyectar un sistema de control de temperatura y de evacuación de humos (SCTEH) en caso de incendio estacionario”.
- Norma UNE 23032 “Seguridad contra incendios. Símbolos gráficos para su utilización en los planos de proyectos planes de autoprotección y planos de evacuación”.
- Norma UNE 12464.1 : 2012 “Iluminación. Iluminación de los lugares de trabajo. Parte 1: Lugares de trabajo en interiores”
- Memoria tipo de Morley fire systems by honeywell. Sistema de detección y alarma de incendio.
- Real Decreto 2267/2004, de 3 de Diciembre. Reglamento de Seguridad contra Incendios en los Establecimientos Industriales.
- Real Decreto 513/2017, de 22 de Mayo. Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios.
- Real Decreto 244/2019, de 5 de Abril. Condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.
- Pliego de Condiciones técnicas de Instalaciones conectadas a red. Instalaciones de energía solar fotovoltaica. IDEA.
- Documento Básico SI “Seguridad en caso de Incendios” CTE.
- Documento Básico HE “Ahorro energético” CTE.
- Colección de fichas seguridad contra incendios “Sistema de control de temperatura y evacuación natural de humos SCTEH”.
www.enginyersbcn.com



- Colección de fichas de seguridad contra incendios “Sistemas de detección y alarma”. www.enginyersbcn.com
- “Guía de diseño de detectores de humos por haz lineal” Morley fire sistema by honeywell.
- EHE-08 “Introducción de Hormigón Estructural”.
- “Proyecto estructural de construcción metálica Pol. Ind. Oeste (Murcia)”. Miguel Darío Ruiz Ballesta. Universidad Politécnica de Cartagena.
- Generador de precios de la construcción. CYPE Ingenieros.
- Estanterías para palets. www.logismarket.es
- “Apuntes de Instalaciones Eléctricas de Baja Tensión”. José Manuel Díez Aznar, Pedro Ángel Blasco Espinosa. Universidad Politécnica de Valencia. Escuela Politécnica Superior de Alcoy. Departamento de Ingeniería Eléctrica.
- Software informático CYPE Ingenieros.

1.11.- CONCLUSIÓN

Con lo expuesto, en la presente memoria se ha realizado la justificación y desarrollo de las diferentes partes de las que compone el presente proyecto como son la estructura metálica de la edificación industrial, la instalación de protección contra incendios, instalación eléctrica de baja tensión e instalación solar fotovoltaica, teniendo en cuenta la normativa vigente.

Ingeniero Técnico Industrial

Daniel Medina Correas

Redován, Enero 2023



DOCUMENTO 1

ANEJOS





ANEJO 1

**CÁLCULOS
ESTRUCTURALES.
COMPROBACIONES CYPE**



ÍNDICE

1.-	COMPROBACIONES E.L.U. BARRAS.....	232
2.-	COMPROBACIONES E.L.U. UNIONES	325
3.-	COMPROBACIONES CIMENTACIÓN	399






1.- COMPROBACIONES E.L.U. BARRAS

CORREAS EN CUBIERTA

Comprobación de resistencia
El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones.
Aprovechamiento: 72.68 %

Barra pésima en cubierta

Perfil: UF-140x4									
Material: S235									
	Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas					
	Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)	y _g ⁽³⁾ (mm)	z _g ⁽³⁾ (mm)
	0.739, 85.000, 6.130	0.739, 80.000, 6.130	5.000	10.60	321.85	51.44	0.57	-15.51	0.00
Notas:									
⁽¹⁾ Inercia respecto al eje indicado									
⁽²⁾ Momento de inercia a torsión uniforme									
⁽³⁾ Coordenadas del centro de gravedad									
	Pandeo		Pandeo lateral						
		Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.				
	β	0.00	1.00	0.00	0.00				
	L _k	0.000	5.000	0.000	0.000				
	C ₁	-		1.000					
Notación:									
β: Coeficiente de pandeo									
L _k : Longitud de pandeo (m)									
C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico									

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)												Estado	
	b / t	$\bar{\lambda}$	N _t	N _c	M _y	M _z	M _y M _z	V _y	V _z	N _t M _y M _z	N _t M _y M _z	NM _y M _z V _y V _z		M _t NM _y M _z V _y V _z
pésima en cubierta	b / t ≤ (b / t) _{Máx.} Cumple	N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽³⁾	x: 5 m η = 72.7	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	x: 5 m η = 10.8	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁹⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	CUMPL E η = 72.7



Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)													Estado
	b / t	$\bar{\lambda}$	N _t	N _c	M _y	M _z	M _y M _z	V _y	V _z	N _t M _y M _z	N _c M _y M _z	NM _y M _z V _y V _z	M _t NM _y M _z V _y V _z	
Notación:														
b / t: Relación anchura / espesor														
$\bar{\lambda}$: Limitación de esbeltez														
N _t : Resistencia a tracción														
N _c : Resistencia a compresión														
M _y : Resistencia a flexión. Eje Y														
M _z : Resistencia a flexión. Eje Z														
M _y M _z : Resistencia a flexión biaxial														
V _y : Resistencia a corte Y														
V _z : Resistencia a corte Z														
N _t M _y M _z : Resistencia a tracción y flexión														
N _c M _y M _z : Resistencia a compresión y flexión														
NM _y M _z V _y V _z : Resistencia a cortante, axil y flexión														
M _t NM _y M _z V _y V _z : Resistencia a torsión combinada con axil, flexión y cortante														
x: Distancia al origen de la barra														
η : Coeficiente de aprovechamiento (%)														
N.P.: No procede														
Comprobaciones que no proceden (N.P.):														
⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión ni de tracción.														
⁽²⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.														
⁽³⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.														
⁽⁴⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.														
⁽⁵⁾ La comprobación no procede, ya que no hay flexión biaxial para ninguna combinación.														
⁽⁶⁾ La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.														
⁽⁷⁾ No hay interacción entre axil de tracción y momento flector para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.														
⁽⁸⁾ No hay interacción entre axil de compresión y momento flector para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.														
⁽⁹⁾ No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.														
⁽¹⁰⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.														

Relación anchura / espesor (CTE DB SE-A, Tabla 5.5 y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 5.2)

Se debe satisfacer:



$$h / t : \underline{30.0} \quad \checkmark$$

$$b / t : \underline{15.0} \quad \checkmark$$

Donde:

h: Altura del alma.

$$h : \underline{120.00} \text{ mm}$$

b: Ancho de las alas.

$$b : \underline{60.00} \text{ mm}$$

t: Espesor.

$$t : \underline{4.00} \text{ mm}$$

Nota: Las dimensiones no incluyen el acuerdo entre elementos.

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión ni de tracción.

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.2)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.

Resistencia a flexión. Eje Y (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.4.1)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.727} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 0.739, 80.000, 6.130, para la combinación de acciones $0.80 \cdot G1 + 0.80 \cdot G2 + 1.50 \cdot V(0^\circ)$ H1.

$M_{y,Ed}$: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{y,Ed^+} : \underline{6.04} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

$M_{y,Ed}$: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{y,Ed^-} : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

La resistencia de cálculo a flexión $M_{c,Rd}$ viene dada por:

$$M_{c,Rd} : \underline{8.31} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:



W_{eff} : Módulo resistente eficaz correspondiente a la fibra de mayor tensión.

$$W_{eff} : \underline{37.15} \text{ cm}^3$$

f_{yb} : Límite elástico del material base. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_{yb} : \underline{235.00} \text{ MPa}$$

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{Mo} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo lateral del ala superior: (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.2.4)

La comprobación a pandeo lateral no procede, ya que la longitud de pandeo lateral es nula.

Resistencia a pandeo lateral del ala inferior: (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.2.4)

La comprobación a pandeo lateral no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a flexión. Eje Z (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.4.1)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a flexión biaxial (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.4.1)

La comprobación no procede, ya que no hay flexión biaxial para ninguna combinación.

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.5)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.108} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 0.739, 80.000, 6.130, para la combinación de acciones $0.80 \cdot G1 + 0.80 \cdot G2 + 1.50 \cdot V(0^\circ)$ H1.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{7.34} \text{ kN}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{b,Rd}$ viene dado por:

$$V_{b,Rd} : \underline{68.18} \text{ kN}$$

Donde:

h_w : Altura del alma.

$$h_w : \underline{131.31} \text{ mm}$$

t: Espesor.

$$t : \underline{4.00} \text{ mm}$$



ϕ : Ángulo que forma el alma con la horizontal. ϕ : 90.0 grados
 f_{bv} : Resistencia a cortante, teniendo en cuenta el pandeo.

f_{bv} : 136.30 MPa

Siendo:

$\bar{\lambda}_w$: Esbeltez relativa del alma.

$\bar{\lambda}_w$: 0.38

Donde:

f_{yb} : Límite elástico del material base. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_{yb} : 235.00 MPa

E: Módulo de elasticidad.

E: 210000.00 MPa

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{Mo} : 1.05

Resistencia a tracción y flexión (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículos 6.1.8 y 6.3)

No hay interacción entre axil de tracción y momento flector para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a compresión y flexión (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículos 6.1.9 y 6.2.5)

No hay interacción entre axil de compresión y momento flector para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante, axil y flexión (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.10)

No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a torsión combinada con axil, flexión y cortante (CTE DB SE-A y Eurocódigo 3 EN 1993-1-3: 2006, Artículo 6.1.6)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

CORREAS LATERALES

Comprobación de resistencia

El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones.
Aprovechamiento: 44.52 %



Barra pésima en lateral

Perfil: # 20.0x7.0x16.13

Material: S235

	Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
	Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)
	0.000, 5.000, 1.500	0.000, 0.000, 1.500	5.000	20.54	967.67	185.03	519.55
Notas:							
<i>(1) Inercia respecto al eje indicado</i>							
<i>(2) Momento de inercia a torsión uniforme</i>							
	Pandeo		Pandeo lateral				
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.			
β	0.00	1.00	0.00	0.00			
L _k	0.000	5.000	0.000	0.000			
C _m	1.000	1.000	1.000	1.000			
C ₁	-		1.000				
Notación:							
β : Coeficiente de pandeo							
L _k : Longitud de pandeo (m)							
C _m : Coeficiente de momentos							
C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico							



Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado	
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N _t	N _c	M _y	M _z	V _z	V _y	M _y V _z	M _z V _y	NM _y /M _z	NM _y M _z /V _z	M _t	M _t V _z		M _t V _y
pésima en lateral	N.P. ⁽¹⁾	x: 0.833 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽³⁾	x: 2.5 m $\eta = 44.5$	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁴⁾	x: 5 m $\eta = 5.3$	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁵⁾	x: 0.833 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁹⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	N.P. ⁽¹¹⁾	CUMPLE $\eta = 44.5$



Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado
	$\bar{\lambda}$	λ_{sw}	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	M_yV_z	M_zV_y	$\frac{NM_y}{M_z}$	$\frac{NM_z}{V_z}$	M_t	M_tV_z	
<p>Notación:</p> <p>$\bar{\lambda}$: Limitación de esbeltez</p> <p>λ_{sw}: Abolladura del alma inducida por el ala comprimida</p> <p>N_t: Resistencia a tracción</p> <p>N_c: Resistencia a compresión</p> <p>M_y: Resistencia a flexión eje Y</p> <p>M_z: Resistencia a flexión eje Z</p> <p>V_z: Resistencia a corte Z</p> <p>V_y: Resistencia a corte Y</p> <p>M_yV_z: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados</p> <p>M_zV_y: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados</p> <p>$\frac{NM_y}{M_z}$: Resistencia a flexión y axil combinados</p> <p>$\frac{NM_z}{V_z}$: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados</p> <p>M_t: Resistencia a torsión</p> <p>M_tV_z: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados</p> <p>M_tV_y: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados</p> <p>x: Distancia al origen de la barra</p> <p>η: Coeficiente de aprovechamiento (%)</p> <p>N.P.: No procede</p>															
<p>Comprobaciones que no proceden (N.P.):</p> <p>⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión ni de tracción.</p> <p>⁽²⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.</p> <p>⁽³⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.</p> <p>⁽⁴⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.</p> <p>⁽⁵⁾ La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.</p> <p>⁽⁶⁾ No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</p> <p>⁽⁷⁾ No hay interacción entre axil y momento flector ni entre momentos flectores en ambas direcciones para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</p> <p>⁽⁸⁾ No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</p> <p>⁽⁹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.</p> <p>⁽¹⁰⁾ No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</p>															

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión ni de tracción.



Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$48.00 \leq 627.90 \quad \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.	h_w : <u>192.00</u> mm
t_w : Espesor del alma.	t_w : <u>4.00</u> mm
A_w : Área del alma.	A_w : <u>15.36</u> cm ²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.	$A_{fc,ef}$: <u>2.80</u> cm ²
k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.	k : <u>0.30</u>
E : Módulo de elasticidad.	E : <u>210000</u> MPa
f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.	f_{yf} : <u>235.00</u> MPa
Siendo:	

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.445} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

$$M_{Ed}^+ : \text{Momento flector solicitante de cálculo pésimo.} \quad M_{Ed}^+ : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 2.500 m del nudo 0.000, 5.000, 1.500, para la combinación de acciones $1.35 \cdot G1 + 1.35 \cdot G2 + 1.50 \cdot V(270^\circ) H1$.

$$M_{Ed}^- : \text{Momento flector solicitante de cálculo pésimo.} \quad M_{Ed}^- : \underline{12.82} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} : \underline{28.78} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$$\text{Clase} : \underline{1}$$



Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y}$: 128.61 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 223.81 MPa

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 235.00 MPa

γ_{MO} : Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{MO} : 1.05

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

η : 0.053 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 0.000, 0.000, 1.500, para la combinación de acciones 1.35*G1 + 1.35*G2 + 1.50*V(270°) H1.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 10.55 kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$V_{c,Rd}$: 198.48 kN

Donde:

A_v : Área transversal a cortante. A_v : 15.36 cm²

Siendo:

d : Altura del alma. d : 192.00 mm

t_w : Espesor del alma. t_w : 4.00 mm

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 223.81 MPa

Siendo:



f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 235.00 MPa
 γ_{MO} : Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{MO} : 1.05

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)
Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$48.00 < 70.00 \quad \checkmark$$

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma. λ_w : 48.00

$\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima. $\lambda_{m\acute{a}x}$: 70.00

ϵ : Factor de reducción. ϵ : 1.00

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia. f_{ref} : 235.00 MPa
 f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 235.00 MPa

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$6.64 \text{ kN} \leq 99.24 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.833 m del nudo 0.000, 5.000, 1.500, para la combinación de acciones $1.35 \cdot G1 + 1.35 \cdot G2 + 1.50 \cdot V(270^\circ) H1$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 6.64 kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: 198.48 kN



Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre axil y momento flector ni entre momentos flectores en ambas direcciones para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

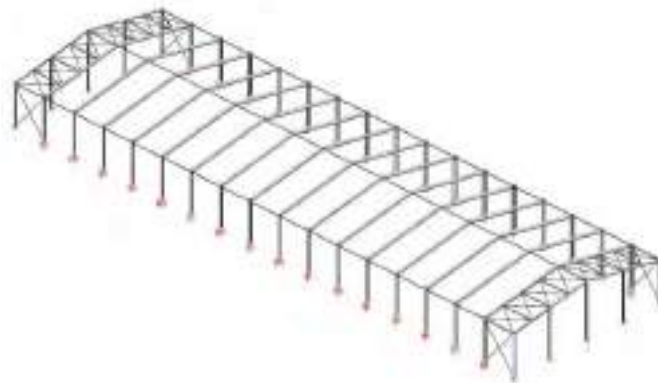
Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

PILAR EXTERIOR PÓRTICO FACHADA





Perfil: HE 260 B							
Material: Acero (S275)							
Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas				
Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)	
N86	N87	6.000	118.40	14920.00	5135.00	126.67	
Notas:							
⁽¹⁾ Inercia respecto al eje indicado							
⁽²⁾ Momento de inercia a torsión uniforme							
	Pandeo		Pandeo lateral				
	Plano XY		Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.		
	β	0.50	0.70	1.00	0.50		
	L _k	3.000	4.200	6.000	3.000		
	C _m	1.000	1.000	1.000	1.000		
	C ₁	-		1.000			
Notación:							
β: Coeficiente de pandeo							
L _k : Longitud de pandeo (m)							
C _m : Coeficiente de momentos							
C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico							
Situación de incendio							
Resistencia requerida: R 90							
Factor de forma: 91.63 m-1							
Temperatura máx. de la barra: 690.0 °C							
Placa de fibrosilicato de calcio: 12 mm							

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - TEMPERATURA AMBIENTE															Estado
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N _t	N _c	M _y	M _z	V _z	V _y	M _y V _z	M _z V _y	NM _y M _z	NM _y M _z V _y V _z	M _t	M _t V _z	M _t V _y	
N86/N87	$\bar{\lambda} < 2.0$	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$	x: 5.9 m	x: 0 m	x: 0 m	x: 0 m	x: 0 m	x: 0 m	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.5$	x: 0 m	x: 0 m	CUMPL E
	Cumple	Cumple	$\eta = 0.4$	$\eta = 1.7$	$\eta = 10.8$	$\eta = 20.3$	$\eta = 3.1$	$\eta = 1.6$			$\eta = 29.6$			$\eta = 3.1$	$\eta = 1.6$	$\eta = 29.6$

Limitación de esbeltez - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)



La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$$\bar{\lambda} : \underline{0.60} \quad \checkmark$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de Clase : 1
deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los
elementos planos comprimidos de una sección.

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y
3. $A : \underline{118.40} \text{ cm}^2$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$

N_{cr} : Axil crítico de pandeo elástico. $N_{cr} : \underline{8619.22} \text{ kN}$

El axil crítico de pandeo elástico N_{cr} es el menor de los valores
obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al
eje Y. $N_{cr,y} : \underline{17530.30} \text{ kN}$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al
eje Z. $N_{cr,z} : \underline{11825.43} \text{ kN}$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $N_{cr,T} : \underline{8619.22} \text{ kN}$

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta,
respecto al eje Y. $I_y : \underline{14920.00} \text{ cm}^4$

I_z : Momento de inercia de la sección bruta,
respecto al eje Z. $I_z : \underline{5135.00} \text{ cm}^4$

I_t : Momento de inercia a torsión uniforme. $I_t : \underline{126.67} \text{ cm}^4$

I_w : Constante de alabeo de la sección. $I_w : \underline{753700.00} \text{ cm}^6$

E: Módulo de elasticidad. $E : \underline{210000} \text{ MPa}$

G: Módulo de elasticidad transversal. $G : \underline{81000} \text{ MPa}$

L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión,
respecto al eje Y. $L_{ky} : \underline{4.200} \text{ m}$

L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión,
respecto al eje Z. $L_{kz} : \underline{3.000} \text{ m}$

L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión. $L_{kt} : \underline{6.000} \text{ m}$

i_0 : Radio de giro polar de la sección bruta,
respecto al centro de torsión. $i_0 : \underline{13.01} \text{ cm}$

Siendo:

i_y, i_z : Radios de giro de la sección
bruta, respecto a los ejes
principales de inercia Y y Z. $i_y : \underline{11.23} \text{ cm}$

$i_z : \underline{6.59} \text{ cm}$

$y_0 : \underline{0.00} \text{ mm}$



y_0 , z_0 : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

z_0 : 0.00 mm

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida - Temperatura ambiente
(Criterio de CYPE, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$22.50 \leq 167.18 \quad \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.

h_w : 225.00 mm

t_w : Espesor del alma.

t_w : 10.00 mm

A_w : Área del alma.

A_w : 22.50 cm²

$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.

$A_{fc,ef}$: 45.50 cm²

k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.

k : 0.30

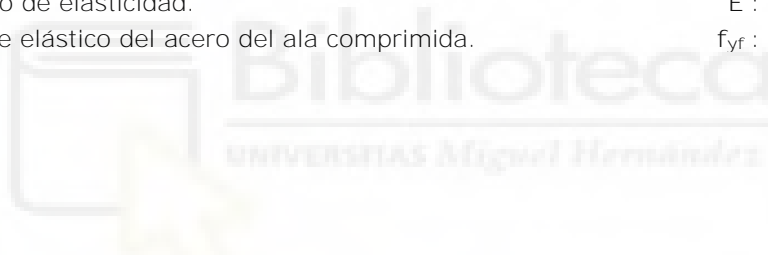
E : Módulo de elasticidad.

E : 210000 MPa

f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.

f_{yf} : 265.00 MPa

Siendo:



Resistencia a tracción - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.004} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 5.900 m del nudo N86, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(270^\circ)H1$.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$N_{t,Ed}$: 12.95 kN

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$N_{t,Rd}$: 2988.19 kN

Donde:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra.

A : 118.40 cm²

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 252.38 MPa



Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 265.00 MPa

γ_{MO} : Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{MO} : 1.05

Resistencia a compresión - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

η : 0.013 ✓

η : 0.017 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N86, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot V(0^\circ)H4 + 0.75 \cdot N(EI)$.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed}$: 39.75 kN

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$N_{c,Rd}$: 2988.19 kN

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. Clase: 1

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A: 118.40 cm²

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 252.38 MPa

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 265.00 MPa

γ_{MO} : Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{MO} : 1.05

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo $N_{b,Rd}$ en una barra comprimida viene dada por:

$N_{b,Rd}$: 2340.95 kN

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A: 118.40 cm²

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 252.38 MPa



Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 265.00 MPa

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M1} : 1.05

χ : Coeficiente de reducción por pandeo.

χ_y : 0.92

χ_z : 0.83

χ_T : 0.78

Siendo:

ϕ_y : 0.63

ϕ_z : 0.71

ϕ_T : 0.78

α : Coeficiente de imperfección elástica.

α_y : 0.34

α_z : 0.49

α_T : 0.49

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

$\bar{\lambda}_y$: 0.42

$\bar{\lambda}_z$: 0.52

$\bar{\lambda}_T$: 0.60

N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

N_{cr} : 8619.22 kN

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$N_{cr,y}$: 17530.30 kN

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$N_{cr,z}$: 11825.43 kN

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$N_{cr,T}$: 8619.22 kN

Resistencia a flexión eje Y - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

η : 0.102 ✓

η : 0.108 ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N86, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(0°)H4.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{Ed}^+ : 28.74 kN·m

Para flexión negativa:



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N86, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot V(180^\circ)H3 + 0.75 \cdot N(R)1$.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{32.90} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} : \underline{323.80} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : \underline{1283.00} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

El momento flector resistente de cálculo $M_{b,Rd}$ viene dado por:

$$M_{b,Rd}^+ : \underline{270.82} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{b,Rd}^- : \underline{305.07} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : \underline{1283.00} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

χ_{LT} : Factor de reducción por pandeo lateral.

$$\chi_{LT}^+ : \underline{0.84}$$

$$\chi_{LT}^- : \underline{0.94}$$

Siendo:

$$\phi_{LT}^+ : \underline{0.82}$$

$$\phi_{LT}^- : \underline{0.62}$$

α_{LT} : Coeficiente de imperfección elástica.

$$\alpha_{LT} : \underline{0.21}$$



$\bar{\lambda}_{LT}$: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda}_{LT}^+ : \underline{0.72}$$

$$\bar{\lambda}_{LT}^- : \underline{0.44}$$

M_{cr} : Momento crítico elástico de pandeo lateral.

$$M_{cr}^+ : \underline{649.32} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{cr}^- : \underline{1762.35} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento crítico elástico de pandeo lateral M_{cr} se determina según la teoría de la elasticidad:

Siendo:

M_{LTV} : Componente que representa la resistencia por torsión uniforme de la barra.

$$M_{LTV}^+ : \underline{550.75} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{LTV}^- : \underline{1101.51} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

M_{LTW} : Componente que representa la resistencia por torsión no uniforme de la barra.

$$M_{LTW}^+ : \underline{343.93} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{LTW}^- : \underline{1375.71} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Siendo:

$W_{el,y}$: Módulo resistente elástico de la sección bruta, obtenido para la fibra más comprimida.

$$W_{el,y} : \underline{1147.69} \text{ cm}^3$$

I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

$$I_z : \underline{5135.00} \text{ cm}^4$$

I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.

$$I_t : \underline{126.67} \text{ cm}^4$$

E: Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{210000} \text{ MPa}$$

G: Módulo de elasticidad transversal.

$$G : \underline{81000} \text{ MPa}$$

L_c^+ : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior.

$$L_c^+ : \underline{6.000} \text{ m}$$

L_c^- : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior.

$$L_c^- : \underline{3.000} \text{ m}$$

C_1 : Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.

$$C_1 : \underline{1.00}$$

$i_{f,z}$: Radio de giro, respecto al eje de menor inercia de la sección, del soporte formado por el ala comprimida y la tercera parte de la zona comprimida del alma adyacente al ala comprimida.

$$i_{f,z}^+ : \underline{7.21} \text{ cm}$$

$$i_{f,z}^- : \underline{7.21} \text{ cm}$$

Resistencia a flexión eje Z - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:



$$\eta : \underline{0.203} \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N86, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot V(0^\circ)H3 + 0.75 \cdot N(EI)$.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{30.85} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N86, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(270^\circ)H2$.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{29.77} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} : \underline{151.98} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. Clase : 1

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,z} : \underline{602.20} \text{ cm}^3$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M0} : \underline{1.05}$

Resistencia a corte Z - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.031} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N86, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(0^\circ)H4$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{16.82} \text{ kN}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} : \underline{547.15} \text{ kN}$$

Donde:



A_v : Área transversal a cortante.

A_v : 37.55 cm²

Siendo:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.

A: 118.40 cm²

b: Ancho de la sección.

b: 260.00 mm

t_f : Espesor del ala.

t_f : 17.50 mm

t_w : Espesor del alma.

t_w : 10.00 mm

r: Radio de acuerdo entre ala y alma.

r: 24.00 mm

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 252.38 MPa

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 265.00 MPa

γ_{MO} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{MO} : 1.05

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)
Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$17.70 < 65.92$ ✓

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.

λ_w : 17.70

$\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima.

$\lambda_{m\acute{a}x}$: 65.92

ϵ : Factor de reducción.

ϵ : 0.94

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.

f_{ref} : 235.00 MPa

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 265.00 MPa

Resistencia a corte Y - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

η : 0.016 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N86, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(0°)H3+0.75·N(EI).



V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 22.68 kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$V_{c,Rd}$: 1397.38 kN

Donde:

A_v : Área transversal a cortante. A_v : 95.90 cm²

Siendo:

A: Área de la sección bruta. A : 118.40 cm²

d: Altura del alma. d : 225.00 mm

t_w : Espesor del alma. t_w : 10.00 mm

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 252.38 MPa

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 265.00 MPa

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{Mo} : 1.05

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$16.82 \text{ kN} \leq 273.57 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(0^\circ)H4$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 16.82 kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: 547.15 kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$22.68 \text{ kN} \leq 698.69 \text{ kN} \quad \checkmark$$



Los esfuerzos solicitantes de cálculo p^{ésimos} se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(0°)H3+0.75·N(EI).

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo p^{ésimo}. V_{Ed} : 22.68 kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: 1397.38 kN

Resistencia a flexión y axil combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.279} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.215} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.296} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo p^{ésimos} se producen en el nudo N86, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(0°)H3+0.75·N(R)2.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo p^{ésimo}. $N_{c,Ed}$: 20.44 kN

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo p^{ésimos}, según los ejes Y y Z, respectivamente. M_{y,Ed^+} : 23.74 kN·m

M_{z,Ed^+} : 30.27 kN·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. Clase: 1

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. $N_{pl,Rd}$: 2988.19 kN

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente. $M_{pl,Rd,y}$: 323.80 kN·m

$M_{pl,Rd,z}$: 151.98 kN·m

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta. A: 118.40 cm²

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente. $W_{pl,y}$: 1283.00 cm³

$W_{pl,z}$: 602.20 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 252.38 MPa



Siendo:

$$f_y: \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad f_y: \underline{265.00} \text{ MPa}$$

$$\gamma_{M1}: \text{Coeficiente parcial de seguridad del material.} \quad \gamma_{M1}: \underline{1.05}$$

$k_y, k_z, k_{y,LT}$: Coeficientes de interacción.

$$k_y: \underline{1.00}$$

$$k_z: \underline{1.00}$$

$$k_{y,LT}: \underline{1.00}$$

$C_{m,y}, C_{m,z}, C_{m,LT}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

$$C_{m,y}: \underline{1.00}$$

$$C_{m,z}: \underline{1.00}$$

$$C_{m,LT}: \underline{1.00}$$

χ_y, χ_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\chi_y: \underline{0.92}$$

$$\chi_z: \underline{0.83}$$

χ_{LT} : Coeficiente de reducción por pandeo lateral.

$$\chi_{LT}: \underline{0.84}$$

$\bar{\lambda}_y, \bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\bar{\lambda}_y: \underline{0.42}$$

$$\bar{\lambda}_z: \underline{0.52}$$

α_y, α_z : Factores dependientes de la clase de la sección.

$$\alpha_y: \underline{0.60}$$

$$\alpha_z: \underline{0.60}$$

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(0^\circ)H4$.

$$16.82 \text{ kN} \leq 273.47 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed,z}: \underline{16.82} \text{ kN}$$

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd,z}: \underline{546.93} \text{ kN}$$

Resistencia a torsión - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)



Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.005} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot V(270^\circ)H2 + 0.75 \cdot N(EI)$.

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed} : \underline{0.05} \text{ kN}\cdot\text{m}$

El momento torsor resistente de cálculo $M_{T,Rd}$ viene dado por:

$$M_{T,Rd} : \underline{10.55} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

W_T : Módulo de resistencia a torsión. $W_T : \underline{72.38} \text{ cm}^3$
 f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$
 γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M0} : \underline{1.05}$

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.031} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N86, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(0^\circ)H4$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : \underline{16.82} \text{ kN}$

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed} : \underline{0.01} \text{ kN}\cdot\text{m}$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{546.93} \text{ kN}$$

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{pl,Rd} : \underline{547.15} \text{ kN}$
 $\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. $\tau_{T,Ed} : \underline{0.15} \text{ MPa}$



Siendo:
 W_T : Módulo de resistencia a torsión. $W_T : \underline{72.38} \text{ cm}^3$
 f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$

Siendo:
 f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$
 γ_{MO} : Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{MO} : \underline{1.05}$

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.016} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N86, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot V(0^\circ)H3 + 0.75 \cdot N(EI)$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : \underline{22.68} \text{ kN}$

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed} : \underline{0.02} \text{ kN}\cdot\text{m}$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{1396.15} \text{ kN}$$

Donde:

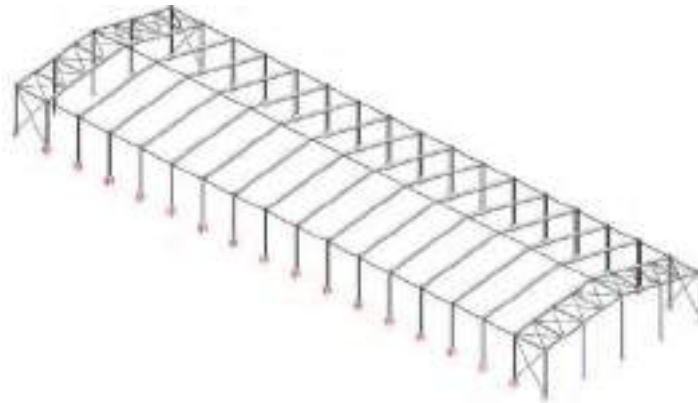
$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{pl,Rd} : \underline{1397.38} \text{ kN}$

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. $\tau_{T,Ed} : \underline{0.32} \text{ MPa}$

Siendo:
 W_T : Módulo de resistencia a torsión. $W_T : \underline{72.38} \text{ cm}^3$
 f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$

Siendo:
 f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$
 γ_{MO} : Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{MO} : \underline{1.05}$

PILAR HASTIAL IZQUIERDO PÓRTICO FACHADA



Perfil: HE 260 B

Material: Acero (S275)

Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)
N94	N95	7.102	118.40	14920.00	5135.00	126.67
Notas:						
<i>⁽¹⁾ Inercia respecto al eje indicado</i>						
<i>⁽²⁾ Momento de inercia a torsión uniforme</i>						
	Pandeo		Pandeo lateral			
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.		
β	0.70	0.70	0.00	0.00		
L _K	4.971	4.971	0.000	0.000		
C _m	1.000	1.000	1.000	1.000		
C ₁	-		1.000			
Notación:						
<i>β: Coeficiente de pandeo</i>						
<i>L_K: Longitud de pandeo (m)</i>						
<i>C_m: Coeficiente de momentos</i>						
<i>C₁: Factor de modificación para el momento crítico</i>						
Situación de incendio						
Resistencia requerida: R 90						
Factor de forma: 91.63 m ⁻¹						
Temperatura máx. de la barra: 690.0 °C						
Placa de fibrosilicato de calcio: 12 mm						



Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - TEMPERATURA AMBIENTE													Estado		
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	$M_y V_z$	$M_z V_y$	$N M_y M_z$	$N M_y M_z V_z$	M_t		$M_t V_z$	$M_t V_y$
N94/N95	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$x: 0.349$ m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$x: 6.979$ m $\eta = 0.6$	$x: 0$ m $\eta = 2.6$	$x: 3.49$ m $\eta = 19.5$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	$x: 0$ m $\eta = 6.6$	$V_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽²⁾	$x: 0.349$ m $\eta < 0.1$	 N.P. ⁽³⁾	$x: 3.49$ m $\eta = 20.3$	$x: 0.349$ m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	 N.P. ⁽⁵⁾	 N.P. ⁽⁵⁾	CUMPLE $\eta = 20.3$

Comprobaciones que no proceden (N.P.):

⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

⁽²⁾ La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

⁽³⁾ No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

⁽⁴⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

⁽⁵⁾ No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Limitación de esbeltez - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.



$\bar{\lambda}$: 0.85 ✓

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. Clase: 1

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. A: 118.40 cm²

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 265.00 MPa

N_{cr} : Axil crítico de pandeo elástico. N_{cr} : 4306.28 kN

El axil crítico de pandeo elástico N_{cr} es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $N_{cr,y}$: 12512.11 kN

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $N_{cr,z}$: 4306.28 kN

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $N_{cr,t}$: ∞



Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.	I_y : <u>14920.00</u> cm ⁴
I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.	I_z : <u>5135.00</u> cm ⁴
I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.	I_t : <u>126.67</u> cm ⁴
I_w : Constante de alabeo de la sección.	I_w : <u>753700.00</u> cm ⁶
E: Módulo de elasticidad.	E: <u>210000</u> MPa
G: Módulo de elasticidad transversal.	G: <u>81000</u> MPa
L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.	L_{ky} : <u>4.971</u> m
L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.	L_{kz} : <u>4.971</u> m
L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.	L_{kt} : <u>0.000</u> m
i_o : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.	i_o : <u>13.01</u> cm

Siendo:

i_y, i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.	i_y : <u>11.23</u> cm
	i_z : <u>6.59</u> cm
y_o, z_o : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.	y_o : <u>0.00</u> mm
	z_o : <u>0.00</u> mm

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida - Temperatura ambiente
(Criterio de CYPE, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$22.50 \leq 167.18 \quad \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.	h_w : <u>225.00</u> mm
t_w : Espesor del alma.	t_w : <u>10.00</u> mm
A_w : Área del alma.	A_w : <u>22.50</u> cm ²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.	$A_{fc,ef}$: <u>45.50</u> cm ²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección.	k: <u>0.30</u>
E: Módulo de elasticidad.	E: <u>210000</u> MPa
f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.	f_{yf} : <u>265.00</u> MPa

Siendo:

Resistencia a tracción - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)



Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.006} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 6.979 m del nudo N94, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(270°)H1.

$$N_{t,Ed} : \text{Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.} \quad N_{t,Ed} : \underline{17.78} \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$$N_{t,Rd} : \underline{2988.19} \text{ kN}$$

Donde:

$$\begin{aligned} A : \text{Área bruta de la sección transversal de la barra.} & \quad A : \underline{118.40} \text{ cm}^2 \\ f_{yd} : \text{Resistencia de cálculo del acero.} & \quad f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa} \end{aligned}$$

Siendo:

$$\begin{aligned} f_y : \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} & \quad f_y : \underline{265.00} \text{ MPa} \\ \gamma_{MO} : \text{Coeficiente parcial de seguridad del material.} & \quad \gamma_{MO} : \underline{1.05} \end{aligned}$$

Resistencia a compresión - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.016} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.026} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N94, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(0°)H4+0.75·N(R)2.

$$N_{c,Ed} : \text{Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.} \quad N_{c,Ed} : \underline{48.26} \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$$N_{c,Rd} : \underline{2988.19} \text{ kN}$$

Donde:

$$\text{Clase : } \underline{1}$$



Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{118.40} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo $N_{b,Rd}$ en una barra comprimida viene dada por:

$$N_{b,Rd} : \underline{1878.33} \text{ kN}$$

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{118.40} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

χ : Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi_y : \underline{0.88}$$

$$\chi_z : \underline{0.63}$$

Siendo:

$$\phi_y : \underline{0.68}$$

$$\phi_z : \underline{1.02}$$

α : Coeficiente de imperfección elástica.

$$\alpha_y : \underline{0.34}$$

$$\alpha_z : \underline{0.49}$$

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.50}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{0.85}$$

N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

$$N_{cr} : \underline{4306.28} \text{ kN}$$

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$N_{cr,y} : \underline{12512.11} \text{ kN}$$

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$N_{cr,z} : \underline{4306.28} \text{ kN}$$

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \underline{\infty}$$



Resistencia a flexión eje Y - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.195} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 3.490 m del nudo N94, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(0°)H1.

$$M_{Ed}^+ : \text{Momento flector solicitante de cálculo pésimo.} \quad M_{Ed}^+ : \underline{58.56} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 3.490 m del nudo N94, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(270°)H2.

$$M_{Ed}^- : \text{Momento flector solicitante de cálculo pésimo.} \quad M_{Ed}^- : \underline{63.15} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} : \underline{323.80} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. Clase : 1

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y} : \underline{1283.00} \text{ cm}^3$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$

γ_{MO} : Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{MO} : \underline{1.05}$

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a corte Z - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:



$$\eta : \underline{0.066} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N94, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(270^\circ)H2$.

$$V_{Ed} : \text{Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.} \quad V_{Ed} : \underline{36.29} \text{ kN}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} : \underline{547.15} \text{ kN}$$

Donde:

$$A_v : \text{Área transversal a cortante.} \quad A_v : \underline{37.55} \text{ cm}^2$$

Siendo:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.	$A : \underline{118.40} \text{ cm}^2$
b: Ancho de la sección.	$b : \underline{260.00} \text{ mm}$
t_f : Espesor del ala.	$t_f : \underline{17.50} \text{ mm}$
t_w : Espesor del alma.	$t_w : \underline{10.00} \text{ mm}$
r: Radio de acuerdo entre ala y alma.	$r : \underline{24.00} \text{ mm}$

$$f_{yd} : \text{Resistencia de cálculo del acero.} \quad f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$
γ_{MO} : Coeficiente parcial de seguridad del material.	$\gamma_{MO} : \underline{1.05}$

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)
Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$17.70 < 65.92 \quad \checkmark$$

Donde:

$$\lambda_w : \text{Esbeltez del alma.} \quad \lambda_w : \underline{17.70}$$

$$\lambda_{m\acute{a}x} : \text{Esbeltez máxima.} \quad \lambda_{m\acute{a}x} : \underline{65.92}$$

$$\epsilon : \text{Factor de reducción.} \quad \epsilon : \underline{0.94}$$

Siendo:

$$f_{ref} : \text{Límite elástico de referencia.} \quad f_{ref} : \underline{235.00} \text{ MPa}$$



f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 265.00 MPa

Resistencia a corte Y - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$32.65 \text{ kN} \leq 273.57 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.349 m del nudo N94, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(270°)H2.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 32.65 kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{c,Rd}$: 547.15 kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a flexión y axil combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.201} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.203} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.128} \quad \checkmark$$



Los esfuerzos solicitantes de cálculo p \acute{e} simos se producen en un punto situado a una distancia de 3.490 m del nudo N94, para la combinaci3n de acciones 1.35·PP+1.5·V(270°)H2+0.75·N(R)2.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresi3n solicitante de c3lculo p \acute{e} simo.	$N_{c,Ed} :$ <u>19.32</u> kN
$M_{y,Ed}, M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de c3lculo p \acute{e} simos, seg \acute{u} n los ejes Y y Z, respectivamente.	$M_{y,Ed}^- :$ <u>63.15</u> kN·m $M_{z,Ed}^+ :$ <u>0.00</u> kN·m
Clase: Clase de la secci3n, seg \acute{u} n la capacidad de deformaci3n y de desarrollo de la resistencia pl3stica de sus elementos planos, para axil y flexi3n simple.	Clase : <u>1</u>
$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresi3n de la secci3n bruta.	$N_{pl,Rd} :$ <u>2988.19</u> kN
$M_{pl,Rd,y}, M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexi3n de la secci3n bruta en condiciones pl3sticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.	$M_{pl,Rd,y} :$ <u>323.80</u> kN·m $M_{pl,Rd,z} :$ <u>151.98</u> kN·m

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Art3culo 6.3.4.2)

A: 3rea de la secci3n bruta.	A : <u>118.40</u> cm ²
$W_{pl,y}, W_{pl,z}$: M3dulos resistentes pl3sticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.	$W_{pl,y} :$ <u>1283.00</u> cm ³ $W_{pl,z} :$ <u>602.20</u> cm ³
f_{yd} : Resistencia de c3lculo del acero.	$f_{yd} :$ <u>252.38</u> MPa

Siendo:

f_y : L3mite el3stico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	$f_y :$ <u>265.00</u> MPa
γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.	$\gamma_{M1} :$ <u>1.05</u>

k_y, k_z : Coeficientes de interacci3n.

$$k_y : \underline{1.00}$$

$$k_z : \underline{1.01}$$

$C_{m,y}, C_{m,z}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

$$C_{m,y} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,z} : \underline{1.00}$$

χ_y, χ_z : Coeficientes de reducci3n por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\chi_y : \underline{0.88}$$

$$\chi_z : \underline{0.63}$$

$\bar{\lambda}_y, \bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relaci3n a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.50}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{0.85}$$

α_y, α_z : Factores dependientes de la clase de la secci3n.

$$\alpha_y : \underline{0.60}$$

$$\alpha_z : \underline{0.60}$$

Resistencia a flexi3n, axil y cortante combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Art3culo 6.2.8)



No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.349 m del nudo N94, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(270^\circ)H2$.

$$32.65 \text{ kN} \leq 273.57 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed,z} : \frac{32.65}{\quad} \text{ kN}$$

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd,z} : \frac{547.15}{\quad} \text{ kN}$$

Resistencia a torsión - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

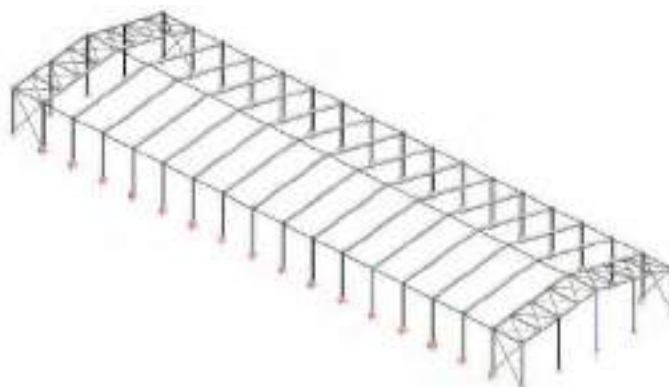
Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

PILAR HASTIAL CENTRAL PÓRTICO FACHADA





Perfil: HE 260 B						
Material: Acero (S275)						
Nudos	Longitud	Características mecánicas				
		Área	$I_y^{(1)}$	$I_z^{(1)}$	$I_t^{(2)}$	
Inicial	Final	(m)	(cm ²)	(cm ⁴)	(cm ⁴)	(cm ⁴)
N93	N90	8.204	118.40	14920.00	5135.00	126.67
Notas:						
<i>(1) Inercia respecto al eje indicado</i>						
<i>(2) Momento de inercia a torsión uniforme</i>						
	Pandeo		Pandeo lateral			
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.		
β	0.70	0.70	0.00	0.00		
L_k	5.743	5.743	0.000	0.000		
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000		
C_1	-		1.000			
Notación:						
β : Coeficiente de pandeo						
L_k : Longitud de pandeo (m)						
C_m : Coeficiente de momentos						
C_1 : Factor de modificación para el momento crítico						
Situación de incendio						
Resistencia requerida: R 90						
Factor de forma: 91.63 m-1						
Temperatura máx. de la barra: 690.0 °C						
Placa de fibrosilicato de calcio: 12 mm						

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - TEMPERATURA AMBIENTE															Estado
	$\bar{\lambda}$	$\lambda_{w,0}$	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	$M_y V_z$	$M_z V_y$	$N M_y M_z$	$N M_y M_z V_y$	M_t	$M_y V_z$	$M_z V_y$	
N93/N90	$\bar{\lambda} < 2.0$	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$	x: 8.204 m	x: 0 m	x: 4.102 m	$M_{Ed} = 0.00$	x: 0 m	$V_{Ed} = 0.00$	x: 0.41 m	N.P. (3)	x: 4.102 m	x: 0.41 m	$M_{Ed} = 0.00$	N.P. (5)	N.P. (5)	CUMPLE
	Cumple	Cumple	$\eta = 1.0$	$\eta = 3.8$	$\eta = 26.8$	N.P. (1)	$\eta = 7.8$	N.P. (2)	$\eta < 0.1$		$\eta = 27.7$	$\eta < 0.1$	N.P. (4)			$\eta = 27.7$



Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - TEMPERATURA AMBIENTE																Estado
	$\bar{\lambda}$	λ_{sw}	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	$M_y V_z$	$M_z V_y$	$N M_y M_z$	$N M_y M_z V_y$	$N M_z M_y V_z$	M_t	$M_y V_z$	$M_z V_y$	
Comprobaciones que no proceden (N.P.):																	
⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.																	
⁽²⁾ La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.																	
⁽³⁾ No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.																	
⁽⁴⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.																	
⁽⁵⁾ No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.																	

Limitación de esbeltez - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$$\bar{\lambda} : \underline{0.99} \quad \checkmark$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de Clase : 1
deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. $A : \underline{118.40} \text{ cm}^2$
 f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$
 N_{cr} : Axil crítico de pandeo elástico. $N_{cr} : \underline{3227.10} \text{ kN}$

El axil crítico de pandeo elástico N_{cr} es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $N_{cr,y} : \underline{9376.49} \text{ kN}$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $N_{cr,z} : \underline{3227.10} \text{ kN}$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $N_{cr,T} : \underline{\infty}$

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. $I_y : \underline{14920.00} \text{ cm}^4$

I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. $I_z : \underline{5135.00} \text{ cm}^4$

I_t : Momento de inercia a torsión uniforme. $I_t : \underline{126.67} \text{ cm}^4$

I_w : Constante de alabeo de la sección. $I_w : \underline{753700.00} \text{ cm}^6$



E: Módulo de elasticidad.	E : $\frac{210000}{}$ MPa
G: Módulo de elasticidad transversal.	G : $\frac{81000}{}$ MPa
L _{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.	L _{ky} : $\frac{5.743}{}$ m
L _{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.	L _{kz} : $\frac{5.743}{}$ m
L _{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.	L _{kt} : $\frac{0.000}{}$ m
i _o : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.	i _o : $\frac{13.01}{}$ cm

Siendo:

i _y , i _z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.	i _y : $\frac{11.23}{}$ cm
	i _z : $\frac{6.59}{}$ cm
y _o , z _o : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.	y _o : $\frac{0.00}{}$ mm
	z _o : $\frac{0.00}{}$ mm

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida - Temperatura ambiente
(Criterio de CYPE, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$22.50 \leq 167.18 \quad \checkmark$$

Donde:

h _w : Altura del alma.	h _w : $\frac{225.00}{}$ mm
t _w : Espesor del alma.	t _w : $\frac{10.00}{}$ mm
A _w : Área del alma.	A _w : $\frac{22.50}{}$ cm ²
A _{fc,ef} : Área reducida del ala comprimida.	A _{fc,ef} : $\frac{45.50}{}$ cm ²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección.	k : $\frac{0.30}{}$
E: Módulo de elasticidad.	E : $\frac{210000}{}$ MPa
f _{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.	f _{yf} : $\frac{265.00}{}$ MPa

Siendo:

Resistencia a tracción - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \frac{0.010}{} \quad \checkmark$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N90,
para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(270°)H1.

$$N_{t,Ed}: \text{Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.} \quad N_{t,Ed}: \underline{28.98} \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$$N_{t,Rd}: \underline{2988.19} \text{ kN}$$

Donde:

$$\begin{aligned} A: & \text{Área bruta de la sección transversal de la barra.} & A: & \underline{118.40} \text{ cm}^2 \\ f_{yd}: & \text{Resistencia de cálculo del acero.} & f_{yd}: & \underline{252.38} \text{ MPa} \end{aligned}$$

Siendo:

$$\begin{aligned} f_y: & \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} & f_y: & \underline{265.00} \text{ MPa} \\ \gamma_{MO}: & \text{Coeficiente parcial de seguridad del material.} & \gamma_{MO}: & \underline{1.05} \end{aligned}$$

Resistencia a compresión - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:


$$\begin{aligned} \eta: & \underline{0.021} \quad \checkmark \\ \eta: & \underline{0.038} \quad \checkmark \end{aligned}$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N93,
para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(0°)H4+0.75·N(EI).

$$N_{c,Ed}: \text{Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.} \quad N_{c,Ed}: \underline{62.19} \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$$N_{c,Rd}: \underline{2988.19} \text{ kN}$$

Donde:

$$\begin{aligned} \text{Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los} & \text{Clase: } \underline{1} \\ \text{elementos planos comprimidos de una sección.} & \\ A: & \text{Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.} & A: & \underline{118.40} \text{ cm}^2 \\ f_{yd}: & \text{Resistencia de cálculo del acero.} & f_{yd}: & \underline{252.38} \text{ MPa} \end{aligned}$$

Siendo:



$$f_y: \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$
$$\gamma_{M0}: \text{Coeficiente parcial de seguridad del material.} \quad \gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo $N_{b,Rd}$ en una barra comprimida viene dada por:

$$N_{b,Rd} : \underline{1637.78} \text{ kN}$$

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{118.40} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

χ : Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi_y : \underline{0.85}$$

Siendo:

$$\chi_z : \underline{0.55}$$

$$\phi_y : \underline{0.73}$$

$$\phi_z : \underline{1.18}$$

α : Coeficiente de imperfección elástica.

$$\alpha_y : \underline{0.34}$$

$$\alpha_z : \underline{0.49}$$

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.58}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{0.99}$$

N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

$$N_{cr} : \underline{3227.10} \text{ kN}$$

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$N_{cr,y} : \underline{9376.49} \text{ kN}$$

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$N_{cr,z} : \underline{3227.10} \text{ kN}$$

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \underline{\infty}$$

Resistencia a flexión eje Y - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.268} \quad \checkmark$$



Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 4.102 m del nudo N93, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(180°)H1.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo. $M_{Ed}^+ : \underline{76.00}$ kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 4.102 m del nudo N93, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(270°)H2.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo. $M_{Ed}^- : \underline{86.69}$ kN·m

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$M_{c,Rd} : \underline{323.80}$ kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. Clase: 1

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y} : \underline{1283.00}$ cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : \underline{252.38}$ MPa

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : \underline{265.00}$ MPa

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{Mo} : \underline{1.05}$

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a corte Z - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$\eta : \underline{0.078}$ ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N93, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(270°)H2.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : \underline{42.53}$ kN



El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} : \underline{547.15} \text{ kN}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{37.55} \text{ cm}^2$$

Siendo:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{118.40} \text{ cm}^2$$

b: Ancho de la sección.

$$b : \underline{260.00} \text{ mm}$$

t_f : Espesor del ala.

$$t_f : \underline{17.50} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{10.00} \text{ mm}$$

r: Radio de acuerdo entre ala y alma.

$$r : \underline{24.00} \text{ mm}$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

γ_{MO} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{MO} : \underline{1.05}$$

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)
Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$17.70 < 65.92 \quad \checkmark$$

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.

$$\lambda_w : \underline{17.70}$$

$\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima.

$$\lambda_{m\acute{a}x} : \underline{65.92}$$

ϵ : Factor de reducción.

$$\epsilon : \underline{0.94}$$

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.

$$f_{ref} : \underline{235.00} \text{ MPa}$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

Resistencia a corte Y - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.



Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$38.25 \text{ kN} \leq 273.57 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.410 m del nudo N93, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(270^\circ)H2$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : \underline{38.25} \text{ kN}$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd} : \underline{547.15} \text{ kN}$

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a flexión y axil combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.275} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.277} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.175} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 4.102 m del nudo N93, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot V(270^\circ)H2 + 0.75 \cdot N(EI)$.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed} : \underline{22.16} \text{ kN}$
 $M_{y,Ed}, M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. $M_{y,Ed^-} : \underline{86.69} \text{ kN}\cdot\text{m}$
 $M_{z,Ed^+} : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$
Clase : $\underline{1}$



Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta.

$$N_{pl,Rd} : \underline{2988.19 \text{ kN}}$$

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{pl,Rd,y} : \underline{323.80 \text{ kN}\cdot\text{m}}$$

$$M_{pl,Rd,z} : \underline{151.98 \text{ kN}\cdot\text{m}}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta.

$$A : \underline{118.40 \text{ cm}^2}$$

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$W_{pl,y} : \underline{1283.00 \text{ cm}^3}$$

$$W_{pl,z} : \underline{602.20 \text{ cm}^3}$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{252.38 \text{ MPa}}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{265.00 \text{ MPa}}$$

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

k_y , k_z : Coeficientes de interacción.

$$k_y : \underline{1.00}$$

$$k_z : \underline{1.02}$$

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

$$C_{m,y} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,z} : \underline{1.00}$$

χ_y , χ_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\chi_y : \underline{0.85}$$

$$\chi_z : \underline{0.55}$$

$\bar{\lambda}_y$, $\bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.58}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{0.99}$$

α_y , α_z : Factores dependientes de la clase de la sección.

$$\alpha_y : \underline{0.60}$$

$$\alpha_z : \underline{0.60}$$

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.410 m del nudo N93, para la combinación de acciones $0.8\cdot PP + 1.5\cdot V(270^\circ)H2$.

$$38.25 \text{ kN} \leq 273.57 \text{ kN} \quad \checkmark$$



Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed,z} : \frac{38.25}{\quad} \text{ kN}$$

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd,z} : \frac{547.15}{\quad} \text{ kN}$$

Resistencia a torsión - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

BASTIDOR DE VIGA CONTRAVIENTO





Perfil: I PE 200						
Material: Acero (S275)						
Nudos	Longitud	Características mecánicas				
		Área	$I_y^{(1)}$	$I_z^{(1)}$	$I_t^{(2)}$	
Inicial	Final	(m)	(cm ²)	(cm ⁴)	(cm ⁴)	(cm ⁴)
N103	N95	5.000	28.50	1943.00	142.00	6.92
<p>Notas:</p> <p>⁽¹⁾ Inercia respecto al eje indicado</p> <p>⁽²⁾ Momento de inercia a torsión uniforme</p>						
	Pandeo		Pandeo lateral			
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.		
β	0.00	1.00	0.00	0.00		
L_k	0.000	5.000	0.000	0.000		
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000		
C_1	-		1.000			
<p>Notación:</p> <p>β: Coeficiente de pandeo</p> <p>L_k: Longitud de pandeo (m)</p> <p>C_m: Coeficiente de momentos</p> <p>C_1: Factor de modificación para el momento crítico</p>						
Situación de incendio						
Resistencia requerida: R 90						
Factor de forma: 220.20 m ⁻¹						
Temperatura máx. de la barra: 697.5 °C						
Placa de fibrosilicato de calcio: 22 mm						

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - TEMPERATURA AMBIENTE														Estado	
	$\bar{\lambda}$	λ_{w1}	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	$M_y V_z$	$M_z V_y$	$N M_y M_z$	$N M_y M_z V_y$	M_t	$M_y V_z$		$M_z V_y$
N103/N95	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	x: 0.313 m $\lambda_{w1} \leq \lambda_{w1,max}$ Cumple	$\eta = 0.6$	$\eta = 5.0$	x: 2.5 m $\eta = 1.6$	x: 2.5 m $\eta = 1.4$	x: 0 m $\eta = 0.3$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0.313 m $\eta < 0.1$	x: 0.313 m $\eta < 0.1$	x: 2.5 m $\eta = 7.5$	x: 0.313 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽¹⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾ $\eta = 7.5$	CUMPLE
<p>Comprobaciones que no proceden (N.P.):</p> <p>⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.</p> <p>⁽²⁾ No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.</p>																



Limitación de esbeltez - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$$\bar{\lambda} : \underline{0.70} \quad \checkmark$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. Clase : 1

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. A : 28.50 cm²

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 275.00 MPa

N_{cr} : Axil crítico de pandeo elástico. N_{cr} : 1610.84 kN

El axil crítico de pandeo elástico N_{cr} es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $N_{cr,y}$: 1610.84 kN

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $N_{cr,z}$: ∞

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $N_{cr,T}$: ∞

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. I_y : 1943.00 cm⁴

I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. I_z : 142.00 cm⁴

I_t : Momento de inercia a torsión uniforme. I_t : 6.92 cm⁴

I_w : Constante de alabeo de la sección. I_w : 13000.00 cm⁶

E: Módulo de elasticidad. E : 210000 MPa

G: Módulo de elasticidad transversal. G : 81000 MPa

L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. L_{ky} : 5.000 m

L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. L_{kz} : 0.000 m

L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión. L_{kt} : 0.000 m

i_o : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. i_o : 8.55 cm

Siendo:



i_y , i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.	i_y : <u>8.26</u> cm
	i_z : <u>2.23</u> cm
y_0 , z_0 : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.	y_0 : <u>0.00</u> mm
	z_0 : <u>0.00</u> mm

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida - Temperatura ambiente
(Criterio de CYPE, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$32.68 \leq 251.55 \quad \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.	h_w : <u>183.00</u> mm
t_w : Espesor del alma.	t_w : <u>5.60</u> mm
A_w : Área del alma.	A_w : <u>10.25</u> cm ²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.	$A_{fc,ef}$: <u>8.50</u> cm ²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección.	k : <u>0.30</u>
E: Módulo de elasticidad.	E : <u>210000</u> MPa
f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.	f_{yf} : <u>275.00</u> MPa

Siendo:

Resistencia a tracción - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta : 0.006 \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(0°)H3.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo. $N_{t,Ed}$: 4.67 kN

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$$N_{t,Rd} : 746.43 \text{ kN}$$

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.	A : <u>28.50</u> cm ²
f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.	f_{yd} : <u>261.90</u> MPa



Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 275.00 MPa
 γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.05

Resistencia a compresión - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

η : 0.043 ✓

η : 0.050 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(270°)H2.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed}$: 31.95 kN

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$N_{c,Rd}$: 746.43 kN

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de Clase: 1
deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los
elementos planos comprimidos de una sección.

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1,
2 y 3.

A: 28.50 cm²

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 261.90 MPa

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 275.00 MPa
 γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del
material. γ_{M0} : 1.05

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo $N_{b,Rd}$ en una barra comprimida
viene dada por:

$N_{b,Rd}$: 633.64 kN

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1,
2 y 3.

A: 28.50 cm²



f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 261.90 MPa

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 275.00 MPa

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M1} : 1.05

χ : Coeficiente de reducción por pandeo.

χ_y : 0.85

Siendo:

ϕ_y : 0.80

α : Coeficiente de imperfección elástica. α_y : 0.21

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

$\bar{\lambda}_y$: 0.70

N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

N_{cr} : 1610.84 kN

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$N_{cr,y}$: 1610.84 kN

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$N_{cr,z}$: ∞

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$N_{cr,T}$: ∞

Resistencia a flexión eje Y - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

η : 0.016 ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 2.500 m del nudo N103, para la combinación de acciones 1.35·PP.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{Ed}^+ : 0.91 kN·m

Para flexión negativa:

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{Ed}^- : 0.00 kN·m

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$M_{c,Rd}$: 57.88 kN·m

Donde:



Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. Clase : 1

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y}$: 221.00 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 261.90 MPa

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 275.00 MPa

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{Mo} : 1.05

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

η : 0.014 ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 2.500 m del nudo N103, para la combinación de acciones 1.35·PP.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^+ : 0.16 kN·m

Para flexión negativa:

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^- : 0.00 kN·m

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$M_{c,Rd}$: 11.68 kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. Clase : 1

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,z}$: 44.60 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 261.90 MPa

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 275.00 MPa

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{Mo} : 1.05



Resistencia a corte Z - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.003} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N103, para la combinación de acciones 1.35·PP.

$$V_{Ed} : \text{Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.} \quad V_{Ed} : \underline{0.73} \text{ kN}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} : \underline{211.94} \text{ kN}$$

Donde:

$$A_v : \text{Área transversal a cortante.} \quad A_v : \underline{14.02} \text{ cm}^2$$

Siendo:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.	A : <u>28.50</u> cm ²
b: Ancho de la sección.	b : <u>100.00</u> mm
t _f : Espesor del ala.	t _f : <u>8.50</u> mm
t _w : Espesor del alma.	t _w : <u>5.60</u> mm
r: Radio de acuerdo entre ala y alma.	r : <u>12.00</u> mm

$$f_{yd} : \text{Resistencia de cálculo del acero.} \quad f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

f _y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f _y : <u>275.00</u> MPa
γ _{MO} : Coeficiente parcial de seguridad del material.	γ _{MO} : <u>1.05</u>

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$28.39 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

$$\lambda_w : \text{Esbeltez del alma.} \quad \lambda_w : \underline{28.39}$$

$$\lambda_{m\acute{a}x} : \text{Esbeltez máxima.} \quad \lambda_{m\acute{a}x} : \underline{64.71}$$



ϵ : Factor de reducción.

ϵ : 0.92

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.

f_{ref} : 235.00 MPa

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 275.00 MPa

Resistencia a corte Y - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$\eta < \underline{0.001}$ ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N103, para la combinación de acciones 1.35·PP.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 0.13 kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$V_{c,Rd}$: 275.99 kN

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

A_v : 18.25 cm²

Siendo:

A: Área de la sección bruta.

A: 28.50 cm²

d: Altura del alma.

d: 183.00 mm

t_w : Espesor del alma.

t_w : 5.60 mm

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 261.90 MPa

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 275.00 MPa

γ_{MO} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{MO} : 1.05

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.



$$0.64 \text{ kN} \leq 105.97 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo p \acute{e} simos se producen en un punto situado a una distancia de 0.313 m del nudo N103, para la combinaci3n de acciones 1.35·PP.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de c \acute{a} lculo p \acute{e} simo. V_{Ed} : 0.64 kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de c \acute{a} lculo. $V_{c,Rd}$: 211.94 kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Art \acute{i} culo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de c \acute{a} lculo a flexi3n, ya que el esfuerzo cortante solicitante de c \acute{a} lculo p \acute{e} simo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de c \acute{a} lculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$0.11 \text{ kN} \leq 137.99 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de c \acute{a} lculo p \acute{e} simos se producen en un punto situado a una distancia de 0.313 m del nudo N103, para la combinaci3n de acciones 1.35·PP.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de c \acute{a} lculo p \acute{e} simo. V_{Ed} : 0.11 kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de c \acute{a} lculo. $V_{c,Rd}$: 275.99 kN

Resistencia a flexi3n y axil combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Art \acute{i} culo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.072} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.075} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.066} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de c \acute{a} lculo p \acute{e} simos se producen en un punto situado a una distancia de 2.500 m del nudo N103, para la combinaci3n de acciones 1.35·PP+1.5·V(270°)H2.



Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.	$N_{c,Ed} : \underline{31.95 \text{ kN}}$
$M_{y,Ed}, M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.	$M_{y,Ed}^+ : \underline{0.91 \text{ kN}\cdot\text{m}}$ $M_{z,Ed}^+ : \underline{0.16 \text{ kN}\cdot\text{m}}$
Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.	Clase : $\underline{1}$
$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta.	$N_{pl,Rd} : \underline{746.43 \text{ kN}}$
$M_{pl,Rd,y}, M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.	$M_{pl,Rd,y} : \underline{57.88 \text{ kN}\cdot\text{m}}$ $M_{pl,Rd,z} : \underline{11.68 \text{ kN}\cdot\text{m}}$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta.	A : $\underline{28.50 \text{ cm}^2}$
$W_{pl,y}, W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.	$W_{pl,y} : \underline{221.00 \text{ cm}^3}$ $W_{pl,z} : \underline{44.60 \text{ cm}^3}$
f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.	$f_{yd} : \underline{261.90 \text{ MPa}}$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	$f_y : \underline{275.00 \text{ MPa}}$
γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.	$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$

k_y, k_z : Coeficientes de interacción.

k_y	$k_y : \underline{1.03}$
k_z	$k_z : \underline{1.00}$

$C_{m,y}, C_{m,z}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

$C_{m,y}$	$C_{m,y} : \underline{1.00}$
$C_{m,z}$	$C_{m,z} : \underline{1.00}$

χ_y, χ_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

χ_y	$\chi_y : \underline{0.85}$
χ_z	$\chi_z : \underline{1.00}$

$\bar{\lambda}_y, \bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$\bar{\lambda}_y$	$\bar{\lambda}_y : \underline{0.70}$
$\bar{\lambda}_z$	$\bar{\lambda}_z : \underline{0.00}$

α_y, α_z : Factores dependientes de la clase de la sección.

α_y	$\alpha_y : \underline{0.60}$
α_z	$\alpha_z : \underline{0.60}$

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.



Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.313 m del nudo N103, para la combinación de acciones 1.35·PP.

$$0.64 \text{ kN} \leq 105.97 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

$$\begin{array}{ll} V_{Ed,z}: \text{Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.} & V_{Ed,z}: \frac{0.64}{\quad} \text{ kN} \\ V_{c,Rd,z}: \text{Esfuerzo cortante resistente de cálculo.} & V_{c,Rd,z}: \frac{211.94}{\quad} \text{ kN} \end{array}$$

Resistencia a torsión - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

TIRANTE VIGA CONTRAVIENTO



Perfil: R 20							
Material: Acero (S275)							
	Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
	Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)
	N111	N95	5.922	3.14	0.79	0.79	1.57
	Notas:						
	⁽¹⁾ Inercia respecto al eje indicado						
	⁽²⁾ Momento de inercia a torsión uniforme						
			Pandeo		Pandeo lateral		
			Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.	
	β	0.00	0.00	0.00	0.00		
	L _k	0.000	0.000	0.000	0.000		
C _m	1.000	1.000	1.000	1.000			
C ₁	-		1.000				
Notación:							
β : Coeficiente de pandeo							
L _k : Longitud de pandeo (m)							
C _m : Coeficiente de momentos							
C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico							
Situación de incendio							
Resistencia requerida: R 90							
Factor de forma: 254.65 m ⁻¹							
Temperatura máx. de la barra: 691.5 °C							
Placa de fibrosilicato de calcio: 24 mm							

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - TEMPERATURA AMBIENTE													Estado	
	$\bar{\lambda}$	N _t	N _c	M _y	M _z	V _z	V _y	M _y V _z	M _z V _y	NM _y M _z	NM _y M _z V _y V _z	M _t	M _t V _z		M _t V _y
N111/N95	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumpl e	$\eta = 40.8$	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽³⁾	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁸⁾	CUMPL E $\eta = 40.8$



Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - TEMPERATURA AMBIENTE													Estado
	$\bar{\lambda}$	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	$M_y V_z$	$M_z V_y$	$N M_y M_z V_y$	$N M_y M_z V_y V_z$	M_t	$M_t V_z$	
Comprobaciones que no proceden (N.P.):														
⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.														
⁽²⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.														
⁽³⁾ La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.														
⁽⁴⁾ No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.														
⁽⁵⁾ No hay interacción entre axil y momento flector ni entre momentos flectores en ambas direcciones para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.														
⁽⁶⁾ No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.														
⁽⁷⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.														
⁽⁸⁾ No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.														

Limitación de esbeltez - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras de arriostramiento traccionadas no debe superar el valor 4.0.



$$\bar{\lambda} < \underline{0.01} \quad \checkmark$$

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{3.14} \text{ cm}^2$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

N_{cr} : Axil crítico de pandeo elástico.

$$N_{cr} : \underline{\infty}$$

Resistencia a tracción - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.408} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot V(0^\circ)H4 + 0.75 \cdot N(EI)$.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{t,Ed} : \underline{32.36} \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$$N_{t,Rd} : \underline{79.29} \text{ kN}$$



Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.

A : $\underline{3.14}$ cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : $\underline{252.38}$ MPa

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : $\underline{265.00}$ MPa

γ_{MO}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{MO} : $\underline{1.05}$

Resistencia a compresión - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión

Resistencia a flexión eje Y - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a flexión eje Z - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a corte Z - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a corte Y - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a flexión y axil combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre axil y momento flector ni entre momentos flectores en ambas direcciones para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)



No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a torsión - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados - Temperatura ambiente
(CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados - Temperatura ambiente
(CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

TIRANTE CRUZ DE SAN ANDRES





Perfil: R 20							
Material: Acero (S275)							
	Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
	Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)
	N86	N82	7.810	3.14	0.79	0.79	1.57
	Notas:						
	⁽¹⁾ Inercia respecto al eje indicado						
	⁽²⁾ Momento de inercia a torsión uniforme						
			Pandeo		Pandeo lateral		
			Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.	
	β	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	L _K	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
C _m	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000		
C ₁	-		1.000				
Notación:							
β : Coeficiente de pandeo							
L _K : Longitud de pandeo (m)							
C _m : Coeficiente de momentos							
C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico							
Situación de incendio							
Resistencia requerida: R 90							
Factor de forma: 254.65 m ⁻¹							
Temperatura máx. de la barra: 691.5 °C							
Placa de fibrosilicato de calcio: 24 mm							

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - TEMPERATURA AMBIENTE														Estado	
	$\bar{\lambda}$	N _t	N _c	M _Y	M _Z	V _Z	V _Y	M _Y V _Z	M _Z V _Y	N _M V _Z	N _M M _Z V _Y	V _Z	M _t	M _t V _Z		M _t V _Y
N86/N82	$\bar{\lambda} \leq 4.0$ Cumple	$\eta = 39.4$	N _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽¹⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽²⁾	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽³⁾	V _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁴⁾	N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁶⁾	M _{Ed} = 0.00 N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁸⁾	N.P. ⁽⁸⁾	CUMPLE $\eta = 39.4$



Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - TEMPERATURA AMBIENTE													Estado
	$\bar{\lambda}$	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	$M_y V_z$	$M_z V_y$	$\frac{N M_y}{M_z}$	$\frac{N M_z}{M_y}$	$\frac{M_y V_z}{V_y}$	$\frac{M_z V_y}{V_z}$	
Comprobaciones que no proceden (N.P.):														
⁽¹⁾ La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.														
⁽²⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.														
⁽³⁾ La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.														
⁽⁴⁾ No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.														
⁽⁵⁾ No hay interacción entre axil y momento flector ni entre momentos flectores en ambas direcciones para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.														
⁽⁶⁾ No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.														
⁽⁷⁾ La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.														
⁽⁸⁾ No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.														

Limitación de esbeltez - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras de arriostramiento traccionadas no debe superar el valor 4.0.

$$\bar{\lambda} < 0.01 \quad \checkmark$$

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{3.14} \text{ cm}^2$$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

N_{cr} : Axil crítico de pandeo elástico.

$$N_{cr} : \underline{\infty}$$

Resistencia a tracción - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.394} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(270°)H2.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{t,Ed} : \underline{31.23} \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:



$$N_{t,Rd} : \underline{79.29} \text{ kN}$$

Donde:

$$\begin{aligned} A: & \text{Área bruta de la sección transversal de la barra.} & A : & \underline{3.14} \text{ cm}^2 \\ f_{yd}: & \text{Resistencia de cálculo del acero.} & f_{yd} : & \underline{252.38} \text{ MPa} \end{aligned}$$

Siendo:

$$\begin{aligned} f_y: & \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} & f_y : & \underline{265.00} \text{ MPa} \\ \gamma_{Mo}: & \text{Coeficiente parcial de seguridad del material.} & \gamma_{Mo} : & \underline{1.05} \end{aligned}$$

Resistencia a compresión - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.

Resistencia a flexión eje Y - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a flexión eje Z - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a corte Z - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a corte Y - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a flexión y axil combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre axil y momento flector ni entre momentos flectores en ambas direcciones para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)



No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a torsión - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor

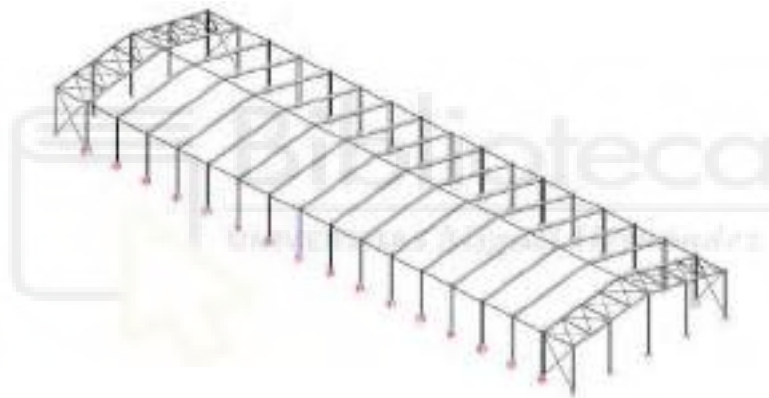
Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados - Temperatura ambiente
(CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados - Temperatura ambiente
(CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

PILAR DE PÓRTICO INTERIOR





Perfil: HE 340 B							
Material: Acero (S275)							
	Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
	Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)
	N46	N47	6.000	170.90	36660.00	9690.00	262.85
	Notas:						
	(1) Inercia respecto al eje indicado						
	(2) Momento de inercia a torsión uniforme						
		Pandeo		Pandeo lateral			
		Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.		
	β	0.50	0.70	1.00	0.50		
	L _K	3.000	4.200	6.000	3.000		
C _m	1.000	1.000	1.000	1.000			
C ₁	-		1.000				
Notación:							
β : Coeficiente de pandeo							
L _K : Longitud de pandeo (m)							
C _m : Coeficiente de momentos							
C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico							
Situación de incendio							
Resistencia requerida: R 90							
Factor de forma: 77.75 m-1							
Temperatura máx. de la barra: 580.0 °C							
Placa de fibrosilicato de calcio: 14 mm							

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - TEMPERATURA AMBIENTE														Estado	
	$\bar{\lambda}$	λ_{wv}	N _t	N _c	M _v	M _z	V _z	V _v	M _v V _z	M _z V _v	NM _v M _z	NM _v M _z V _z	M _t	M _v V _z		M _v V _v
N46/N47	$\bar{\lambda} < 2.0$	$\lambda_{wv} \leq \lambda_{wv, \max}$	x: 5.846 m	x: 0 m	x: 5.847 m	x: 0 m	x: 5.847 m	$\eta = 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 5.847 m	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.1$	x: 5.847 m	$\eta = 0.1$	CUMPL E
	Cumple	Cumple	$\eta = 1.0$	$\eta = 3.8$	$\eta = 57.5$	$\eta = 2.5$	$\eta = 12.4$				$\eta = 60.5$			$\eta = 8.8$	$\eta = 60.5$	

Limitación de esbeltez - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)



La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$$\bar{\lambda} : \underline{0.59} \quad \checkmark$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de Clase : 1
deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los
elementos planos comprimidos de una sección.

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2
y 3. $A : \underline{170.90} \text{ cm}^2$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$

N_{cr} : Axil crítico de pandeo elástico. $N_{cr} : \underline{13059.63} \text{ kN}$

El axil crítico de pandeo elástico N_{cr} es el menor de los
valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al
eje Y. $N_{cr,y} : \underline{43073.77} \text{ kN}$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto
al eje Z. $N_{cr,z} : \underline{22315.18} \text{ kN}$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $N_{cr,T} : \underline{13059.63} \text{ kN}$

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta,
respecto al eje Y. $I_y : \underline{36660.00} \text{ cm}^4$

I_z : Momento de inercia de la sección bruta,
respecto al eje Z. $I_z : \underline{9690.00} \text{ cm}^4$

I_t : Momento de inercia a torsión uniforme. $I_t : \underline{262.85} \text{ cm}^4$

I_w : Constante de alabeo de la sección. $I_w : \underline{2454000.00} \text{ cm}^6$

E: Módulo de elasticidad. $E : \underline{210000} \text{ MPa}$

G: Módulo de elasticidad transversal. $G : \underline{81000} \text{ MPa}$

L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión,
respecto al eje Y. $L_{ky} : \underline{4.200} \text{ m}$

L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión,
respecto al eje Z. $L_{kz} : \underline{3.000} \text{ m}$

L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión. $L_{kt} : \underline{6.000} \text{ m}$

i_0 : Radio de giro polar de la sección bruta,
respecto al centro de torsión. $i_0 : \underline{16.47} \text{ cm}$

Siendo:

i_y, i_z : Radios de giro de la sección
bruta, respecto a los ejes
principales de inercia Y y Z. $i_y : \underline{14.65} \text{ cm}$

$i_z : \underline{7.53} \text{ cm}$

$y_0 : \underline{0.00} \text{ mm}$



y_0 , z_0 : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

z_0 : 0.00 mm

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida - Temperatura ambiente
(Criterio de CYPE, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$24.75 \leq 176.72 \quad \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.

h_w : 297.00 mm

t_w : Espesor del alma.

t_w : 12.00 mm

A_w : Área del alma.

A_w : 35.64 cm²

$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.

$A_{fc,ef}$: 64.50 cm²

k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.

k : 0.30

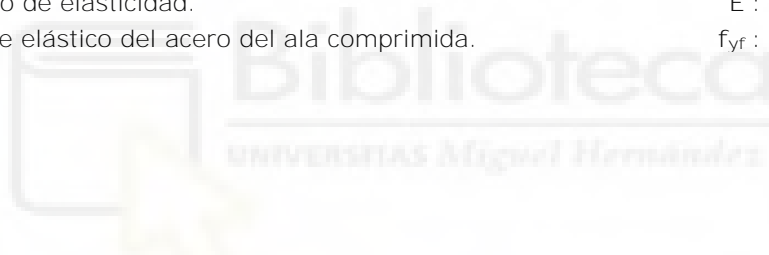
E : Módulo de elasticidad.

E : 210000 MPa

f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.

f_{yf} : 265.00 MPa

Siendo:



Resistencia a tracción - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.010} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 5.846 m del nudo N46, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(270^\circ)H1$.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$N_{t,Ed}$: 44.49 kN

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$N_{t,Rd}$: 4313.19 kN

Donde:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra.

A : 170.90 cm²

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 252.38 MPa



Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 265.00 MPa

γ_{MO} : Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{MO} : 1.05

Resistencia a compresión - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

η : 0.030 ✓

η : 0.038 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N46,
para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot V(0^\circ)H4 + 0.75 \cdot N(EI)$.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed}$: 128.64 kN

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$N_{c,Rd}$: 4313.19 kN

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. Clase: 1

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A: 170.90 cm²

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 252.38 MPa

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 265.00 MPa

γ_{MO} : Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{MO} : 1.05

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo $N_{b,Rd}$ en una barra comprimida viene dada por:

$N_{b,Rd}$: 3415.85 kN

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A: 170.90 cm²

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 252.38 MPa



Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 265.00 MPa

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M1} : 1.05

χ : Coeficiente de reducción por pandeo.

χ_y : 0.96

χ_z : 0.87

χ_T : 0.79

Siendo:

ϕ_y : 0.57

ϕ_z : 0.66

ϕ_T : 0.77

α : Coeficiente de imperfección elástica.

α_y : 0.34

α_z : 0.49

α_T : 0.49

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

$\bar{\lambda}_y$: 0.32

$\bar{\lambda}_z$: 0.45

$\bar{\lambda}_T$: 0.59

N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

N_{cr} : 13059.63 kN

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$N_{cr,y}$: 43073.77 kN

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$N_{cr,z}$: 22315.18 kN

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$N_{cr,T}$: 13059.63 kN

Resistencia a flexión eje Y - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

η : 0.493 ✓

η : 0.575 ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 5.847 m del nudo N46, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(0°)H4+0.75·N(EI).

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{Ed}^+ : 299.34 kN·m

Para flexión negativa:



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 5.847 m del nudo N46, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(0^\circ)H1$.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{120.27} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} : \underline{607.73} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : \underline{2408.00} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

El momento flector resistente de cálculo $M_{b,Rd}$ viene dado por:

$$M_{b,Rd}^+ : \underline{521.04} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{b,Rd}^- : \underline{579.51} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : \underline{2408.00} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

χ_{LT} : Factor de reducción por pandeo lateral.

$$\chi_{LT}^+ : \underline{0.86}$$

$$\chi_{LT}^- : \underline{0.95}$$

Siendo:

$$\phi_{LT}^+ : \underline{0.78}$$

$$\phi_{LT}^- : \underline{0.60}$$

α_{LT} : Coeficiente de imperfección elástica.

$$\alpha_{LT} : \underline{0.21}$$



$\bar{\lambda}_{LT}$: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda}_{LT}^+ : \underline{0.68}$$

$$\bar{\lambda}_{LT}^- : \underline{0.40}$$

M_{cr} : Momento crítico elástico de pandeo lateral.

$$M_{cr}^+ : \underline{1383.82} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{cr}^- : \underline{4047.99} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento crítico elástico de pandeo lateral M_{cr} se determina según la teoría de la elasticidad:

Siendo:

M_{LTV} : Componente que representa la resistencia por torsión uniforme de la barra.

$$M_{LTV}^+ : \underline{1089.85} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{LTV}^- : \underline{2179.70} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

M_{LTW} : Componente que representa la resistencia por torsión no uniforme de la barra.

$$M_{LTW}^+ : \underline{852.76} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{LTW}^- : \underline{3411.03} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Siendo:

$W_{el,y}$: Módulo resistente elástico de la sección bruta, obtenido para la fibra más comprimida.

$$W_{el,y} : \underline{2156.47} \text{ cm}^3$$

I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

$$I_z : \underline{9690.00} \text{ cm}^4$$

I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.

$$I_t : \underline{262.85} \text{ cm}^4$$

E: Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{210000} \text{ MPa}$$

G: Módulo de elasticidad transversal.

$$G : \underline{81000} \text{ MPa}$$

L_c^+ : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior.

$$L_c^+ : \underline{6.000} \text{ m}$$

L_c^- : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior.

$$L_c^- : \underline{3.000} \text{ m}$$

C_1 : Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.

$$C_1 : \underline{1.00}$$

$i_{f,z}$: Radio de giro, respecto al eje de menor inercia de la sección, del soporte formado por el ala comprimida y la tercera parte de la zona comprimida del alma adyacente al ala comprimida.

$$i_{f,z}^+ : \underline{8.29} \text{ cm}$$

$$i_{f,z}^- : \underline{8.29} \text{ cm}$$

Resistencia a flexión eje Z - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:



$$\eta : \underline{0.025} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N46, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot V(90^\circ)H1 + 0.75 \cdot N(EI)$.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{6.08} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N46, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(270^\circ)H2$.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{6.16} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} : \underline{248.77} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. Clase : 1

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,z} : \underline{985.70} \text{ cm}^3$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M0} : \underline{1.05}$

Resistencia a corte Z - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.124} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 5.847 m del nudo N46, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot V(0^\circ)H4 + 0.75 \cdot N(EI)$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{101.44} \text{ kN}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} : \underline{817.30} \text{ kN}$$



Donde:

$$A_v: \text{Área transversal a cortante.} \quad A_v : \underline{56.09} \text{ cm}^2$$

Siendo:

$$\begin{aligned} A: & \text{Área bruta de la sección transversal de la barra.} & A : & \underline{170.90} \text{ cm}^2 \\ b: & \text{Ancho de la sección.} & b : & \underline{300.00} \text{ mm} \\ t_f: & \text{Espesor del ala.} & t_f : & \underline{21.50} \text{ mm} \\ t_w: & \text{Espesor del alma.} & t_w : & \underline{12.00} \text{ mm} \\ r: & \text{Radio de acuerdo entre ala y alma.} & r : & \underline{27.00} \text{ mm} \end{aligned}$$

$$f_{yd}: \text{Resistencia de cálculo del acero.} \quad f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

$$\begin{aligned} f_y: & \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} & f_y : & \underline{265.00} \text{ MPa} \\ \gamma_{MO}: & \text{Coeficiente parcial de seguridad del material.} & \gamma_{MO} : & \underline{1.05} \end{aligned}$$

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)
Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$20.25 < 65.92 \quad \checkmark$$

Donde:

$$\lambda_w: \text{Esbeltez del alma.} \quad \lambda_w : \underline{20.25}$$

$$\lambda_{m\acute{a}x}: \text{Esbeltez máxima.} \quad \lambda_{m\acute{a}x} : \underline{65.92}$$

$$\epsilon: \text{Factor de reducción.} \quad \epsilon : \underline{0.94}$$

Siendo:

$$\begin{aligned} f_{ref}: & \text{Límite elástico de referencia.} & f_{ref} : & \underline{235.00} \text{ MPa} \\ f_y: & \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} & f_y : & \underline{265.00} \text{ MPa} \end{aligned}$$

Resistencia a corte Y - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.001} \quad \checkmark$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(270^\circ)H2$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : \underline{1.02} \text{ kN}$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$V_{c,Rd} : \underline{1970.90} \text{ kN}$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante. $A_v : \underline{135.26} \text{ cm}^2$

Siendo:

A: Área de la sección bruta. $A : \underline{170.90} \text{ cm}^2$

d: Altura del alma. $d : \underline{297.00} \text{ mm}$

t_w : Espesor del alma. $t_w : \underline{12.00} \text{ mm}$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$

γ_{MO} : Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{MO} : \underline{1.05}$

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$83.74 \text{ kN} \leq 408.65 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot V(180^\circ)H4 + 0.75 \cdot N(EI)$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : \underline{83.74} \text{ kN}$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd} : \underline{817.30} \text{ kN}$

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)



No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$1.02 \text{ kN} \leq 985.45 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(270^\circ)H2$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : \underline{1.02} \text{ kN}$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd} : \underline{1970.90} \text{ kN}$

Resistencia a flexión y axil combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.520} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.605} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.604} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 5.847 m del nudo N46, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot V(0^\circ)H4 + 0.75 \cdot N(EI)$.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed} : \underline{116.17} \text{ kN}$

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. $M_{y,Ed} : \underline{299.34} \text{ kN}\cdot\text{m}$
 $M_{z,Ed} : \underline{0.01} \text{ kN}\cdot\text{m}$

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. $\text{Clase} : \underline{1}$

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. $N_{pl,Rd} : \underline{4313.19} \text{ kN}$

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente. $M_{pl,Rd,y} : \underline{607.73} \text{ kN}\cdot\text{m}$
 $M_{pl,Rd,z} : \underline{248.77} \text{ kN}\cdot\text{m}$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta. $A : \underline{170.90} \text{ cm}^2$
 $W_{pl,y} : \underline{2408.00} \text{ cm}^3$



$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$W_{pl,z} : \underline{985.70 \text{ cm}^3}$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{252.38 \text{ MPa}}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{265.00 \text{ MPa}}$$

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

k_y , k_z , $k_{y,LT}$: Coeficientes de interacción.

$$k_y : \underline{1.00}$$

$$k_z : \underline{1.01}$$

$$k_{y,LT} : \underline{1.00}$$

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$, $C_{m,LT}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

$$C_{m,y} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,z} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,LT} : \underline{1.00}$$

χ_y , χ_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\chi_y : \underline{0.96}$$

$$\chi_z : \underline{0.87}$$

χ_{LT} : Coeficiente de reducción por pandeo lateral.

$$\chi_{LT} : \underline{0.86}$$

$\bar{\lambda}_y$, $\bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.32}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{0.45}$$

α_y , α_z : Factores dependientes de la clase de la sección.

$$\alpha_y : \underline{0.60}$$

$$\alpha_z : \underline{0.60}$$

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot V(180^\circ)H4 + 0.75 \cdot N(EI)$.

$$83.74 \text{ kN} \leq 408.65 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:



$$\begin{array}{ll} V_{Ed,z}: \text{Esfuerzo cortante solicitante de cálculo} & \\ \text{pésimo.} & V_{Ed,z}: \underline{83.74} \text{ kN} \\ V_{c,Rd,z}: \text{Esfuerzo cortante resistente de cálculo.} & V_{c,Rd,z}: \underline{817.30} \text{ kN} \end{array}$$

Resistencia a torsión - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta: \underline{0.001} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(270^\circ)H2$.

$$M_{T,Ed}: \text{Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.} \quad M_{T,Ed}: \underline{0.02} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento torsor resistente de cálculo $M_{T,Rd}$ viene dado por:

$$M_{T,Rd}: \underline{17.81} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$$\begin{array}{ll} W_T: \text{Módulo de resistencia a torsión.} & W_T: \underline{122.26} \text{ cm}^3 \\ f_{yd}: \text{Resistencia de cálculo del acero.} & f_{yd}: \underline{252.38} \text{ MPa} \end{array}$$

Siendo:

$$\begin{array}{ll} f_y: \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} & f_y: \underline{265.00} \text{ MPa} \\ \gamma_{MO}: \text{Coeficiente parcial de seguridad del material.} & \gamma_{MO}: \underline{1.05} \end{array}$$

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta: \underline{0.088} \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 5.847 m del nudo N46, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 0.9 \cdot V(270^\circ)H2 + 1.5 \cdot N(EI)$.

$$V_{Ed}: \text{Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.} \quad V_{Ed}: \underline{71.59} \text{ kN}$$

$$M_{T,Ed}: \text{Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.} \quad M_{T,Ed}: \underline{0.01} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:



$$V_{pl,T,Rd} : \underline{817.04} \text{ kN}$$

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{pl,Rd} : \underline{817.30} \text{ kN}$$

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$$\tau_{T,Ed} : \underline{0.12} \text{ MPa}$$

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{122.26} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{Mo} : \underline{1.05}$$

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:



$$\eta : \underline{0.001} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(270^\circ)H2$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{1.02} \text{ kN}$$

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.02} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{1969.86} \text{ kN}$$

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{pl,Rd} : \underline{1970.90} \text{ kN}$$

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$$\tau_{T,Ed} : \underline{0.19} \text{ MPa}$$

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{122.26} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

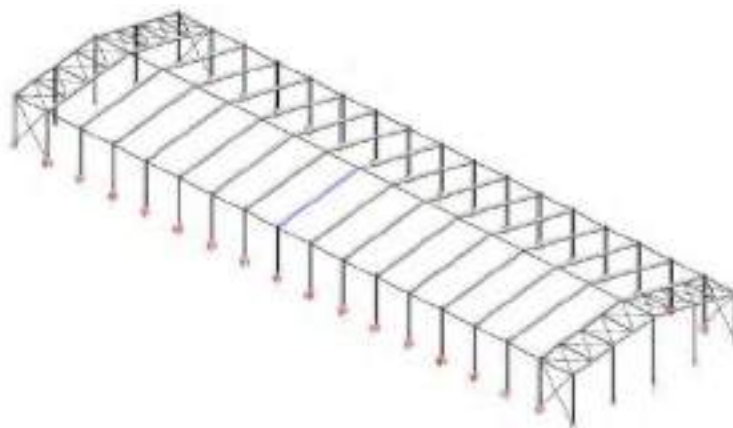
$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$



γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{Mo} : 1.05

DINTEL DE PÓRTICO INTERIOR





Perfil: HE 360 B						
Material: Acero (S275)						
Nudos	Longitud	Características mecánicas				
		Área	$I_y^{(1)}$	$I_z^{(1)}$	$I_t^{(2)}$	
Inicial	Final	(m)	(cm ²)	(cm ⁴)	(cm ⁴)	(cm ⁴)
N47	N50	12.693	180.60	43190.00	10140.00	298.34
Notas:						
<i>(1) Inercia respecto al eje indicado</i>						
<i>(2) Momento de inercia a torsión uniforme</i>						
	Pandeo		Pandeo lateral			
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.		
β	0.12	1.00	0.12	1.00		
L_K	1.500	12.693	1.500	12.693		
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000		
C_1	-		1.000			
Notación:						
β : Coeficiente de pandeo						
L_K : Longitud de pandeo (m)						
C_m : Coeficiente de momentos						
C_1 : Factor de modificación para el momento crítico						
Situación de incendio						
Resistencia requerida: R 90						
Factor de forma: 75.70 m-1						
Temperatura máx. de la barra: 521.5 °C						
Placa de fibrosilicato de calcio: 16 mm						

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A) - TEMPERATURA AMBIENTE															Estado
	$\bar{\lambda}$	λ_{wv}	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	V_y	$M_y V_z$	$M_z V_y$	$N M_y M_z$	$N M_y M_z V_y V_z$	M_t	$M_y V_z$	$M_z V_y$	
N47/N50	$\bar{\lambda} < 2.0$	$\lambda_{wv} \leq \lambda_{wv, \max}$	x: 12.693 m	x: 0.173 m	x: 0.173 m	x: 12.693 m	x: 0.173 m	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0.173 m	$\eta < 0.1$	$\eta = 0.3$	x: 0.173 m	$\eta < 0.1$	CUMPLE
	Cumple	Cumple	$\eta = 1.3$	$\eta = 4.1$	$\eta = 73.0$	$\eta = 0.1$	$\eta = 10.7$				$\eta = 79.4$			$\eta = 7.3$		$\eta = 79.4$

Limitación de esbeltez - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)



La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$$\bar{\lambda} : \underline{0.93} \quad \checkmark$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de Clase : 1
deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los
elementos planos comprimidos de una sección.

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2
y 3. $A : \underline{180.60} \text{ cm}^2$

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$

N_{cr} : Axil crítico de pandeo elástico. $N_{cr} : \underline{5556.31} \text{ kN}$

El axil crítico de pandeo elástico N_{cr} es el menor de los
valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al
eje Y. $N_{cr,y} : \underline{5556.31} \text{ kN}$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto
al eje Z. $N_{cr,z} : \underline{93406.05} \text{ kN}$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $N_{cr,T} : \underline{9439.58} \text{ kN}$

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta,
respecto al eje Y. $I_y : \underline{43190.00} \text{ cm}^4$

I_z : Momento de inercia de la sección bruta,
respecto al eje Z. $I_z : \underline{10140.00} \text{ cm}^4$

I_t : Momento de inercia a torsión uniforme. $I_t : \underline{298.34} \text{ cm}^4$

I_w : Constante de alabeo de la sección. $I_w : \underline{2883000.00} \text{ cm}^6$

E: Módulo de elasticidad. $E : \underline{210000} \text{ MPa}$

G: Módulo de elasticidad transversal. $G : \underline{81000} \text{ MPa}$

L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión,
respecto al eje Y. $L_{ky} : \underline{12.693} \text{ m}$

L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión,
respecto al eje Z. $L_{kz} : \underline{1.500} \text{ m}$

L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión. $L_{kt} : \underline{12.693} \text{ m}$

i_0 : Radio de giro polar de la sección bruta,
respecto al centro de torsión. $i_0 : \underline{17.18} \text{ cm}$

Siendo:

i_y, i_z : Radios de giro de la sección
bruta, respecto a los ejes
principales de inercia Y y Z. $i_y : \underline{15.46} \text{ cm}$

$i_z : \underline{7.49} \text{ cm}$

$y_0 : \underline{0.00} \text{ mm}$



y_0 , z_0 : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

$$z_0 : \underline{0.00} \text{ mm}$$

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida - Temperatura ambiente
(Criterio de CYPE, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$25.20 \leq 181.57 \quad \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.

$$h_w : \underline{315.00} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{12.50} \text{ mm}$$

A_w : Área del alma.

$$A_w : \underline{39.38} \text{ cm}^2$$

$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.

$$A_{fc,ef} : \underline{67.50} \text{ cm}^2$$

k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.

$$k : \underline{0.30}$$

E : Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{210000} \text{ MPa}$$

f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.

$$f_{yf} : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

Siendo:

Resistencia a tracción - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.013} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N50, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(270°)H1.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{t,Ed} : \underline{60.47} \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$$N_{t,Rd} : \underline{4558.00} \text{ kN}$$

Donde:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{180.60} \text{ cm}^2$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:



f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 265.00 MPa
 γ_{MO} : Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{MO} : 1.05

Resistencia a compresión - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

η : 0.027 ✓

η : 0.041 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.173 m del nudo N47, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(0°)H4+0.75·N(EI).

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed}$: 121.06 kN

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$N_{c,Rd}$: 4558.00 kN

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de Clase: 1
deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. A : 180.60 cm²

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 252.38 MPa

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 265.00 MPa

γ_{MO} : Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{MO} : 1.05

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo $N_{b,Rd}$ en una barra comprimida viene dada por:

$N_{b,Rd}$: 2931.26 kN

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. A : 180.60 cm²

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 252.38 MPa



Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 265.00 MPa

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M1} : 1.05

χ : Coeficiente de reducción por pandeo.

χ_y : 0.64

χ_z : 0.99

χ_T : 0.72

Siendo:

ϕ_y : 1.05

ϕ_z : 0.53

ϕ_T : 0.88

α : Coeficiente de imperfección elástica. α_y : 0.34

α_z : 0.49

α_T : 0.49

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

$\bar{\lambda}_y$: 0.93

$\bar{\lambda}_z$: 0.23

$\bar{\lambda}_T$: 0.71

N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

N_{cr} : 5556.31 kN

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$N_{cr,y}$: 5556.31 kN

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$N_{cr,z}$: 93406.05 kN

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$N_{cr,T}$: 9439.58 kN

Resistencia a flexión eje Y - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

η : 0.441 ✓

η : 0.730 ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.173 m del nudo N47, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(0°)H1.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{Ed}^+ : 119.51 kN·m

Para flexión negativa:



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.173 m del nudo N47, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot V(0^\circ)H4 + 0.75 \cdot N(EI)$.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{298.55} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} : \underline{677.14} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : \underline{2683.00} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

El momento flector resistente de cálculo $M_{b,Rd}$ viene dado por:

$$M_{b,Rd}^+ : \underline{675.38} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{b,Rd}^- : \underline{408.81} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : \underline{2683.00} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

χ_{LT} : Factor de reducción por pandeo lateral.

$$\chi_{LT}^+ : \underline{1.00}$$

$$\chi_{LT}^- : \underline{0.60}$$

Siendo:

$$\phi_{LT}^+ : \underline{0.52}$$

$$\phi_{LT}^- : \underline{1.19}$$

α_{LT} : Coeficiente de imperfección elástica.

$$\alpha_{LT} : \underline{0.21}$$



$\bar{\lambda}_{LT}$: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda}_{LT}^+ : \underline{0.21}$$

$$\bar{\lambda}_{LT}^- : \underline{1.09}$$

M_{cr} : Momento crítico elástico de pandeo lateral.

$$M_{cr}^+ : \underline{15840.08} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{cr}^- : \underline{599.81} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento crítico elástico de pandeo lateral M_{cr} se determina según la teoría de la elasticidad:

Siendo:

M_{LTV} : Componente que representa la resistencia por torsión uniforme de la barra.

$$M_{LTV}^+ : \underline{4751.01} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{LTV}^- : \underline{561.46} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

M_{LTw} : Componente que representa la resistencia por torsión no uniforme de la barra.

$$M_{LTw}^+ : \underline{15110.79} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{LTw}^- : \underline{211.03} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Siendo:

$W_{el,y}$: Módulo resistente elástico de la sección bruta, obtenido para la fibra más comprimida.

$$W_{el,y} : \underline{2399.44} \text{ cm}^3$$

I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

$$I_z : \underline{10140.00} \text{ cm}^4$$

I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.

$$I_t : \underline{298.34} \text{ cm}^4$$

E: Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{210000} \text{ MPa}$$

G: Módulo de elasticidad transversal.

$$G : \underline{81000} \text{ MPa}$$

L_c^+ : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior.

$$L_c^+ : \underline{1.500} \text{ m}$$

L_c^- : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior.

$$L_c^- : \underline{12.693} \text{ m}$$

C_1 : Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.

$$C_1 : \underline{1.00}$$

$i_{f,z}$: Radio de giro, respecto al eje de menor inercia de la sección, del soporte formado por el ala comprimida y la tercera parte de la zona comprimida del alma adyacente al ala comprimida.

$$i_{f,z}^+ : \underline{8.27} \text{ cm}$$

$$i_{f,z}^- : \underline{8.27} \text{ cm}$$

Resistencia a flexión eje Z - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:



$$\eta : \underline{0.001} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N50, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot V(90^\circ)H1 + 0.75 \cdot N(EI)$.

$$M_{Ed}^+ : \text{Momento flector solicitante de cálculo pésimo.} \quad M_{Ed}^+ : \underline{0.35} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N50, para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(270^\circ)H2$.

$$M_{Ed}^- : \text{Momento flector solicitante de cálculo pésimo.} \quad M_{Ed}^- : \underline{0.35} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} : \underline{260.46} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. Clase : 1

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,z} : \underline{1032.00} \text{ cm}^3$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$

γ_{MO} : Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{MO} : \underline{1.05}$

Resistencia a corte Z - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.107} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.173 m del nudo N47, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot V(0^\circ)H4 + 0.75 \cdot N(EI)$.

$$V_{Ed} : \text{Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.} \quad V_{Ed} : \underline{94.04} \text{ kN}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} : \underline{882.47} \text{ kN}$$



Donde:

A_v : Área transversal a cortante. A_v : 60.56 cm²

Siendo:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra. A : 180.60 cm²

b: Ancho de la sección. b : 300.00 mm

t_f : Espesor del ala. t_f : 22.50 mm

t_w : Espesor del alma. t_w : 12.50 mm

r: Radio de acuerdo entre ala y alma. r : 27.00 mm

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 252.38 MPa

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 265.00 MPa

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.05

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$20.88 < 65.92 \quad \checkmark$$

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma. λ_w : 20.88

$\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima. $\lambda_{m\acute{a}x}$: 65.92

ϵ : Factor de reducción. ϵ : 0.94

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia. f_{ref} : 235.00 MPa

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 265.00 MPa

Resistencia a corte Y - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta < \underline{0.001} \quad \checkmark$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(270^\circ)H2$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : \underline{0.03} \text{ kN}$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$V_{c,Rd} : \underline{2057.82} \text{ kN}$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante. $A_v : \underline{141.23} \text{ cm}^2$

Siendo:

A: Área de la sección bruta. $A : \underline{180.60} \text{ cm}^2$

d: Altura del alma. $d : \underline{315.00} \text{ mm}$

t_w : Espesor del alma. $t_w : \underline{12.50} \text{ mm}$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{Mo} : \underline{1.05}$

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$94.04 \text{ kN} \leq 441.23 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot V(0^\circ)H4 + 0.75 \cdot N(EI)$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : \underline{94.04} \text{ kN}$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd} : \underline{882.47} \text{ kN}$



Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$0.03 \text{ kN} \leq 1028.91 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(270^\circ)H2$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : \underline{0.03} \text{ kN}$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd} : \underline{2057.82} \text{ kN}$

Resistencia a flexión y axil combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:



$$\eta : \underline{0.467} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.794} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.630} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.173 m del nudo N47, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot V(0^\circ)H4 + 0.75 \cdot N(EI)$.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $N_{c,Ed} : \underline{121.06} \text{ kN}$

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. $M_{y,Ed^-} : \underline{298.55} \text{ kN}\cdot\text{m}$
 $M_{z,Ed^+} : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. Clase: $\underline{1}$

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. $N_{pl,Rd} : \underline{4558.00} \text{ kN}$

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente. $M_{pl,Rd,y} : \underline{677.14} \text{ kN}\cdot\text{m}$
 $M_{pl,Rd,z} : \underline{260.46} \text{ kN}\cdot\text{m}$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta. $A : \underline{180.60} \text{ cm}^2$



$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.
 f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$W_{pl,y} : \underline{2683.00} \text{ cm}^3$$

$$W_{pl,z} : \underline{1032.00} \text{ cm}^3$$

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$
 γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M1} : \underline{1.05}$

k_y , k_z , $k_{y,LT}$: Coeficientes de interacción.

$$k_y : \underline{1.03}$$

$$k_z : \underline{1.00}$$

$$k_{y,LT} : \underline{0.83}$$

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$, $C_{m,LT}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

$$C_{m,y} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,z} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,LT} : \underline{1.00}$$

χ_y , χ_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\chi_y : \underline{0.64}$$

$$\chi_z : \underline{0.99}$$

χ_{LT} : Coeficiente de reducción por pandeo lateral.

$$\chi_{LT} : \underline{0.60}$$

$\bar{\lambda}_y$, $\bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.93}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{0.23}$$

α_y , α_z : Factores dependientes de la clase de la sección.

$$\alpha_y : \underline{0.60}$$

$$\alpha_z : \underline{0.60}$$

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot V(0^\circ)H4 + 0.75 \cdot N(EI)$.

$$94.04 \text{ kN} \leq 441.23 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:



$$\begin{array}{ll} V_{Ed,z}: \text{Esfuerzo cortante solicitante de cálculo} & \\ \text{pésimo.} & V_{Ed,z}: \underline{94.04} \text{ kN} \\ V_{c,Rd,z}: \text{Esfuerzo cortante resistente de cálculo.} & V_{c,Rd,z}: \underline{882.47} \text{ kN} \end{array}$$

Resistencia a torsión - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta: \underline{0.003} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(270^\circ)H2$.

$$M_{T,Ed}: \text{Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.} \quad M_{T,Ed}: \underline{0.06} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento torsor resistente de cálculo $M_{T,Rd}$ viene dado por:

$$M_{T,Rd}: \underline{19.32} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$$\begin{array}{ll} W_T: \text{Módulo de resistencia a torsión.} & W_T: \underline{132.60} \text{ cm}^3 \\ f_{yd}: \text{Resistencia de cálculo del acero.} & f_{yd}: \underline{252.38} \text{ MPa} \end{array}$$

Siendo:

$$\begin{array}{ll} f_y: \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} & f_y: \underline{265.00} \text{ MPa} \\ \gamma_{MO}: \text{Coeficiente parcial de seguridad del material.} & \gamma_{MO}: \underline{1.05} \end{array}$$

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta: \underline{0.073} \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.173 m del nudo N47, para la combinación de acciones $1.35 \cdot PP + 0.9 \cdot V(270^\circ)H2 + 1.5 \cdot N(EI)$.

$$V_{Ed}: \text{Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.} \quad V_{Ed}: \underline{64.74} \text{ kN}$$

$$M_{T,Ed}: \text{Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.} \quad M_{T,Ed}: \underline{0.04} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:



$$V_{pl,T,Rd} : \underline{881.79} \text{ kN}$$

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{pl,Rd} : \underline{882.47} \text{ kN}$$

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$$\tau_{T,Ed} : \underline{0.28} \text{ MPa}$$

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{132.60} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{Mo} : \underline{1.05}$$

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:


$$\eta < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $0.8 \cdot PP + 1.5 \cdot V(270^\circ)H2$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{0.03} \text{ kN}$$

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.06} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{2055.19} \text{ kN}$$

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{pl,Rd} : \underline{2057.82} \text{ kN}$$

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$$\tau_{T,Ed} : \underline{0.47} \text{ MPa}$$

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{132.60} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

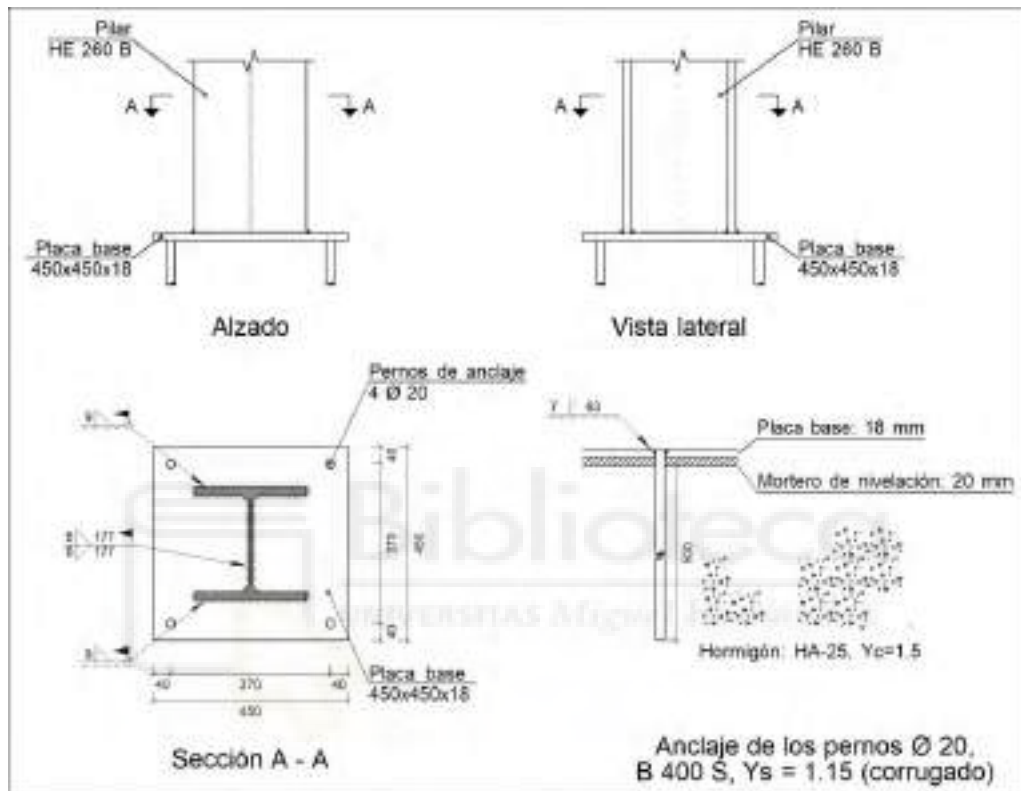
$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

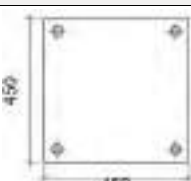
γ_{Mo} : 1.05

2.- COMPROBACIONES E.L.U. UNIONES

Tipo 1



b) Descripción de los componentes de la unión

Elementos complementarios												
Pieza	Geometría				Cantidad	Taladros			Acero			
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)		Diámetro exterior (mm)	Diámetro interior (mm)	Bisel (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)	
Placa base		450	450	18	4	34	22	7	S275	275.0	410.0	

c) Comprobación



1) Pilar HE 260 B

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del ala superior	En ángulo	9	260	17.5	90.00
Soldadura del alma	En ángulo	5	177	10.0	90.00
Soldadura del ala inferior	En ángulo	9	260	17.5	90.00
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>					

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	73.5	73.5	2.7	147.0	38.09	73.5	22.39	410.0	0.85
Soldadura del alma	19.7	19.7	9.7	42.9	11.11	19.7	6.01	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	73.5	73.5	2.7	147.1	38.13	73.5	22.41	410.0	0.85

2) Placa de anclaje

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 60 mm Calculado: 370 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 30 mm Calculado: 40 mm	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 23 cm Calculado: 50 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón:		
- Tracción:	Máximo: 85.48 kN Calculado: 61.58 kN	Cumple
- Cortante:	Máximo: 59.83 kN Calculado: 10.93 kN	Cumple
- Tracción + Cortante:	Máximo: 85.48 kN Calculado: 77.19 kN	Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 100.48 kN Calculado: 58.46 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 380.952 MPa Calculado: 189.779 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 188.57 kN Calculado: 10.37 kN	Cumple



Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Tensión de Von Mises en secciones globales:	Máximo: 261.905 MPa	
- Derecha:	Calculado: 203.887 MPa	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 184.519 MPa	Cumple
- Arriba:	Calculado: 241.313 MPa	Cumple
- Abajo:	Calculado: 240.74 MPa	Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>	Mínimo: 250	
- Derecha:	Calculado: 433.401	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 463.164	Cumple
- Arriba:	Calculado: 427.784	Cumple
- Abajo:	Calculado: 444.772	Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 261.905 MPa Calculado: 0 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Relación rotura pésima sección de hormigón: 0.153		

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	Preparación de bordes (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura de los pernos a la placa base	De penetración parcial	7	63	18.0	90.00
<i>l: Longitud efectiva</i>					
<i>t: Espesor de piezas</i>					

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura de los pernos a la placa base	0.0	0.0	186.1	322.3	83.53	0.0	0.00	410.0	0.85

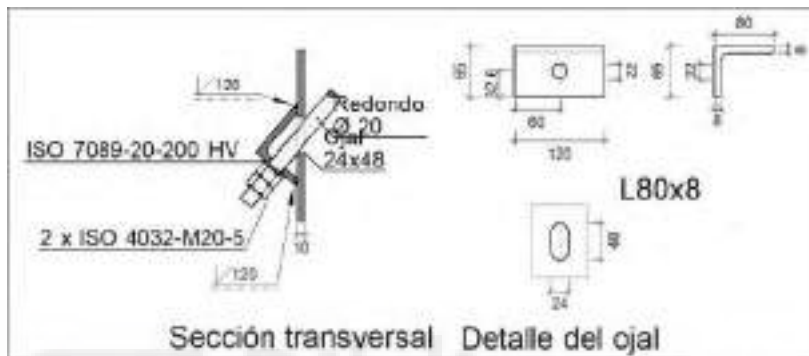
d) Medición

Soldaduras				
f_u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	A tope en bisel simple con talón de raíz amplio	7	251
			5	354
	En el lugar de montaje	En ángulo	9	994



Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Placa base	1	450x450x18	28.61
	Total			28.61
B 400 S, $Y_s = 1.15$ (corrugado)	Pernos de anclaje	4	$\varnothing 20 - L = 558$	5.50
	Total			5.50

Tipo 2



b) Comprobación

1) L80x8 (S275)

Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Cortante de la sección transversal	kN	21.84	118.55	18.42
Flector	--	--	--	57.57

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas			
Ref.	Tipo	Preparación de bordes (mm)	l (mm)
Soldaduras a tope del angular a la pieza	A tope en bisel simple	8	120

l: Longitud efectiva

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldaduras a tope del angular a la pieza	La comprobación no procede.							410.0	0.85

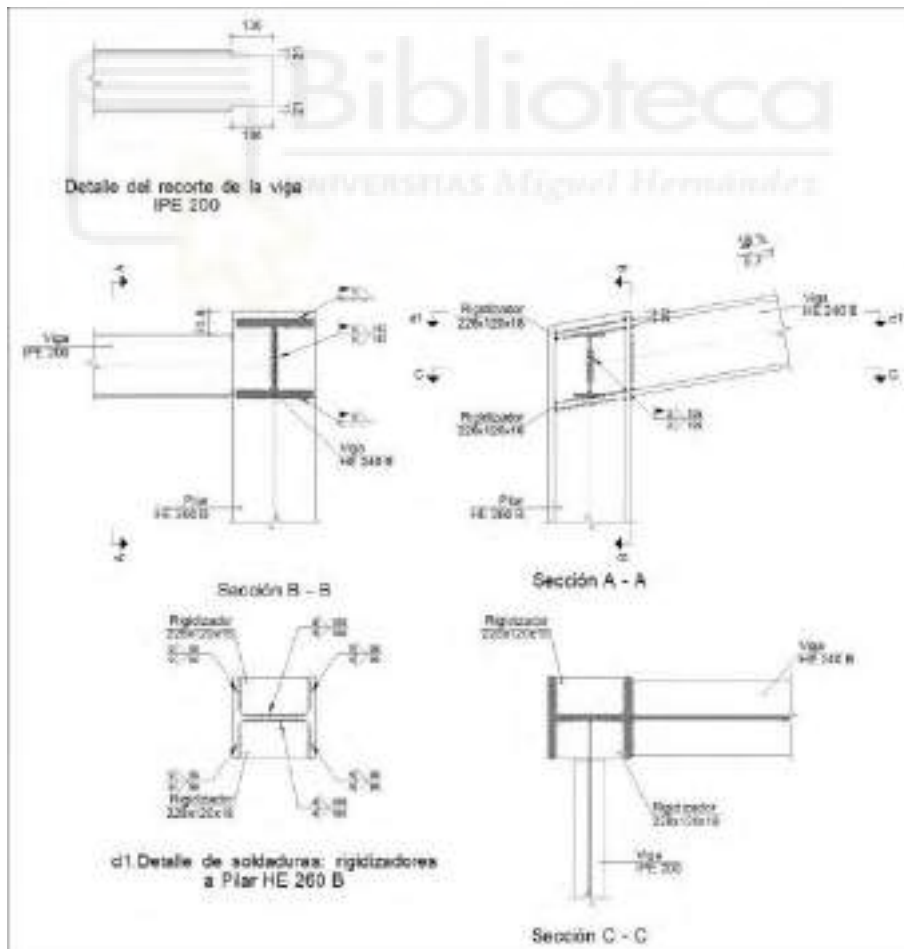
c) Medición

Soldaduras				
f_u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	A tope en bisel simple	8	240

Angulares				
Material	Tipo	Descripción (mm)	Longitud (mm)	Peso (kg)
S275	Anclajes de tirantes	L80x8	120	1.15
	Total			1.15

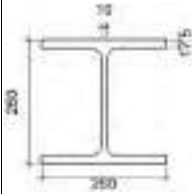
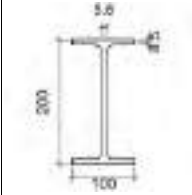
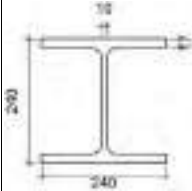
Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tuercas	Clase 5	2	ISO 4032-M20
Arandelas	Dureza 200 HV	1	ISO 7089-20


Tipo 3



b) Descripción de los componentes de la unión



Perfiles									
Pieza	Descripción	Esquema	Geometría				Acero		
			Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Pilar	HE 260 B		260	260	17.5	10	S275	275.0	410.0
Viga	IPE 200		200	100	8.5	5.6	S275	275.0	410.0
Viga	HE 240 B		240	240	17	10	S275	275.0	410.0

Elementos complementarios							
Pieza	Esquema	Geometría			Acero		
		Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Rigidizador		228.5	120	18	S275	275.0	410.0

c) Comprobación

1) Pilar HE 260 B

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Panel	Esbeltez	--	--	--	34.77
	Cortante	kN	87.10	353.83	24.62
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	20.61	261.90	7.87
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	23.06	261.90	8.81
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	20.64	261.90	7.88
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	23.04	261.90	8.80
Ala	Desgarro	N/mm ²	19.47	261.90	7.43
	Cortante	N/mm ²	23.31	261.90	8.90



Viga IPE 200	Alma	Punzonamiento	kN	39.09	435.32	8.98
		Flexión por fuerza perpendicular	kN	39.09	87.75	44.54

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	9	96	17.5	80.00	
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	4	180	10.0	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	9	96	17.5	80.00	
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	4	180	10.0	90.00	
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	9	96	17.5	80.00	
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	4	180	10.0	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	9	96	17.5	80.00	
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	4	180	10.0	90.00	

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador superior a las alas	13.2	15.8	0.1	30.4	7.88	13.3	4.04	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	25.0	43.4	11.24	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	14.8	17.7	0.0	34.0	8.81	14.8	4.52	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	28.0	48.6	12.58	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a las alas	13.3	15.8	0.1	30.4	7.89	13.3	4.05	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	25.1	43.5	11.26	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	14.8	17.6	0.0	34.0	8.80	14.8	4.52	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	28.0	48.5	12.57	0.0	0.00	410.0	0.85

2) Viga HE 240 B

Cordones de soldadura



Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del ala superior	En ángulo	9	240	17.0	80.00
Soldadura del alma	En ángulo	5	167	10.0	90.00
Soldadura del ala inferior	En ángulo	9	240	17.0	80.00
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>					

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	18.1	15.2	0.1	32.0	8.30	18.2	5.53	410.0	0.85
Soldadura del alma	12.2	12.2	8.8	28.8	7.46	12.3	3.75	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	16.6	19.8	0.0	38.2	9.89	16.6	5.07	410.0	0.85

3) Viga IPE 200

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Pandeo local	N/mm ²	4.29	58.53	7.33
	Tensión de Von Mises	N/mm ²	66.49	261.90	25.39

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del alma	En ángulo	3	105	5.6	90.00
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>					

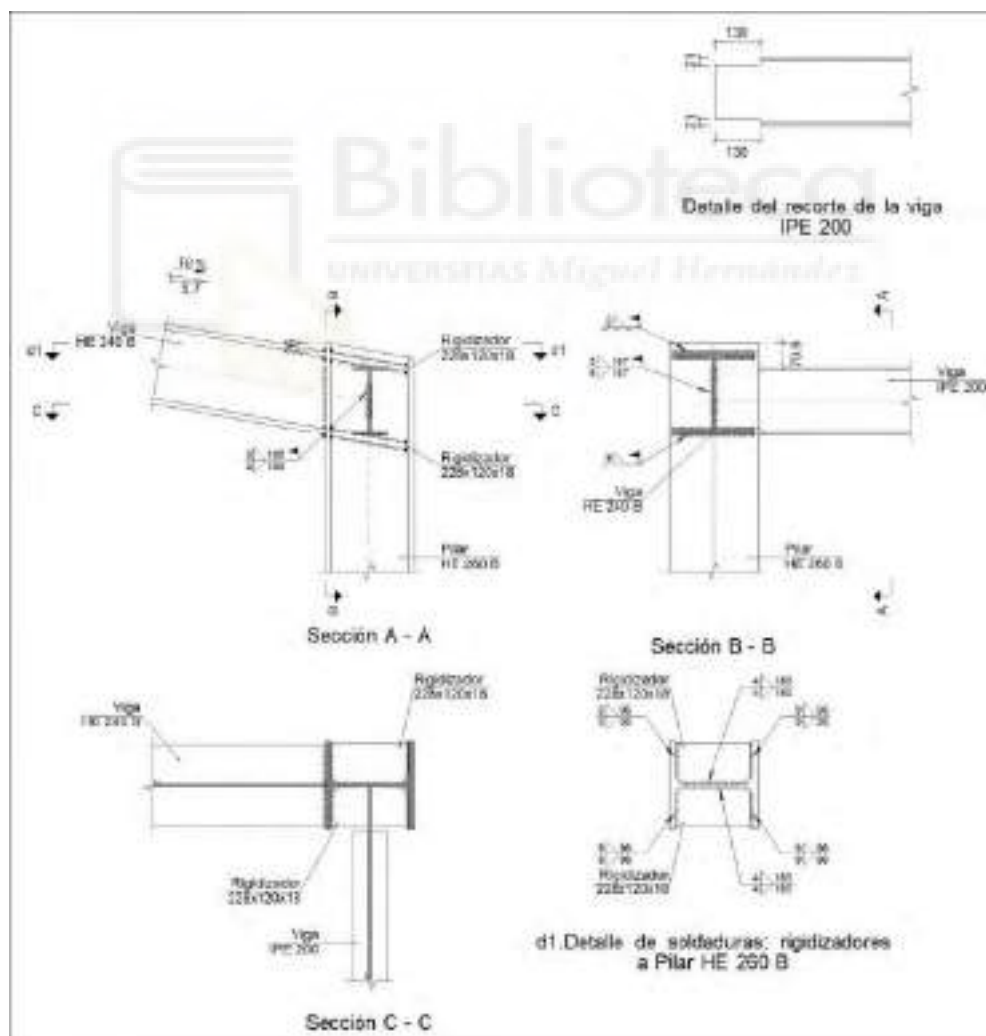
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	43.9	43.9	0.7	87.8	22.74	43.9	13.38	410.0	0.85

d) Medición

Soldaduras				
f_u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	En ángulo	4	1444
			9	1536
	En el lugar de montaje	En ángulo	3	210
			5	333
			9	856

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Rigidizadores	4	228x120x18	15.50
			Total	15.50

Tipo 4



b) Descripción de los componentes de la unión



Perfiles									
Pieza	Descripción	Esquema	Geometría				Acero		
			Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Pilar	HE 260 B		260	260	17.5	10	S275	275.0	410.0
Viga	IPE 200		200	100	8.5	5.6	S275	275.0	410.0
Viga	HE 240 B		240	240	17	10	S275	275.0	410.0

Elementos complementarios							
Pieza	Esquema	Geometría			Acero		
		Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Rigidizador		228.5	120	18	S275	275.0	410.0

c) Comprobación

1) Pilar HE 260 B

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Panel	Esbeltez	--	--	--	34.77
	Cortante	kN	94.76	353.83	26.78
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	22.44	261.90	8.57
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	25.17	261.90	9.61
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	22.42	261.90	8.56
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	25.18	261.90	9.61
Ala	Desgarro	N/mm ²	22.65	261.90	8.65
	Cortante	N/mm ²	22.97	261.90	8.77



Viga IPE 200	Alma	Punzonamiento	kN	38.36	435.32	8.81
		Flexión por fuerza perpendicular	kN	38.36	87.75	43.72

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	9	96	17.5	80.00	
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	4	180	10.0	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	9	96	17.5	80.00	
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	4	180	10.0	90.00	
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	9	96	17.5	80.00	
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	4	180	10.0	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	9	96	17.5	80.00	
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	4	180	10.0	90.00	

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador superior a las alas	14.4	17.2	0.0	33.1	8.58	14.4	4.40	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	27.3	47.3	12.25	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	16.2	19.3	0.6	37.1	9.61	16.2	4.93	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	30.5	52.9	13.71	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a las alas	14.4	17.2	0.0	33.1	8.57	14.4	4.40	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	27.3	47.2	12.23	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	16.2	19.3	0.6	37.1	9.61	16.2	4.93	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	30.6	53.0	13.73	0.0	0.00	410.0	0.85

2) Viga HE 240 B

Cordones de soldadura



Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del ala superior	En ángulo	9	240	17.0	80.00
Soldadura del alma	En ángulo	5	167	10.0	90.00
Soldadura del ala inferior	En ángulo	9	240	17.0	80.00
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>					

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	19.7	16.6	0.1	34.8	9.02	19.7	6.02	410.0	0.85
Soldadura del alma	13.4	13.4	10.1	31.9	8.27	13.5	4.10	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	18.1	21.6	0.3	41.6	10.77	18.1	5.52	410.0	0.85

3) Viga IPE 200

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Pandeo local	N/mm ²	4.29	58.53	7.33
	Tensión de Von Mises	N/mm ²	65.25	261.90	24.92

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del alma	En ángulo	3	105	5.6	90.00
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>					

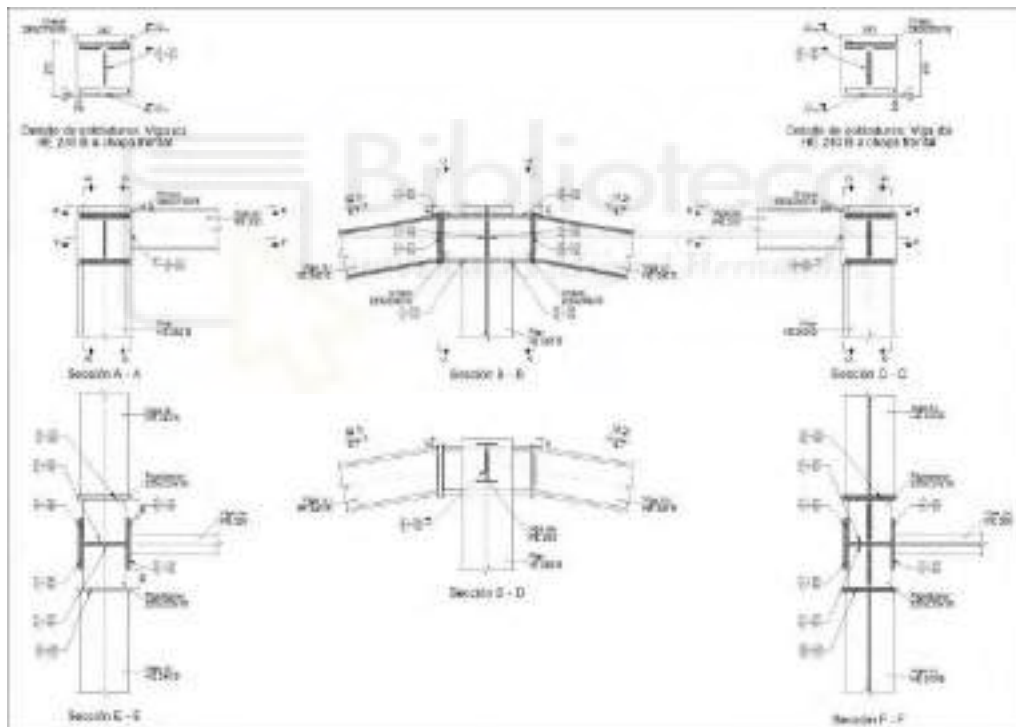
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	43.1	43.1	0.7	86.1	22.32	43.1	13.13	410.0	0.85

d) Medición

Soldaduras				
f_u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	En ángulo	4	1444
			9	1536
	En el lugar de montaje	En ángulo	3	210
			5	333
			9	856

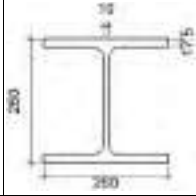
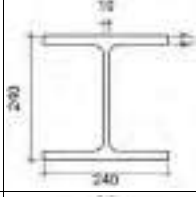
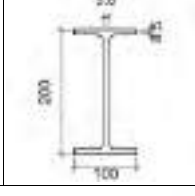
Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Rigidizadores	4	228x120x18	15.50
			Total	15.50

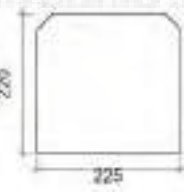
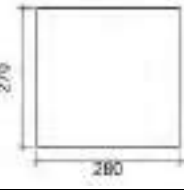
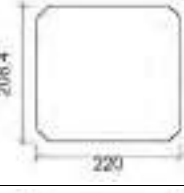
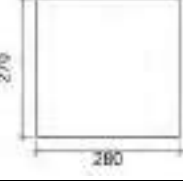
Tipo 5



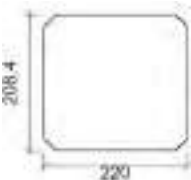
b) Descripción de los componentes de la unión



Perfiles									
Pieza	Descripción	Esquema	Geometría				Acero		
			Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f _y (MPa)	f _u (MPa)
Pilar	HE 260 B		260	260	17.5	10	S275	275.0	410.0
Viga	HE 240 B		240	240	17	10	S275	275.0	410.0
Viga	IPE 200		200	100	8.5	5.6	S275	275.0	410.0

Elementos complementarios							
Pieza	Esquema	Geometría			Acero		
		Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Tipo	f _y (MPa)	f _u (MPa)
Rigidizador		225	220	18	S275	275.0	410.0
Chapa de apoyo de la viga Viga (c) HE 240 B		280	270	18	S275	275.0	410.0
Chapa vertical de la viga Viga (c) HE 240 B		220	208.4	10	S275	275.0	410.0
Chapa de apoyo de la viga Viga (b) HE 240 B		280	270	18	S275	275.0	410.0



Elementos complementarios							
Pieza	Geometría				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Chapa vertical de la viga Viga (b) HE 240 B		220	208.4	10	S275	275.0	410.0

c) Comprobación

1) Pilar HE 260 B

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Panel	Esbitez	--	--	--	34.77
	Cortante	kN	31.40	353.83	8.87
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	57.06	261.90	21.79
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	38.96	261.90	14.87
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	56.54	261.90	21.59
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	38.47	261.90	14.69
Chapa frontal [Viga (c) HE 240 B]	Interacción flexión - cortante	--	--	--	0.00
	Deformación admisible	mRad	--	2	0.00
Chapa vertical [Viga (c) HE 240 B]	Cortante	kN	27.75	278.23	9.97
Chapa frontal [Viga (b) HE 240 B]	Interacción flexión - cortante	--	--	--	0.00
	Deformación admisible	mRad	--	2	0.00
Chapa vertical [Viga (b) HE 240 B]	Cortante	kN	27.93	278.23	10.04
Ala	Desgarro	N/mm ²	29.35	261.90	11.21
	Cortante	N/mm ²	34.20	261.90	13.06

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	7	101	17.5	90.00
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	4	177	10.0	90.00
Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	En ángulo	9	280	18.0	90.00
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	7	101	17.5	90.00
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	4	177	10.0	90.00
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	En ángulo	9	280	18.0	90.00
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	7	101	17.5	90.00
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	4	177	10.0	90.00
Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	En ángulo	9	280	18.0	90.00



Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	7	101	17.5	90.00
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	4	177	10.0	90.00
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	En ángulo	9	280	18.0	90.00
Soldadura de la chapa vertical al alma	En ángulo	4	172	10.0	90.00
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	En ángulo	4	172	10.0	90.00
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador superior	En ángulo	4	184	10.0	90.00
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior	En ángulo	4	184	10.0	90.00
Soldadura de la chapa vertical al alma	En ángulo	4	172	10.0	90.00
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	En ángulo	4	172	10.0	90.00
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador superior	En ángulo	4	184	10.0	90.00
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior	En ángulo	4	184	10.0	90.00

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador superior a las alas	0.0	0.0	42.4	73.4	19.01	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	11.1	19.2	4.98	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	15.7	15.7	3.3	31.9	8.26	15.7	4.78	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	0.0	0.0	28.9	50.1	12.98	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	11.6	20.1	5.21	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	6.6	6.6	3.9	14.8	3.83	6.6	2.01	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a las alas	0.0	0.0	42.0	72.7	18.84	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	11.1	19.2	4.98	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	15.7	15.7	3.4	31.9	8.27	15.7	4.78	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	0.0	0.0	28.6	49.5	12.82	0.0	0.00	410.0	0.85



Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	11.6	20.1	5.20	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	6.5	6.5	4.0	14.8	3.84	6.6	2.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al alma	0.0	0.0	17.6	30.5	7.91	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	0.0	0.0	17.6	30.5	7.91	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador superior	0.0	0.0	18.9	32.7	8.46	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior	0.0	0.0	18.9	32.7	8.46	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al alma	0.0	0.0	17.7	30.7	7.96	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	0.0	0.0	17.7	30.7	7.96	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador superior	0.0	0.0	19.0	32.9	8.52	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior	0.0	0.0	19.0	32.9	8.52	0.0	0.00	410.0	0.85

2) Viga (a) IPE 200

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm ²	129.82	261.90	49.57

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del alma	En ángulo	3	105	5.6	90.00	

*a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas*



Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	85.7	85.7	1.1	171.3	44.40	85.7	26.12	410.0	0.85

3) Viga (c) HE 240 B

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del ala superior	En ángulo	9	240	17.0	80.00	
Soldadura del alma	En ángulo	5	167	10.0	90.00	
Soldadura del ala inferior	En ángulo	9	240	17.0	80.00	

*a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas*

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	26.1	31.1	2.3	60.1	15.56	29.9	9.13	410.0	0.85
Soldadura del alma	0.0	0.0	14.6	25.3	6.55	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	24.1	28.7	2.6	55.4	14.35	29.9	9.11	410.0	0.85

4) Viga (b) HE 240 B

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del ala superior	En ángulo	9	240	17.0	80.00	
Soldadura del alma	En ángulo	5	167	10.0	90.00	
Soldadura del ala inferior	En ángulo	9	240	17.0	80.00	

*a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas*

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	26.1	31.1	2.4	60.0	15.55	29.9	9.12	410.0	0.85



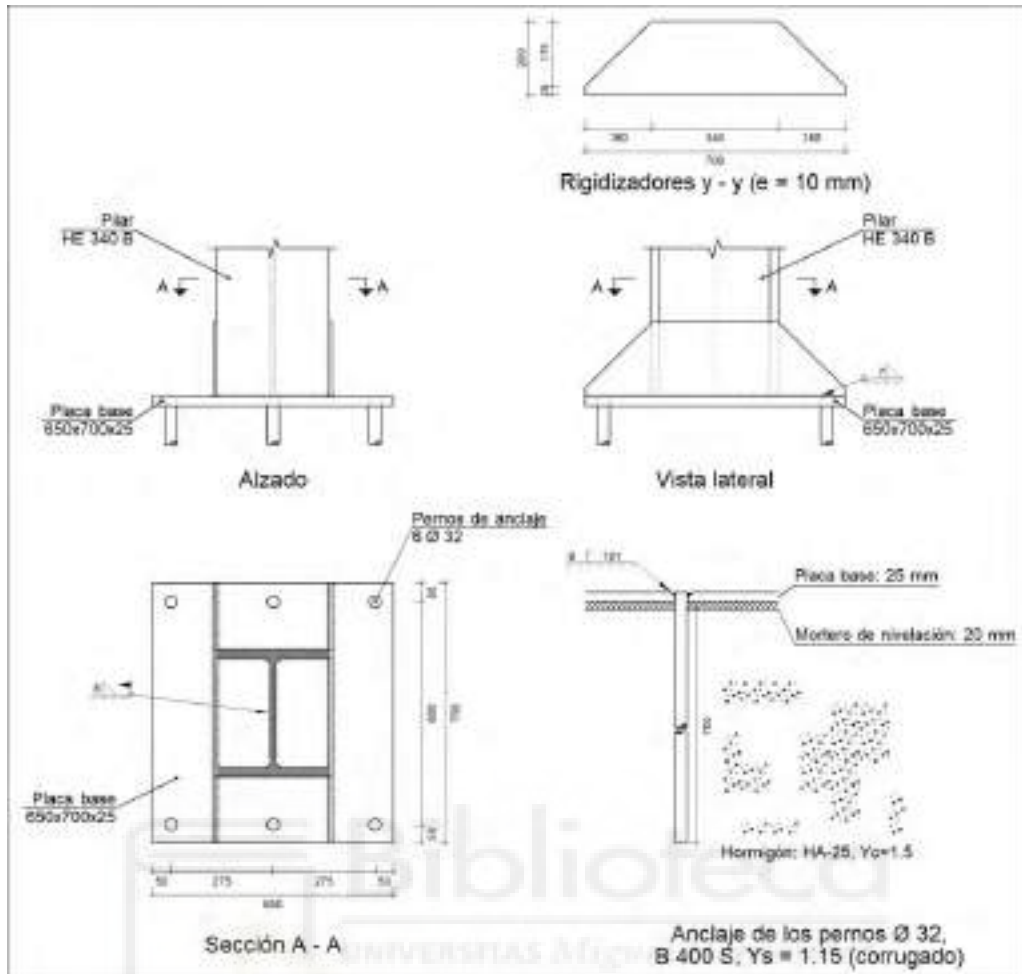
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	0.0	0.0	14.7	25.4	6.59	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	24.0	28.6	2.8	55.3	14.34	29.8	9.10	410.0	0.85

d) Medición

Soldaduras				
f_u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	En ángulo	4	4268
			7	1616
			9	2240
	En el lugar de montaje	En ángulo	3	210
			5	666
			9	1850

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Rigidizadores	4	225x220x18	27.98
	Chapas	2	220x208x10	7.20
		2	280x270x18	21.36
		Total		

Tipo 6



b) Descripción de los componentes de la unión

Elementos complementarios											
Pieza	Geometría				Taladros				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro exterior (mm)	Diámetro interior (mm)	Bisel (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Placa base		650	700	25	6	50	34	9	S275	275.0	410.0
Rigidizador		700	200	10	-	-	-	-	S275	275.0	410.0

c) Comprobación

1) Pilar HE 340 B



Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura perimetral a la placa	En ángulo	8	1554	12.0	90.00	
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>						

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura perimetral a la placa	La comprobación no procede.							410.0	0.85

2) Placa de anclaje

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 96 mm Calculado: 275 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 48 mm Calculado: 50 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores: - Paralelos a Y:	Máximo: 50 Calculado: 46.6	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 37 cm Calculado: 70 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón: - Tracción: - Cortante: - Tracción + Cortante:	Máximo: 191.47 kN Calculado: 155.83 kN Máximo: 134.03 kN Calculado: 17.18 kN Máximo: 191.47 kN Calculado: 180.37 kN	Cumple Cumple Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 257.28 kN Calculado: 139.57 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 380.952 MPa Calculado: 177.406 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 419.05 kN Calculado: 15.28 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales: - Derecha: - Izquierda: - Arriba:	Máximo: 261.905 MPa Calculado: 94.9634 MPa Calculado: 94.4837 MPa Calculado: 192.425 MPa	Cumple Cumple Cumple



Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
- Abajo:	Calculado: 190.178 MPa	Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>	Mínimo: 250	
- Derecha:	Calculado: 2095.66	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 2194.98	Cumple
- Arriba:	Calculado: 4192.23	Cumple
- Abajo:	Calculado: 4618.3	Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 261.905 MPa Calculado: 235.921 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Relación rotura pésima sección de hormigón: 0.151		
- Punto de tensión local máxima: (0.15, 0.44)		

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	Preparación de bordes (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Rigidizador y-y (x = -155): Soldadura a la placa base	En ángulo	7	--	700	10.0	90.00
Rigidizador y-y (x = 155): Soldadura a la placa base	En ángulo	7	--	700	10.0	90.00
Soldadura de los pernos a la placa base	De penetración parcial	--	9	101	25.0	90.00
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>						

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Rigidizador y-y (x = -155): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador y-y (x = 155): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Soldadura de los pernos a la placa base	0.0	0.0	198.3	343.5	89.02	0.0	0.00	410.0	0.85

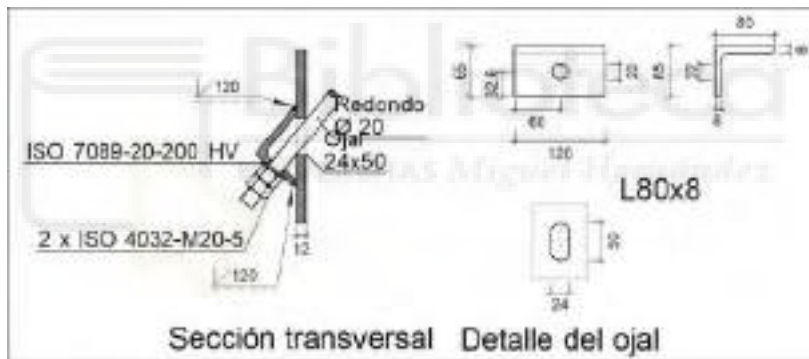
d) Medición



Soldaduras				
f_u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	En ángulo	7	2714
		A tope en bisel simple con talón de raíz amplio	9	603
	En el lugar de montaje	En ángulo	8	1554

Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Placa base	1	650x700x25	89.29
	Rigidizadores pasantes	2	700/340x200/25x10	17.03
	Total			106.33
B 400 S, $Y_s = 1.15$ (corrugado)	Pernos de anclaje	6	$\varnothing 32 - L = 777$	29.43
	Total			29.43

Tipo 7



b) Comprobación

1) L80x8 (S275)

Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Cortante de la sección transversal	kN	21.54	118.55	18.17
Flector	--	--	--	56.79

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas			
Ref.	Tipo	Preparación de bordes (mm)	l (mm)
Soldaduras a tope del angular a la pieza	A tope en bisel simple	8	120

l: Longitud efectiva

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldaduras a tope del angular a la pieza	La comprobación no procede.							410.0	0.85

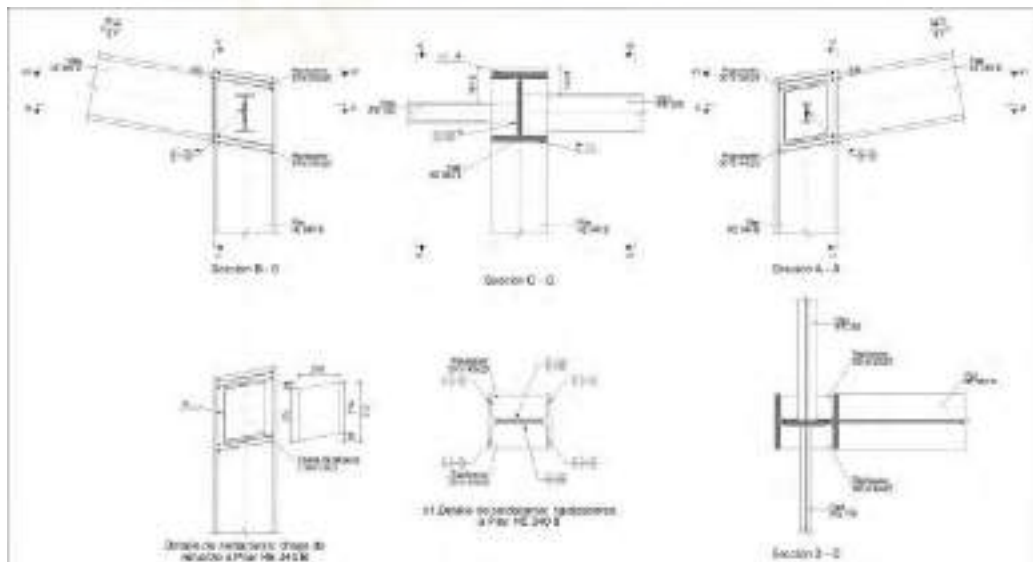
c) Medición

Soldaduras				
f_u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	A tope en bisel simple	8	240

Angulares				
Material	Tipo	Descripción (mm)	Longitud (mm)	Peso (kg)
S275	Anclajes de tirantes	L80x8	120	1.15
				Total

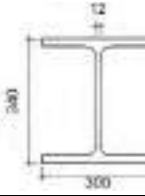
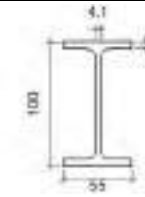
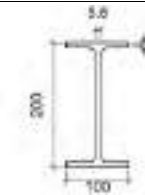
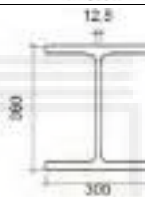
Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tuercas	Clase 5	2	ISO 4032-M20
Arandelas	Dureza 200 HV	1	ISO 7089-20



Tipo 8



b) Descripción de los componentes de la unión



Perfiles									
Pieza	Descripción	Esquema	Geometría				Acero		
			Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Pilar	HE 340 B		340	300	21.5	12	S275	275.0	410.0
Viga	IPE 100		100	55	5.7	4.1	S275	275.0	410.0
Viga	IPE 200		200	100	8.5	5.6	S275	275.0	410.0
Viga	HE 360 B		360	300	22.5	12.5	S275	275.0	410.0

Elementos complementarios							
Pieza	Esquema	Geometría			Tipo	Acero	
		Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)		f_y (MPa)	f_u (MPa)
Rigidizador		301.6	140	25	S275	275.0	410.0
Chapa de refuerzo		219	313	12	S275	275.0	410.0

c) Comprobación

1) Pilar HE 340 B



Comprobaciones de resistencia						
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)	
Panel	Esbeltez	--	--	--	38.25	
	Cortante	kN	700.09	1110.49	63.04	
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	103.48	261.90	39.51	
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	116.82	261.90	44.60	
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	103.58	261.90	39.55	
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	116.73	261.90	44.57	
Ala	Desgarro	N/mm ²	118.17	261.90	45.12	
	Cortante	N/mm ²	118.43	261.90	45.22	
Viga IPE 100	Alma	Punzonamiento	kN	27.50	255.53	10.76
		Flexión por fuerza perpendicular	kN	30.18	95.71	31.53
Viga IPE 200	Alma	Punzonamiento	kN	36.36	522.39	6.96
		Flexión por fuerza perpendicular	kN	30.18	113.59	26.57

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	11	113	21.5	80.00
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	5	248	12.0	90.00
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	11	113	21.5	80.00
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	5	248	12.0	90.00
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	11	113	21.5	80.00
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	5	248	12.0	90.00
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	11	113	21.5	80.00
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	5	248	12.0	90.00
Soldadura de la chapa de refuerzo al alma	En ángulo	8	995	12.0	90.00

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador superior a las alas	75.5	89.9	4.1	173.2	44.88	75.5	23.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	119.8	207.5	53.78	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	85.2	101.5	4.3	195.6	50.68	85.2	25.97	410.0	0.85



Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	135.0	233.8	60.59	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a las alas	75.5	90.0	4.1	173.4	44.93	75.5	23.02	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	119.7	207.3	53.71	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	85.1	101.4	4.3	195.4	50.63	85.1	25.95	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	135.2	234.1	60.67	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa de refuerzo al alma	La comprobación no procede.							410.0	0.85

2) Viga HE 360 B

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del ala superior	En ángulo	11	300	21.5	80.00	
Soldadura del alma	En ángulo	6	265	12.5	90.00	
Soldadura del ala inferior	En ángulo	11	300	21.5	80.00	

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	93.7	78.7	2.2	165.4	42.87	93.7	28.58	410.0	0.85
Soldadura del alma	68.1	68.1	32.9	147.7	38.27	68.1	20.77	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	86.4	103.0	2.3	198.2	51.36	86.4	26.34	410.0	0.85

3) Viga IPE 100

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm ²	134.18	261.90	51.23



Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del alma	En ángulo	3	50	4.1	90.00
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>					

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	64.8	64.8	0.9	129.7	33.60	64.8	19.77	410.0	0.85

4) Viga IPE 200

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm ²	61.85	261.90	23.62

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del alma	En ángulo	3	105	5.6	90.00
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>					

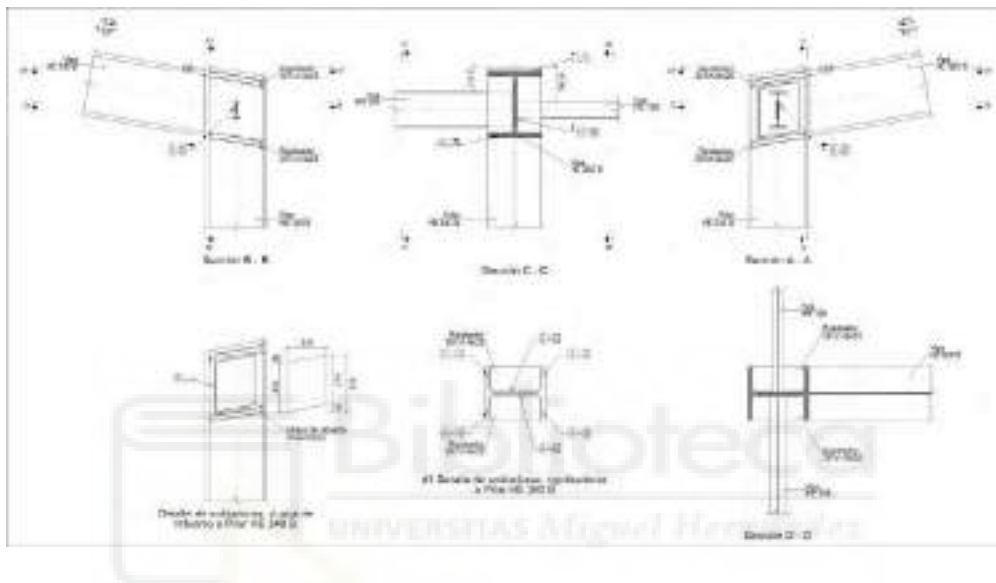
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	40.8	40.8	0.7	81.6	21.15	40.8	12.44	410.0	0.85

d) Medición

Soldaduras				
f_u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	En ángulo	5	1981
			8	995
			11	1808
	En el lugar de montaje	En ángulo	3	310
			6	530
			11	1067

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Rigidizadores	4	301x140x25	33.14
	Chapas	1	219x313x12	6.46
	Total			39.60

Tipo 9



b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Esquema	Geometría				Tipo	Acero	
			Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)		f_y (MPa)	f_u (MPa)
Pilar	HE 340 B		340	300	21.5	12	S275	275.0	410.0
Viga	IPE 200		200	100	8.5	5.6	S275	275.0	410.0



Perfiles									
Pieza	Descripción	Esquema	Geometría				Acero		
			Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f _y (MPa)	f _u (MPa)
Viga	IPE 100		100	55	5.7	4.1	S275	275.0	410.0
Viga	HE 360 B		360	300	22.5	12.5	S275	275.0	410.0

Elementos complementarios							
Pieza	Esquema	Geometría			Acero		
		Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Tipo	f _y (MPa)	f _u (MPa)
Rigidizador		301.6	140	25	S275	275.0	410.0
Chapa de refuerzo		219	313	12	S275	275.0	410.0

c) Comprobación

1) Pilar HE 340 B

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Panel	Esbeltez	--	--	--	38.25
	Cortante	kN	737.79	1110.49	66.44
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	109.08	261.90	41.65
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	122.72	261.90	46.86
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	109.00	261.90	41.62
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	122.79	261.90	46.89
Ala	Desgarro	N/mm ²	122.05	261.90	46.60
	Cortante	N/mm ²	122.20	261.90	46.66



Viga IPE 200	Alma	Punzonamiento	kN	38.36	522.39	7.34
		Flexión por fuerza perpendicular	kN	30.47	113.59	26.83
Viga IPE 100	Alma	Punzonamiento	kN	27.58	255.53	10.79
		Flexión por fuerza perpendicular	kN	30.47	95.71	31.84

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	11	113	21.5	80.00	
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	5	248	12.0	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	11	113	21.5	80.00	
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	5	248	12.0	90.00	
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	11	113	21.5	80.00	
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	5	248	12.0	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	11	113	21.5	80.00	
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	5	248	12.0	90.00	
Soldadura de la chapa de refuerzo al alma	En ángulo	8	995	12.0	90.00	

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador superior a las alas	79.6	94.8	3.6	182.6	47.33	79.6	24.26	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	126.1	218.4	56.61	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	89.5	106.7	3.8	205.5	53.25	89.5	27.30	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	142.1	246.2	63.80	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a las alas	79.5	94.8	3.6	182.5	47.29	79.5	24.24	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	126.3	218.7	56.67	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	89.6	106.8	3.8	205.6	53.28	89.6	27.31	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	142.0	245.9	63.73	0.0	0.00	410.0	0.85



Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura de la chapa de refuerzo al alma	La comprobación no procede.							410.0	0.85

2) Viga HE 360 B

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del ala superior	En ángulo	11	300	21.5	80.00	
Soldadura del alma	En ángulo	6	265	12.5	90.00	
Soldadura del ala inferior	En ángulo	11	300	21.5	80.00	

*a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas*

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	98.7	82.9	2.0	174.2	45.15	98.8	30.11	410.0	0.85
Soldadura del alma	71.6	71.6	28.9	151.8	39.33	71.6	21.84	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	90.9	108.3	2.1	208.4	54.02	90.9	27.70	410.0	0.85

3) Viga IPE 200

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm ²	65.25	261.90	24.92

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del alma	En ángulo	3	105	5.6	90.00	

*a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas*



Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	43.1	43.1	0.7	86.1	22.32	43.1	13.13	410.0	0.85

4) Viga IPE 100

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm ²	134.58	261.90	51.39

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del alma	En ángulo	3	50	4.1	90.00	

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

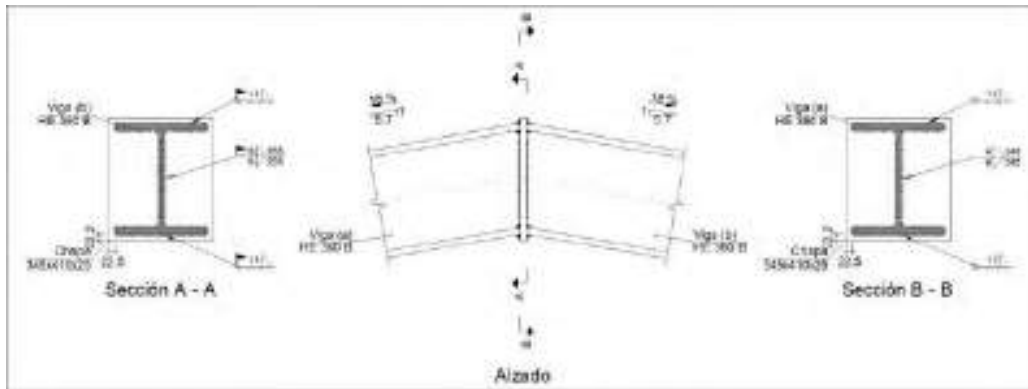
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	65.0	65.0	0.9	130.1	33.70	65.0	19.82	410.0	0.85

d) Medición

Soldaduras				
f_u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	En ángulo	5	1981
			8	995
			11	1808
410.0	En el lugar de montaje	En ángulo	3	310
			6	530
			11	1067

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Rigidizadores	4	301x140x25	33.14
	Chapas	1	219x313x12	6.46
				Total

Tipo 10



b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Esquema	Geometría				Acero		
			Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Viga	HE 360 B		360	300	22.5	12.5	S275	275.0	410.0

Elementos complementarios							
Pieza	Esquema	Geometría			Acero		
		Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Chapa frontal		345	410	25	S275	275.0	410.0

c) Comprobación

1) Chapa frontal

Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Interacción flexión - cortante	--	--	--	0.00
Deformación admisible	mRad	--	2	0.00

2) Viga (a) HE 360 B



Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del ala superior	En ángulo	11	300	22.5	80.00
Soldadura del alma	En ángulo	6	265	12.5	90.00
Soldadura del ala inferior	En ángulo	11	300	22.5	80.00

*a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas*

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	29.3	35.0	0.4	67.3	17.43	30.4	9.25	410.0	0.85
Soldadura del alma	24.5	24.5	2.3	49.2	12.75	24.5	7.48	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	27.8	23.4	0.1	49.1	12.73	27.9	8.49	410.0	0.85

3) Viga (b) HE 360 B

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del ala superior	En ángulo	11	300	22.5	80.00
Soldadura del alma	En ángulo	6	265	12.5	90.00
Soldadura del ala inferior	En ángulo	11	300	22.5	80.00

*a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas*

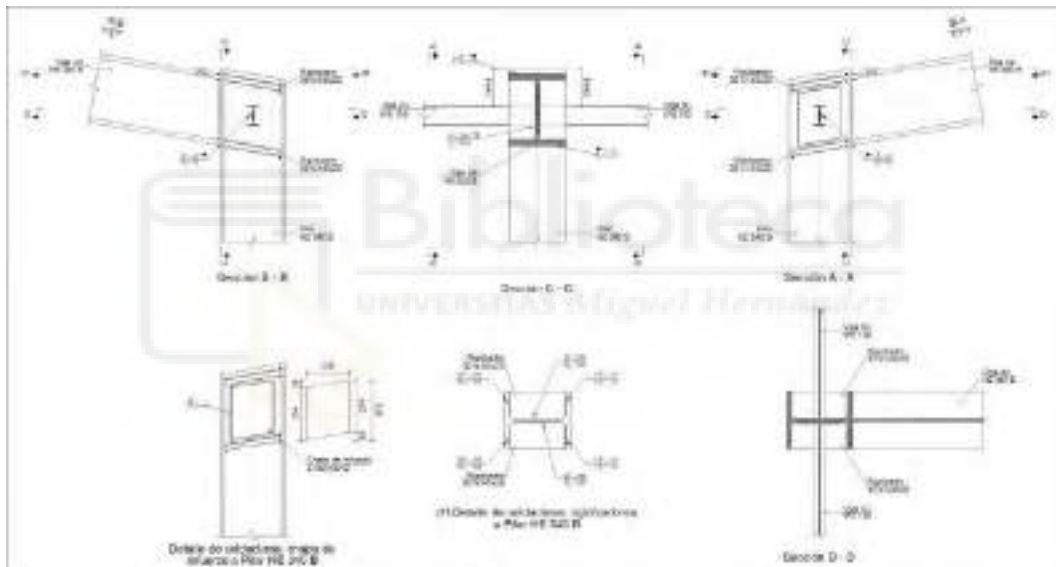
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	29.3	35.0	0.4	67.3	17.43	30.4	9.25	410.0	0.85
Soldadura del alma	24.5	24.5	2.6	49.2	12.76	24.5	7.48	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	27.8	23.4	0.1	49.1	12.73	27.9	8.49	410.0	0.85

d) Medición

Soldaduras				
f_u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	En ángulo	6	530
			11	1158
	En el lugar de montaje	En ángulo	6	530
			11	1158

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Chapas	1	345x410x25	27.76
			Total	27.76

Tipo 11



b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Esquema	Geometría				Tipo	Acero	
			Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)		f_y (MPa)	f_u (MPa)
Pilar	HE 340 B		340	300	21.5	12	S275	275.0	410.0



Perfiles									
Pieza	Descripción	Esquema	Geometría				Acero		
			Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Viga	IPE 100		100	55	5.7	4.1	S275	275.0	410.0
Viga	HE 360 B		360	300	22.5	12.5	S275	275.0	410.0

Elementos complementarios							
Pieza	Geometría				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Rigidizador		301.6	140	25	S275	275.0	410.0
Chapa de refuerzo		219	313	12	S275	275.0	410.0

c) Comprobación

1) Pilar HE 340 B

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Panel	Esbeltez	--	--	--	38.25
	Cortante	kN	865.02	1110.49	77.89
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	127.71	261.90	48.76
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	143.60	261.90	54.83
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	127.69	261.90	48.75
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	143.62	261.90	54.84



	Ala	Cortante	N/mm ²	142.08	261.90	54.25
Viga (c) IPE 100	Alma	Punzonamiento	kN	27.58	255.53	10.79
		Flexión por fuerza perpendicular	kN	1.44	95.71	1.50
Viga (b) IPE 100	Alma	Punzonamiento	kN	27.57	255.53	10.79
		Flexión por fuerza perpendicular	kN	1.46	95.71	1.52

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	11	113	21.5	80.00	
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	5	248	12.0	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	11	113	21.5	80.00	
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	5	248	12.0	90.00	
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	11	113	21.5	80.00	
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	5	248	12.0	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	11	113	21.5	80.00	
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	5	248	12.0	90.00	
Soldadura de la chapa de refuerzo al alma	En ángulo	8	995	12.0	90.00	

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia										
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w	
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)			
Soldadura del rigidizador superior a las alas	93.3	111.2	0.1	214.0	55.45	93.3	28.44	410.0	0.85	
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	148.0	256.3	66.42	0.0	0.00	410.0	0.85	
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	104.9	125.0	0.1	240.6	62.35	104.9	31.98	410.0	0.85	
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	166.4	288.2	74.69	0.0	0.00	410.0	0.85	
Soldadura del rigidizador superior a las alas	93.3	111.2	0.1	214.0	55.44	93.3	28.44	410.0	0.85	
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	148.0	256.3	66.42	0.0	0.00	410.0	0.85	
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	104.9	125.0	0.1	240.6	62.36	104.9	31.98	410.0	0.85	



Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	166.4	288.2	74.69	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa de refuerzo al alma	La comprobación no procede.							410.0	0.85

2) Viga (a) HE 360 B

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del ala superior	En ángulo	11	300	21.5	80.00	
Soldadura del alma	En ángulo	6	265	12.5	90.00	
Soldadura del ala inferior	En ángulo	11	300	21.5	80.00	

*a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas*

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	115.7	97.1	0.3	204.2	52.91	115.7	35.28	410.0	0.85
Soldadura del alma	83.9	83.9	31.9	176.6	45.77	83.9	25.57	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	106.4	126.8	0.2	244.1	63.25	106.4	32.44	410.0	0.85

3) Viga (c) IPE 100

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm ²	134.58	261.90	51.39

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del alma	En ángulo	3	50	4.1	90.00	

*a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas*



Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	65.0	65.0	0.9	130.1	33.70	65.0	19.82	410.0	0.85

4) Viga (b) IPE 100

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm ²	134.49	261.90	51.35

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del alma	En ángulo	3	50	4.1	90.00	

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

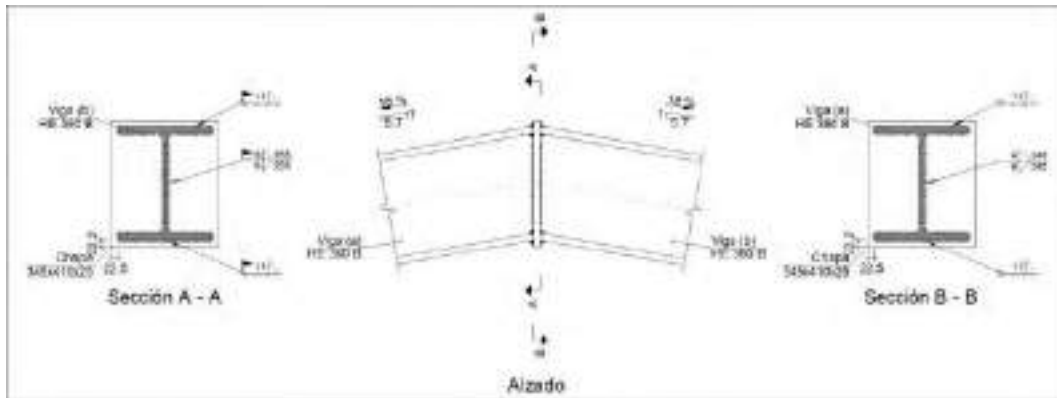
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	65.0	65.0	0.9	130.0	33.68	65.0	19.81	410.0	0.85

d) Medición

Soldaduras				
f_u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	En ángulo	5	1981
			8	995
			11	1808
410.0	En el lugar de montaje	En ángulo	3	200
			6	530
			11	1067

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Rigidizadores	4	301x140x25	33.14
	Chapas	1	219x313x12	6.46
				Total

Tipo 12



b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Esquema	Geometría				Acero		
			Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Viga	HE 360 B		360	300	22.5	12.5	S275	275.0	410.0

Elementos complementarios							
Pieza	Geometría				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Chapa frontal		345	410	25	S275	275.0	410.0

c) Comprobación

1) Chapa frontal

Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Interacción flexión - cortante	--	--	--	0.00
Deformación admisible	mRad	--	2	0.00

2) Viga (a) HE 360 B



Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del ala superior	En ángulo	11	300	22.5	80.00
Soldadura del alma	En ángulo	6	265	12.5	90.00
Soldadura del ala inferior	En ángulo	11	300	22.5	80.00

*a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas*

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	44.1	52.5	0.2	101.0	26.18	44.2	13.48	410.0	0.85
Soldadura del alma	35.3	35.3	2.4	70.7	18.31	35.3	10.75	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	40.8	34.2	0.2	72.0	18.65	40.8	12.44	410.0	0.85

3) Viga (b) HE 360 B

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del ala superior	En ángulo	11	300	22.5	80.00
Soldadura del alma	En ángulo	6	265	12.5	90.00
Soldadura del ala inferior	En ángulo	11	300	22.5	80.00

*a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas*

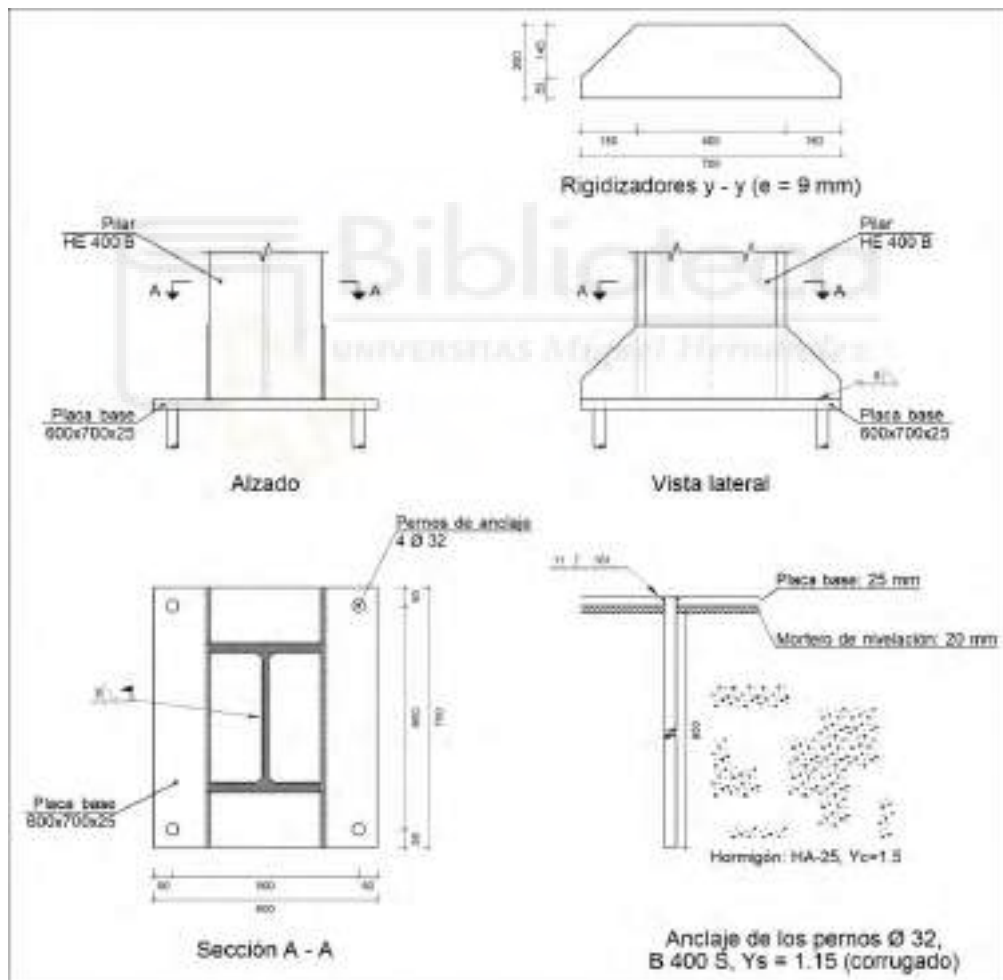
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	44.1	52.5	0.2	101.0	26.18	44.2	13.48	410.0	0.85
Soldadura del alma	35.3	35.3	2.6	70.7	18.31	35.3	10.75	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	40.8	34.2	0.2	72.0	18.65	40.8	12.44	410.0	0.85

d) Medición

Soldaduras				
f_u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	En ángulo	6	530
			11	1158
	En el lugar de montaje	En ángulo	6	530
			11	1158

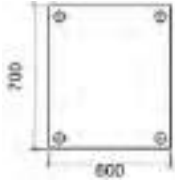
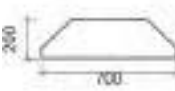
Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Chapas	1	345x410x25	27.76
				Total

Tipo 13



b) Descripción de los componentes de la unión



Elementos complementarios												
Pieza	Geometría				Cantidad	Taladros			Acero			
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)		Diámetro exterior (mm)	Diámetro interior (mm)	Bisel (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)	
Placa base		600	700	25	4	54	34	11	S275	275.0	410.0	
Rigidizador		700	200	9	-	-	-	-	S275	275.0	410.0	

c) Comprobación

1) Pilar HE 400 B

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura perimetral a la placa	En ángulo	9	1661	13.5	90.00	
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>						

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura perimetral a la placa	La comprobación no procede.							410.0	0.85

2) Placa de anclaje

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 96 mm Calculado: 501 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 48 mm Calculado: 50 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores: - Paralelos a Y:	Máximo: 50 Calculado: 48.1	Cumple



Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 37 cm Calculado: 95 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón:		
- Tracción:	Máximo: 259.85 kN Calculado: 217.26 kN	Cumple
- Cortante:	Máximo: 181.89 kN Calculado: 23.24 kN	Cumple
- Tracción + Cortante:	Máximo: 259.85 kN Calculado: 250.46 kN	Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 257.28 kN Calculado: 194.99 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 380.952 MPa Calculado: 247.515 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 419.05 kN Calculado: 20.66 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales:	Máximo: 261.905 MPa	
- Derecha:	Calculado: 153.176 MPa	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 168.87 MPa	Cumple
- Arriba:	Calculado: 155.016 MPa	Cumple
- Abajo:	Calculado: 157.301 MPa	Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>	Mínimo: 250	
- Derecha:	Calculado: 2455.59	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 1740.52	Cumple
- Arriba:	Calculado: 6664.35	Cumple
- Abajo:	Calculado: 7254.23	Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 261.905 MPa Calculado: 0 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Relación rotura pésima sección de hormigón: 0.174		

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	Preparación de bordes (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Rigidizador y-y (x = -155): Soldadura a la placa base	En ángulo	6	--	700	9.0	90.00
Rigidizador y-y (x = 155): Soldadura a la placa base	En ángulo	6	--	700	9.0	90.00
Soldadura de los pernos a la placa base	De penetración parcial	--	11	101	25.0	90.00



Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	Preparación de bordes (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>						

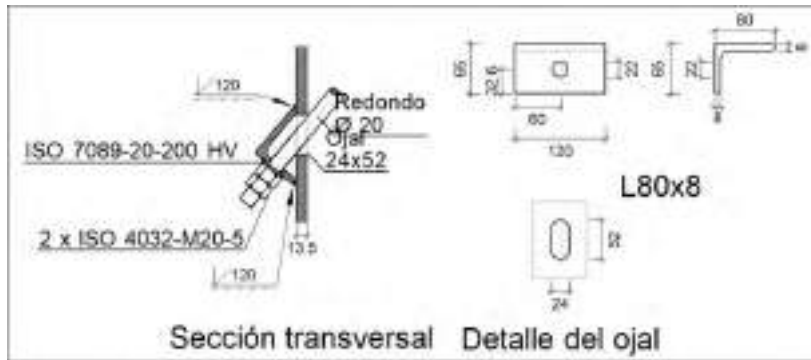
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Rigidizador y-y (x = -155): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador y-y (x = 155): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Soldadura de los pernos a la placa base	0.0	0.0	215.5	373.3	96.73	0.0	0.00	410.0	0.85

d) Medición

Soldaduras				
f_u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	En ángulo	6	2704
		A tope en bisel simple con talón de raíz amplio	11	402
	En el lugar de montaje	En ángulo	9	1661

Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Placa base	1	600x700x25	82.43
	Rigidizadores pasantes	2	700/400x200/55x9	16.71
	Total			99.13
B 400 S, $Y_s = 1.15$ (corrugado)	Pernos de anclaje	4	$\varnothing 32 - L = 1027$	25.94
	Total			25.94

Tipo 14



b) Comprobación

1) L80x8 (S275)

Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Cortante de la sección transversal	kN	21.84	118.55	18.42
Flector	--	--	--	57.57

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas			
Ref.	Tipo	Preparación de bordes (mm)	l (mm)
Soldaduras a tope del angular a la pieza	A tope en bisel simple	8	120

l: Longitud efectiva

Comprobación de resistencia								
Ref.	Tensión de Von Mises				Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)		
Soldaduras a tope del angular a la pieza	La comprobación no procede.						410.0	0.85

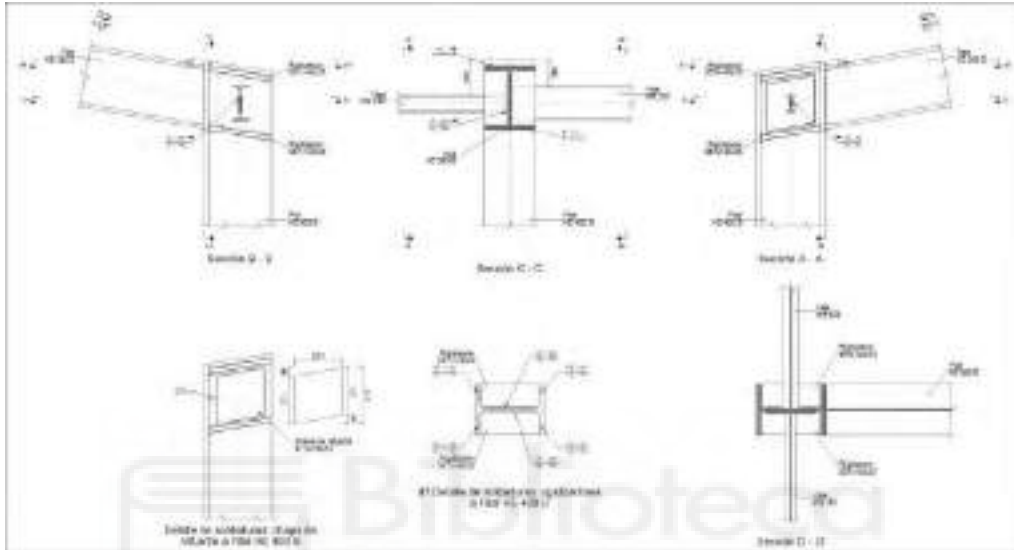
c) Medición

Soldaduras				
f_u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	A tope en bisel simple	8	240

Angulares					
Material	Tipo	Descripción (mm)	Longitud (mm)	Peso (kg)	
S275	Anclajes de tirantes		L80x8	120	1.15
				Total	1.15

Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tuercas	Clase 5	2	ISO 4032-M20
Arandelas	Dureza 200 HV	1	ISO 7089-20


Tipo 15





b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Esquema	Geometría				Acero		
			Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Pilar	HE 400 B		400	300	24	13.5	S275	275.0	410.0
Viga	IPE 100		100	55	5.7	4.1	S275	275.0	410.0
Viga	IPE 200		200	100	8.5	5.6	S275	275.0	410.0



Perfiles									
Pieza	Descripción	Esquema	Geometría				Acero		
			Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Viga	HE 360 B		360	300	22.5	12.5	S275	275.0	410.0

Elementos complementarios							
Pieza	Geometría				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Rigidizador		357.4	140	25	S275	275.0	410.0
Chapa de refuerzo		271	319	14	S275	275.0	410.0

c) Comprobación

1) Pilar HE 400 B

Comprobaciones de resistencia						
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)	
Panel	Esbeltez	--	--	--	40.29	
	Cortante	kN	748.16	1469.77	50.90	
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	109.86	261.90	41.95	
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	124.38	261.90	47.49	
Rigidizador superior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	109.95	261.90	41.98	
Rigidizador inferior	Tensión de Von Mises	N/mm ²	124.29	261.90	47.46	
Ala	Desgarro	N/mm ²	94.34	261.90	36.02	
	Cortante	N/mm ²	94.50	261.90	36.08	
Viga IPE 100	Punzonamiento	kN	27.57	287.47	9.59	
	Flexión por fuerza perpendicular	kN	30.36	117.36	25.87	
	Alma	Punzonamiento	kN	39.09	587.68	6.65



Viga IPE 200		Flexión por fuerza perpendicular	kN	30.36	135.87	22.34
--------------	--	----------------------------------	----	-------	--------	-------

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	11	113	24.0	80.00	
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	6	303	13.5	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	11	113	24.0	80.00	
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	6	303	13.5	90.00	
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	11	113	24.0	80.00	
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	6	303	13.5	90.00	
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	11	113	24.0	80.00	
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	6	303	13.5	90.00	
Soldadura de la chapa de refuerzo al alma	En ángulo	9	1094	13.5	90.00	

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador superior a las alas	80.2	95.5	3.5	183.9	47.67	80.2	24.44	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	86.5	149.9	38.84	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	90.8	108.2	3.7	208.3	53.97	90.8	27.67	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	97.8	169.4	43.90	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a las alas	80.2	95.6	3.5	184.1	47.71	80.2	24.46	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	86.4	149.7	38.79	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	90.7	108.1	3.7	208.1	53.93	90.7	27.65	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	97.9	169.6	43.95	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura de la chapa de refuerzo al alma	La comprobación no procede.							410.0	0.85



2) Viga HE 360 B

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del ala superior	En ángulo	11	300	22.5	80.00
Soldadura del alma	En ángulo	6	265	12.5	90.00
Soldadura del ala inferior	En ángulo	11	300	22.5	80.00

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	100.2	84.1	1.9	176.8	45.82	100.2	30.55	410.0	0.85
Soldadura del alma	73.0	73.0	29.1	154.5	40.03	73.0	22.26	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	92.6	110.3	2.0	212.3	55.02	92.6	28.22	410.0	0.85

3) Viga IPE 100

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm ²	134.49	261.90	51.35

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del alma	En ángulo	3	50	4.1	90.00

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	65.0	65.0	0.9	130.0	33.68	65.0	19.81	410.0	0.85

4) Viga IPE 200

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)



Alma	Tensión de Von Mises	N/mm ²	66.49	261.90	25.39
------	----------------------	-------------------	-------	--------	-------

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del alma	En ángulo	3	105	5.6	90.00
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>					

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	43.9	43.9	0.7	87.8	22.74	43.9	13.38	410.0	0.85

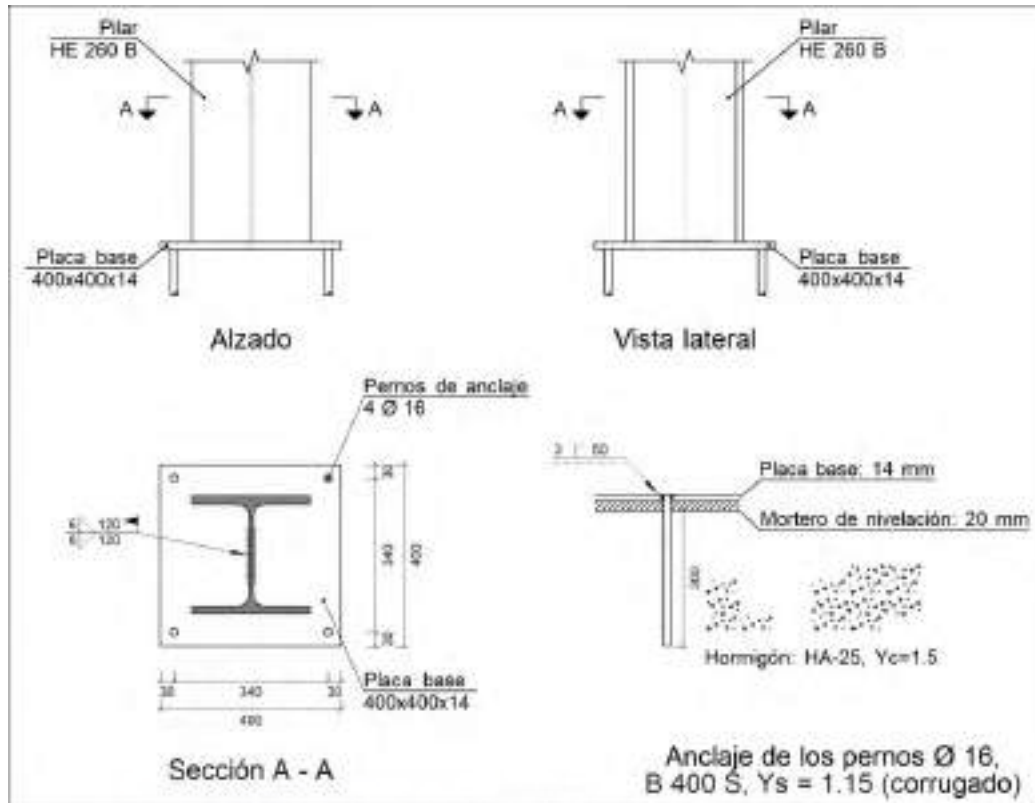
d) Medición

Soldaduras				
f _u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	En ángulo	6	2427
			9	1094
			11	1808
	En el lugar de montaje	En ángulo	3	310
			6	530
			11	1067

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Rigidizadores	4	357x140x25	39.28
	Chapas	1	271x319x14	9.50
				Total

Tipo 16

a) Detalle



b) Descripción de los componentes de la unión

Elementos complementarios											
Pieza	Geometría				Cantidad	Taladros			Tipo	Acero	
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)		Diámetro exterior (mm)	Diámetro interior (mm)	Bisel (mm)		f_y (MPa)	f_u (MPa)
Placa base		400	400	14	4	22	18	3	S275	275.0	410.0

c) Comprobación

1) Pilar HE 260 B

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm ²	65.98	261.90	25.19

Cordones de soldadura



Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del alma	En ángulo	6	120	10.0	90.00
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>					

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	30.6	30.6	0.3	61.2	15.85	30.6	9.32	410.0	0.85

2) Placa de anclaje

Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 48 mm Calculado: 340 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 24 mm Calculado: 30 mm	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 18 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón:		
- Tracción:	Máximo: 41.03 kN Calculado: 4.51 kN	Cumple
- Cortante:	Máximo: 28.72 kN Calculado: 11.34 kN	Cumple
- Tracción + Cortante:	Máximo: 41.03 kN Calculado: 20.71 kN	Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 64.32 kN Calculado: 5.24 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 380.952 MPa Calculado: 101.793 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 117.33 kN Calculado: 10.63 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales:	Máximo: 261.905 MPa	
- Derecha:	Calculado: 32.6019 MPa	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 32.6019 MPa	Cumple
- Arriba:	Calculado: 32.7958 MPa	Cumple
- Abajo:	Calculado: 32.7958 MPa	Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>	Mínimo: 250	
- Derecha:	Calculado: 2827.65	Cumple



Referencia:		
Comprobación	Valores	Estado
- Izquierda:	Calculado: 2827.65	Cumple
- Arriba:	Calculado: 2827.65	Cumple
- Abajo:	Calculado: 2827.65	Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 261.905 MPa Calculado: 0 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Relación rotura pésima sección de hormigón: 0.0134		

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	Preparación de bordes (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura de los pernos a la placa base	De penetración parcial	3	50	14.0	90.00
<i>l: Longitud efectiva</i>					
<i>t: Espesor de piezas</i>					

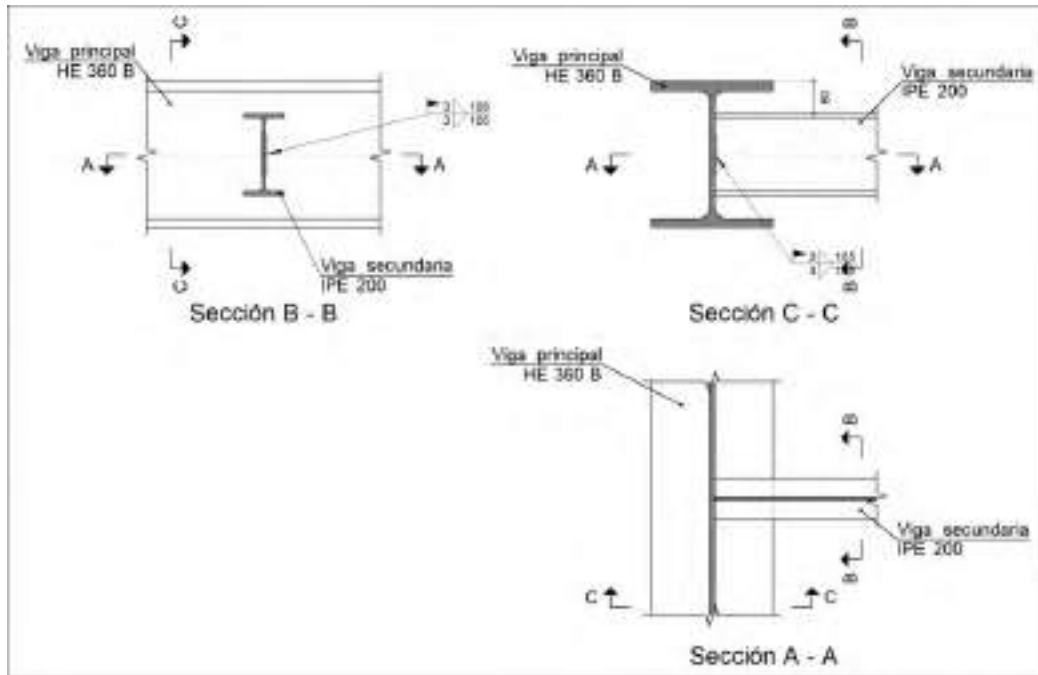
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura de los pernos a la placa base	0.0	0.0	104.3	180.7	46.83	0.0	0.00	410.0	0.85

d) Medición

Soldaduras				
f_u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	A tope en bisel simple con talón de raíz amplio	3	201
	En el lugar de montaje	En ángulo	6	240

Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Placa base	1	400x400x14	17.58
	Total			17.58
B 400 S, $Y_s = 1.15$ (corrugado)	Pernos de anclaje	4	$\varnothing 16 - L = 350$	2.21
	Total			2.21

Tipo 17



b) Descripción de los componentes de la unión

		Perfiles							
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Viga	HE 360 B		360	300	22.5	12.5	S275	275.0	410.0
Viga	IPE 200		200	100	8.5	5.6	S275	275.0	410.0

c) Comprobación

1) Viga principal

Comprobaciones de resistencia						
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)	
Alma	Punzonamiento	kN	4.68	158.99	2.94	
	Flexión por fuerza perpendicular	kN	4.67	215.03	2.17	



2) Viga secundaria IPE 200

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm ²	56.41	261.90	21.54

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del alma	En ángulo	3	105	5.6	90.00	

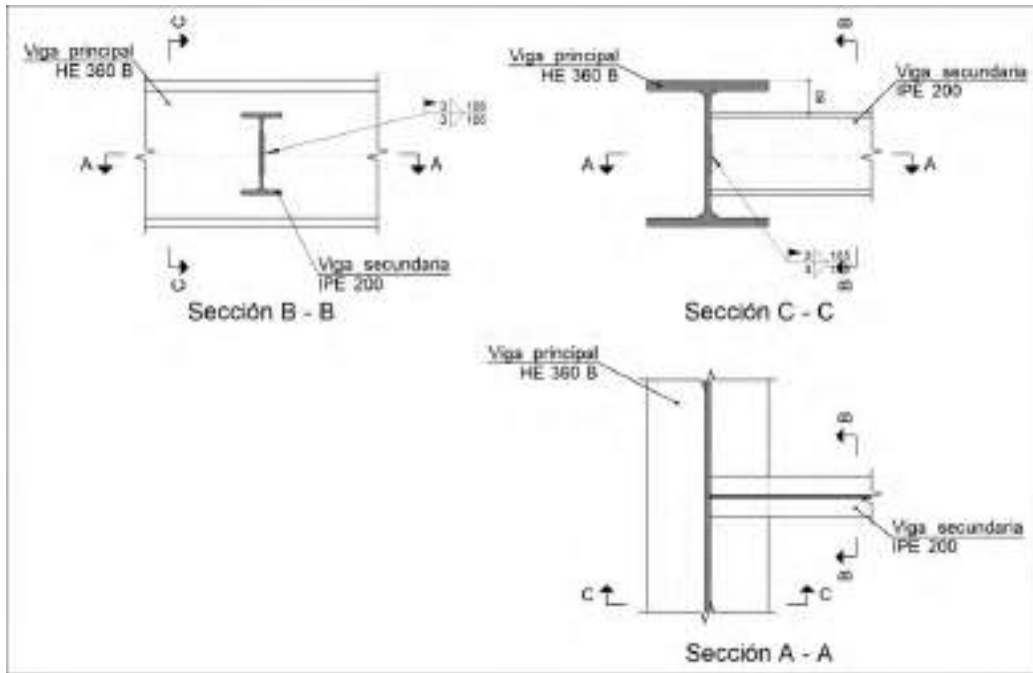
a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	19.7	23.2	1.2	44.8	11.60	23.2	7.06	410.0	0.85

d) Medición

Soldaduras				
f _u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En el lugar de montaje	En ángulo	3	210

Tipo 18



b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Esquema	Geometría				Acero		
			Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Viga	HE 360 B		360	300	22.5	12.5	S275	275.0	410.0
Viga	IPE 200		200	100	8.5	5.6	S275	275.0	410.0

c) Comprobación

1) Viga principal

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Punzonamiento	kN	5.05	158.99	3.17
	Flexión por fuerza perpendicular	kN	5.05	215.03	2.35

2) Viga secundaria IPE 200

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm ²	50.22	261.90	19.17

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del alma	En ángulo	3	105	5.6	90.00	

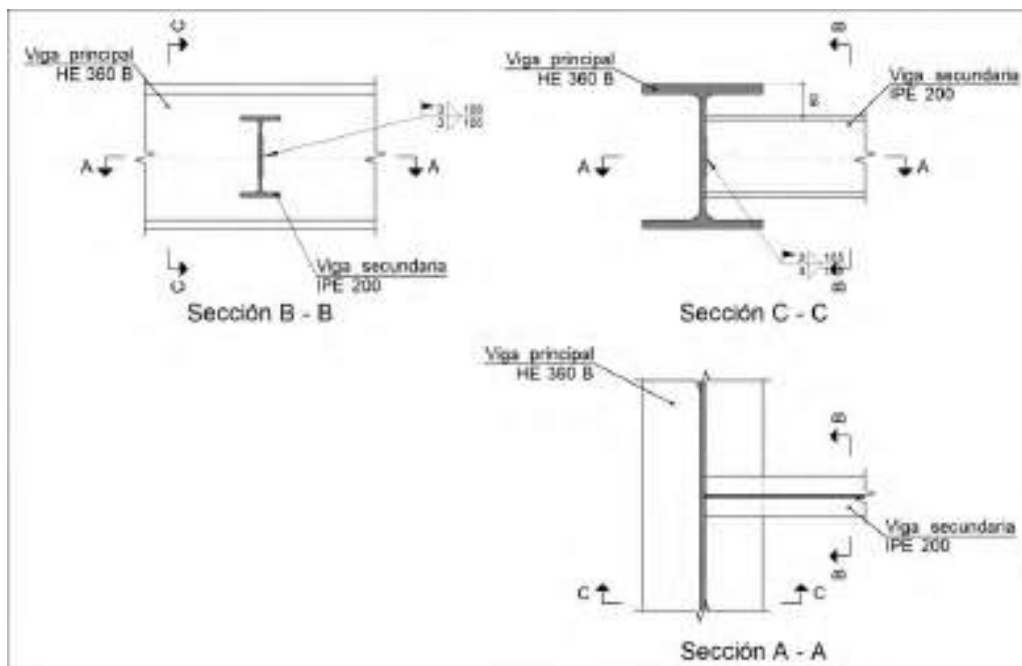
a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	18.1	20.1	1.2	39.3	10.18	20.1	6.13	410.0	0.85

d) Medición

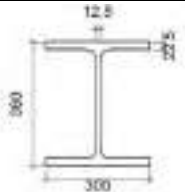

Soldaduras				
f _u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En el lugar de montaje	En ángulo	3	210

Tipo 19





b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Viga	HE 360 B		360	300	22.5	12.5	S275	275.0	410.0
Viga	IPE 200		200	100	8.5	5.6	S275	275.0	410.0

c) Comprobación

1) Viga principal

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Punzonamiento	kN	4.66	158.99	2.93
	Flexión por fuerza perpendicular	kN	4.67	215.03	2.17

2) Viga secundaria IPE 200

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm ²	56.42	261.90	21.54

Cordones de soldadura

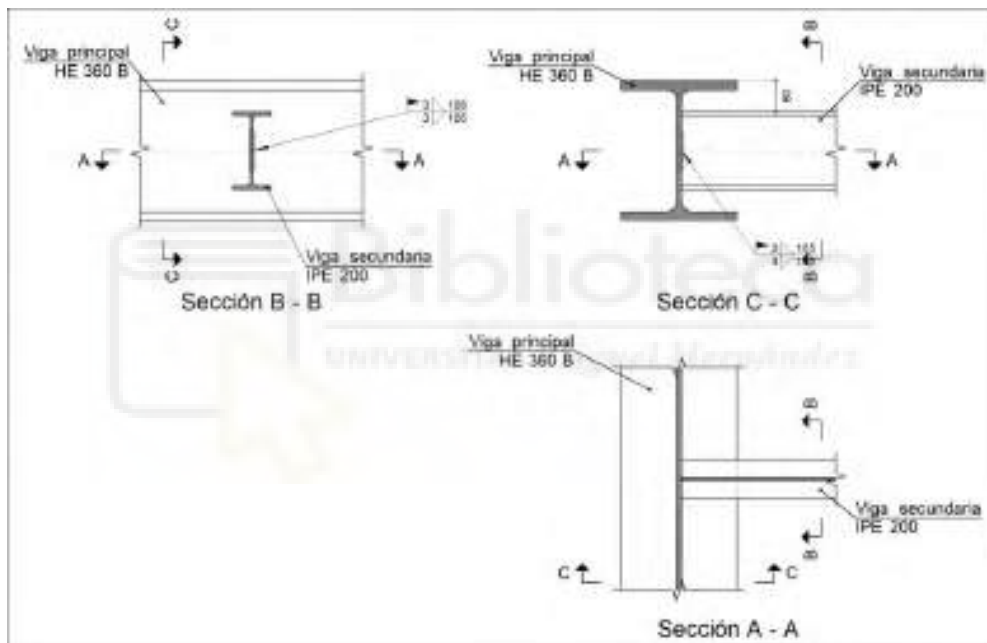
Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del alma	En ángulo	3	105	5.6	90.00	
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>						

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	19.7	23.2	1.2	44.8	11.60	23.2	7.07	410.0	0.85

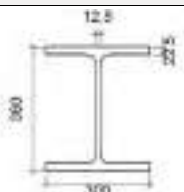
d) Medición

Soldaduras				
f_u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En el lugar de montaje	En ángulo	3	210


Tipo 20



b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Viga	HE 360 B		360	300	22.5	12.5	S275	275.0	410.0



Perfiles									
Pieza	Descripción	Esquema	Geometría				Acero		
			Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Viga	IPE 200		200	100	8.5	5.6	S275	275.0	410.0

c) Comprobación

1) Viga principal

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Punzonamiento	kN	5.04	158.99	3.17
	Flexión por fuerza perpendicular	kN	5.04	215.03	2.35

2) Viga secundaria IPE 200

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm ²	52.02	261.90	19.86

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del alma	En ángulo	3	105	5.6	90.00	

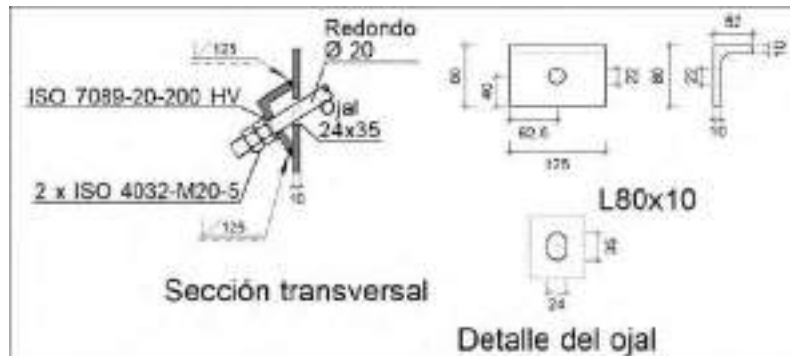
a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	18.9	20.7	1.2	40.6	10.53	20.7	6.32	410.0	0.85

d) Medición

Soldaduras				
f_u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En el lugar de montaje	En ángulo	3	210

Tipo 21



b) Comprobación

1) L80x10 (S275)

Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Cortante de la sección transversal	kN	22.36	155.75	14.36
Flector	--	--	--	68.73

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas			
Ref.	Tipo	Preparación de bordes (mm)	l (mm)
Soldaduras a tope del angular a la pieza	A tope en bisel simple	10	125

l: Longitud efectiva

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldaduras a tope del angular a la pieza	La comprobación no procede.							410.0	0.85

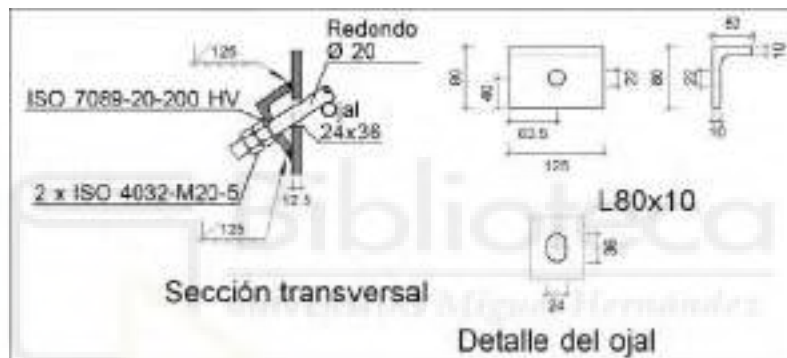
c) Medición

Soldaduras				
f_u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	A tope en bisel simple	10	250

Angulares				
Material	Tipo	Descripción (mm)	Longitud (mm)	Peso (kg)
S275	Anclajes de tirantes	L80x10	125	1.47
			Total	1.47

Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tuercas	Clase 5	2	ISO 4032-M20
Arandelas	Dureza 200 HV	1	ISO 7089-20

Tipo 22



b) Comprobación

1) L80x10 (S275)

Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Cortante de la sección transversal	kN	22.36	155.75	14.36
Flector	--	--	--	68.73

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas			
Ref.	Tipo	Preparación de bordes (mm)	l (mm)
Soldaduras a tope del angular a la pieza	A tope en bisel simple	10	125

l: Longitud efectiva



Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldaduras a tope del angular a la pieza	La comprobación no procede.							410.0	0.85

c) Medición

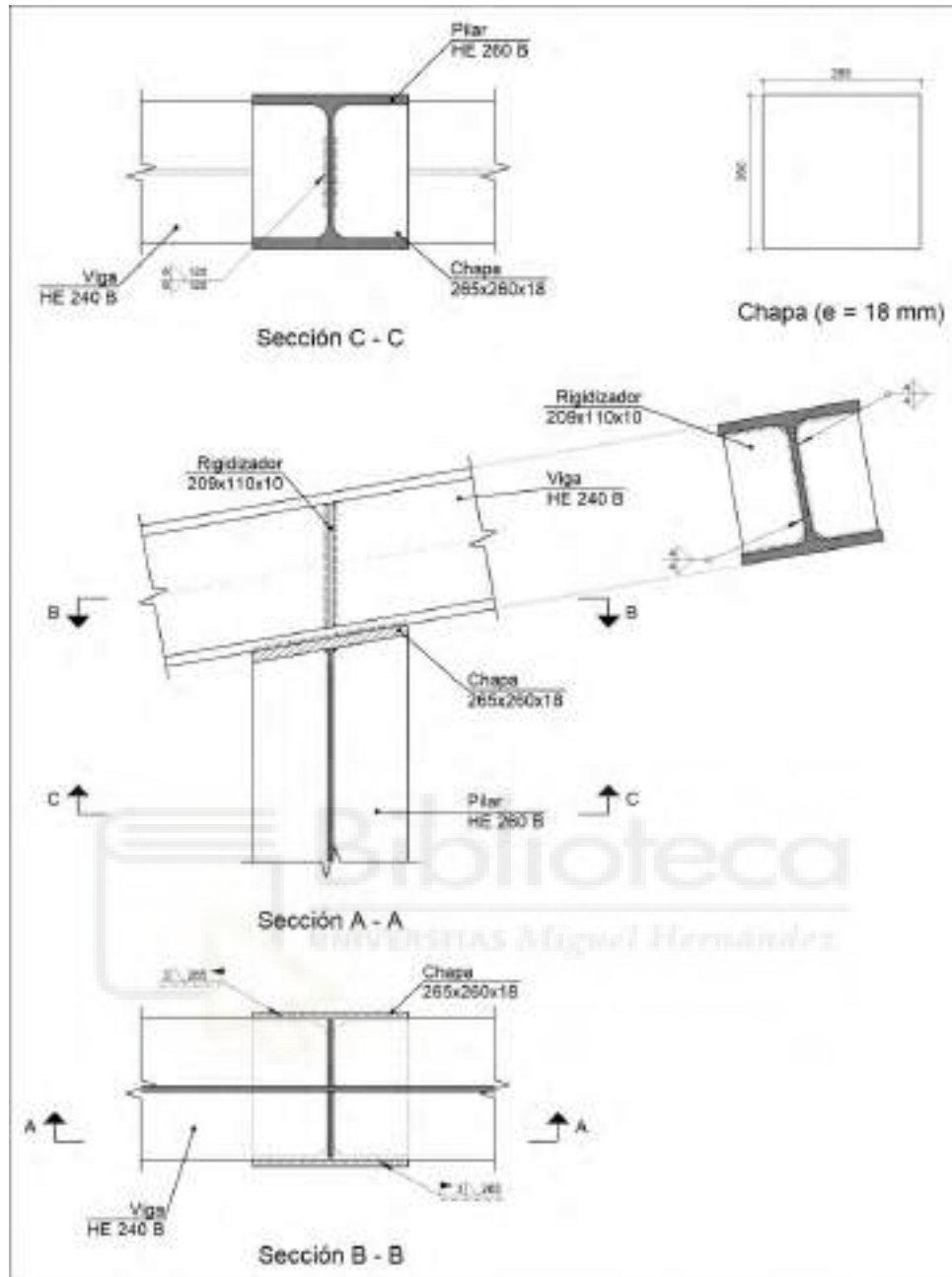
Soldaduras				
f_u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	A tope en bisel simple	10	250

Angulares					
Material	Tipo	Descripción (mm)	Longitud (mm)	Peso (kg)	
S275	Anclajes de tirantes		L80x10	125	1.47
				Total	1.47

Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tuercas	Clase 5	2	ISO 4032-M20
Arandelas	Dureza 200 HV	1	ISO 7089-20

Tipo 23

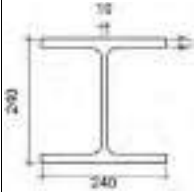


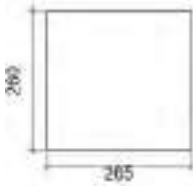
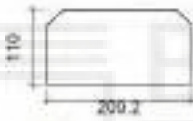


b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Esquema	Geometría				Acero		
			Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Pilar	HE 260 B		260	260	17.5	10	S275	275.0	410.0



Perfiles									
Pieza	Descripción	Esquema	Geometría				Acero		
			Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Viga	HE 240 B		240	240	17	10	S275	275.0	410.0

Elementos complementarios							
Pieza	Geometría				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Chapa frontal		265	260	18	S275	275.0	410.0
Rigidizador		209.2	110	10	S275	275.0	410.0

c) Comprobación

1) Viga HE 240 B

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Rigidizadores	Cortante	kN	22.46	301.18	7.46
	Tracción	kN	22.46	261.90	8.57

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del rigidizador al alma	En ángulo	4	167	10.0	90.00	
Soldadura del rigidizador a las alas	En ángulo	4	85	10.0	80.00	
Soldadura de la chapa a los bordes exteriores del ala	En ángulo	3	260	17.0	90.00	
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>						



Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador al alma	0.0	0.0	16.8	29.1	7.54	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador a las alas	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Soldadura de la chapa a los bordes exteriores del ala	22.2	22.2	1.7	44.5	11.54	22.2	6.77	410.0	0.85

2) Pilar HE 260 B

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tensiones combinadas	--	--	--	9.72
Alma	Pandeo local	N/mm ²	14.35	261.90	5.48

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del alma	En ángulo	6	120	10.2	80.00	

*a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas*

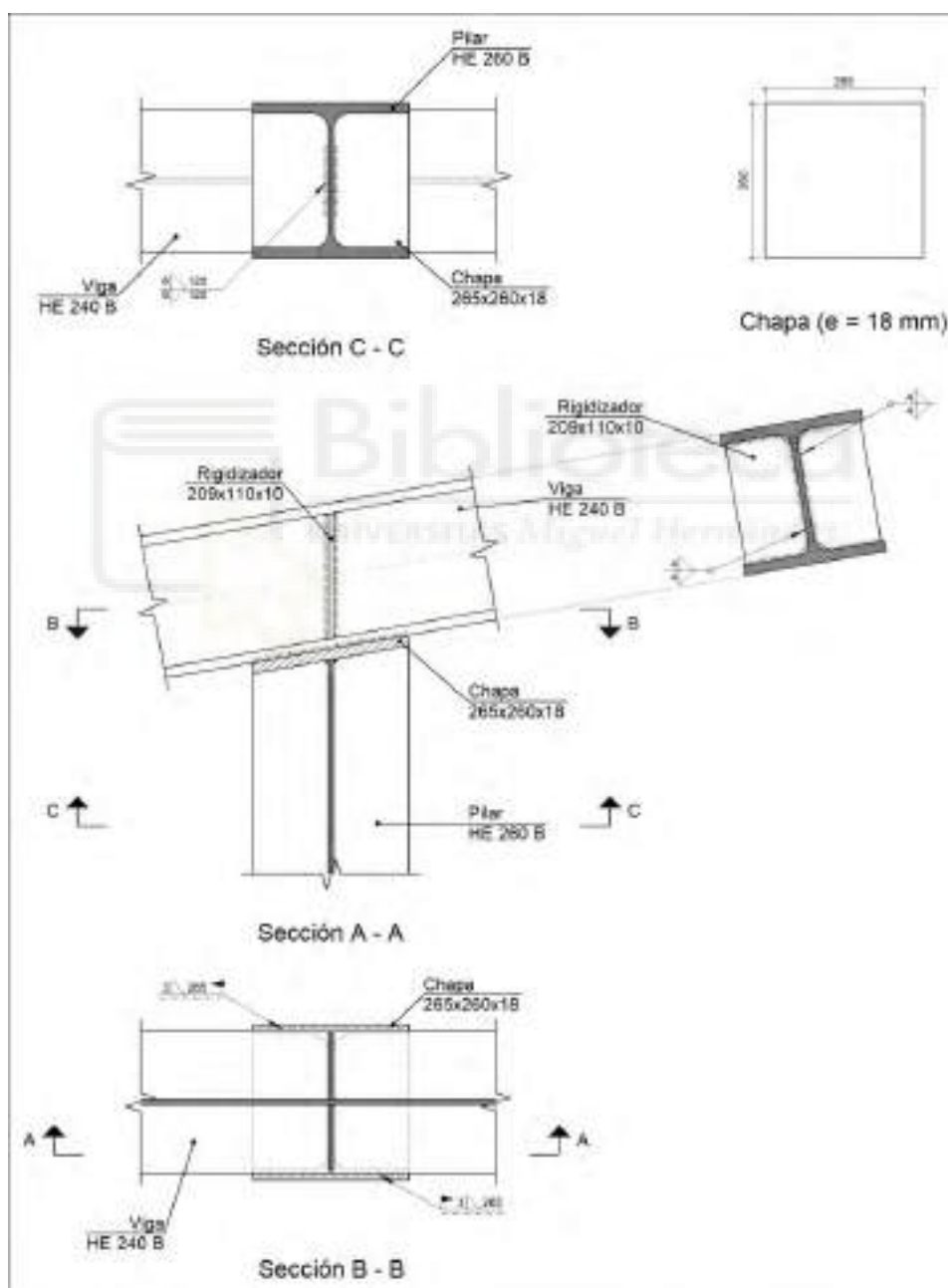
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	$\tau_{ }$ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	5.2	9.0	23.8	44.4	11.50	20.7	6.31	410.0	0.85

d) Medición

Soldaduras				
f_u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	En ángulo	4	1381
			6	240
	En el lugar de montaje	En ángulo	3	530

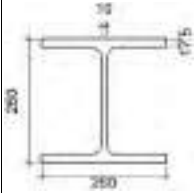
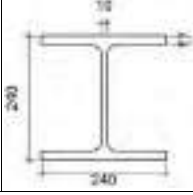
Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Rigidizadores	2	209x110x10	3.61
	Chapas	1	265x260x18	9.74
Total				13.35

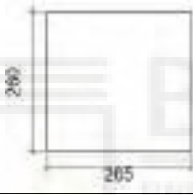
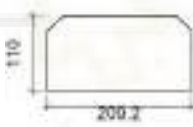
Tipo 24



b) Descripción de los componentes de la unión



Perfiles									
Pieza	Descripción	Esquema	Geometría				Acero		
			Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Pilar	HE 260 B		260	260	17.5	10	S275	275.0	410.0
Viga	HE 240 B		240	240	17	10	S275	275.0	410.0

Elementos complementarios							
Pieza	Geometría				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Chapa frontal		265	260	18	S275	275.0	410.0
Rigidizador		209.2	110	10	S275	275.0	410.0

c) Comprobación

1) Viga HE 240 B

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Rigidizadores	Cortante	kN	23.35	301.18	7.75
	Tracción	kN	23.35	261.90	8.92

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del rigidizador al alma	En ángulo	4	167	10.0	90.00	
Soldadura del rigidizador a las alas	En ángulo	4	85	10.0	80.00	
Soldadura de la chapa a los bordes exteriores del ala	En ángulo	3	260	17.0	90.00	



Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>						

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador al alma	0.0	0.0	17.5	30.2	7.84	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador a las alas	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Soldadura de la chapa a los bordes exteriores del ala	21.6	21.6	1.5	43.2	11.20	21.6	6.58	410.0	0.85

2) Pilar HE 260 B

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tensiones combinadas	--	--	--	9.67
Alma	Pandeo local	N/mm ²	15.75	261.90	6.02

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del alma	En ángulo	6	120	10.2	80.00	
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>						

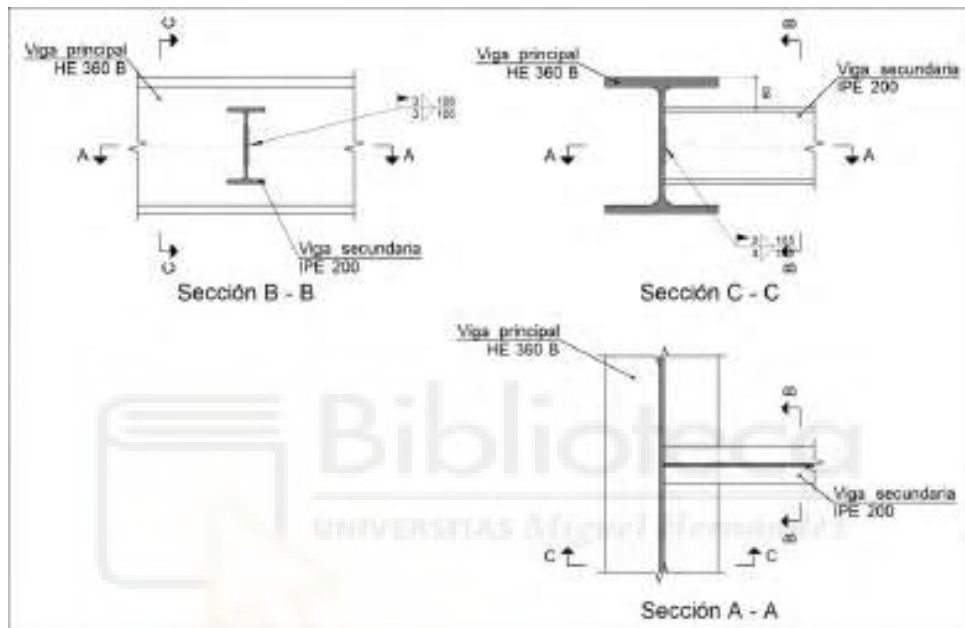
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm ²)	β_w
	σ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\perp} (N/mm ²)	τ_{\parallel} (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	4.7	8.2	23.8	43.8	11.35	22.7	6.93	410.0	0.85

d) Medición

Soldaduras				
f_u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	En ángulo	4	1381
			6	240
	En el lugar de montaje	En ángulo	3	530

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Rigidizadores	2	209x110x10	3.61
	Chapas	1	265x260x18	9.74
	Total			13.35

Tipo 25



b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Esquema	Geometría				Acero		
			Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Viga	HE 360 B		360	300	22.5	12.5	S275	275.0	410.0
Viga	IPE 200		200	100	8.5	5.6	S275	275.0	410.0



c) Comprobación

1) Viga principal

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Punzonamiento	kN	2.57	158.99	1.62
	Flexión por fuerza perpendicular	kN	2.58	215.03	1.20

2) Viga secundaria IPE 200

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Tensión de Von Mises	N/mm ²	62.40	261.90	23.83

Cordones de soldadura

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)	
Soldadura del alma	En ángulo	3	105	5.6	90.00	

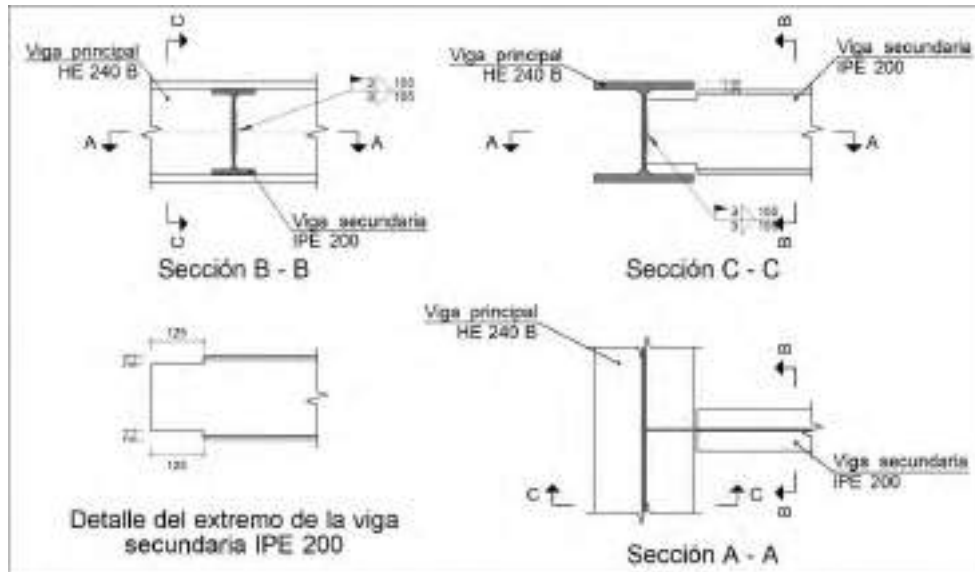
*a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas*

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	23.3	24.2	1.2	48.0	12.45	24.2	7.38	410.0	0.85

d) Medición

Soldaduras				
f _u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En el lugar de montaje	En ángulo	3	210

Tipo 26



b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_y (MPa)	f_u (MPa)
Viga	HE 240 B		240	240	17	10	S275	275.0	410.0
Viga	IPE 200		200	100	8.5	5.6	S275	275.0	410.0

c) Comprobación

1) Viga principal

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Punzonamiento	kN	8.52	149.25	5.71
	Flexión por fuerza perpendicular	kN	8.52	177.18	4.81

2) Viga secundaria IPE 200

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Pandeo local	N/mm ²	26.80	62.49	42.89



	Tensión de Von Mises	N/mm ²	59.62	261.90	22.76
--	----------------------	-------------------	-------	--------	-------

Cordones de soldadura

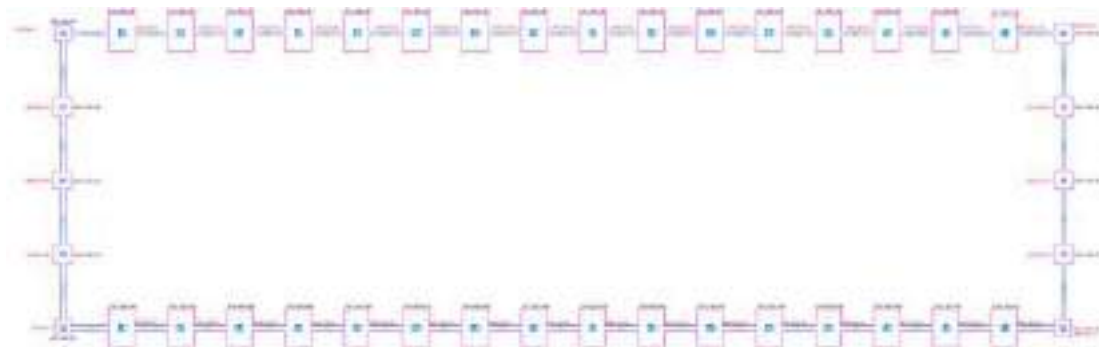
Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del alma	En ángulo	3	105	5.6	90.00
<i>a: Espesor garganta</i> <i>l: Longitud efectiva</i> <i>t: Espesor de piezas</i>					

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises				Tensión normal		f _u (N/mm ²)	β _w	
	σ _⊥ (N/mm ²)	τ _⊥ (N/mm ²)	τ (N/mm ²)	Valor (N/mm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (N/mm ²)			Aprov. (%)
Soldadura del alma	18.4	26.7	1.2	49.9	12.92	26.7	8.15	410.0	0.85

d) Medición

Soldaduras				
f _u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En el lugar de montaje	En ángulo	3	210

3.- COMPROBACIONES CIMENTACIÓN



ZAPATA PILAR EXTERIOR PÓRTICO FACHADA



Referencia: N3 Dimensiones: 135 x 135 x 60 Armados: Xi: Ø12c/12.5 Yi: Ø12c/12.5 Xs: Ø12c/12.5 Ys: Ø12c/12.5		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE</i> - Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.24525 MPa Calculado: 0.0315882 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.306563 MPa Calculado: 0.0261927 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.306563 MPa Calculado: 0.0315882 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: - En dirección X: - En dirección Y: (1) Sin momento de vuelco		No procede ⁽¹⁾ No procede ⁽¹⁾
Flexión en la zapata: - En dirección X: - En dirección Y:	Momento: 47.49 kN·m Momento: 47.91 kN·m	Cumple Cumple
Cortante en la zapata: - En dirección X: - En dirección Y:	Cortante: 0.00 kN Cortante: 0.00 kN	Cumple Cumple
Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE</i>	Máximo: 6000 kN/m ² Calculado: 49.7 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Criterio de CYPE</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 60 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N3:	Mínimo: 49 cm Calculado: 53 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1</i> - Armado inferior dirección X: - Armado superior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.00139 Calculado: 0.0014 Calculado: 0.0014 Calculado: 0.0014 Calculado: 0.0014	Cumple Cumple Cumple Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1</i> - Parrilla inferior: - Parrilla superior:	Mínimo: 12 mm Calculado: 12 mm Calculado: 12 mm	Cumple Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Criterio de CYPE</i> - Armado inferior dirección X:	Máximo: 30 cm Calculado: 12.5 cm	Cumple



Referencia: N3		
Dimensiones: 135 x 135 x 60		
Armados: Xi: Ø12c/12.5 Yi: Ø12c/12.5 Xs: Ø12c/12.5 Ys: Ø12c/12.5		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 12.5 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 12.5 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 12.5 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 12.5 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 12.5 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 12.5 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 12.5 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>49.5</i>	Mínimo: 15 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 15 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 12 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 15 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Zapata de tipo rígido		
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.24		
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.24		
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 0.00 kN		
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 0.00 kN		

ZAPATA PILAR HASTIAL PÓRTICO FACHADA



Referencia: N96		
Dimensiones: 150 x 150 x 50		
Armados: Xi: Ø16c/25 Yi: Ø16c/25 Xs: Ø16c/25 Ys: Ø16c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.24525 MPa Calculado: 0.027468 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.306563 MPa Calculado: 0.0228573 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.306563 MPa Calculado: 0.0414963 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata:		
- En dirección X:		No procede ⁽¹⁾
- En dirección Y:		
<i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>	Reserva seguridad: 24.2 %	Cumple
<i>(1) Sin momento de vuelco</i>		
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 5.92 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 9.90 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 5.30 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 14.22 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE</i>	Máximo: 6000 kN/m ² Calculado: 74.7 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Criterio de CYPE</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 50 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N96:	Mínimo: 30 cm Calculado: 42 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1</i>	Mínimo: 0.0014	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0016	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0016	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0016	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0016	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1</i>	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 16 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 16 mm	Cumple



Referencia: N96		
Dimensiones: 150 x 150 x 50		
Armados: Xi: Ø16c/25 Yi: Ø16c/25 Xs: Ø16c/25 Ys: Ø16c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Separación máxima entre barras: <i>Criterio de CYPE</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 25 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 25 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>49.5</i>	Mínimo: 26 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 26 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 16 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 16 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Zapata de tipo rígido		
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.04		
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.06		
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 271.54 kN		
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 271.54 kN		



ZAPATA PILAR EXTERIOR PÓRTICO INTERIOR

Referencia: N23		
Dimensiones: 215 x 320 x 80		
Armados: Xi: Ø20c/27 Yi: Ø20c/27 Xs: Ø20c/27 Ys: Ø20c/27		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.24525 MPa Calculado: 0.0776952 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.306563 MPa Calculado: 0.0721035 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.306563 MPa Calculado: 0.155489 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata:		
- En dirección X:		No procede ⁽¹⁾
- En dirección Y:		
<i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>	Reserva seguridad: 14.5 %	Cumple
<i>(1) Sin momento de vuelco</i>		
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 22.85 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 231.46 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 6.87 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 197.18 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE</i>	Máximo: 6000 kN/m ² Calculado: 76.6 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Criterio de CYPE</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 80 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N23:	Mínimo: 70 cm Calculado: 71 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1</i>	Mínimo: 0.0014	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0015	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0015	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0015	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0015	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1</i>	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 20 mm	Cumple



Referencia: N23		
Dimensiones: 215 x 320 x 80		
Armados: Xi: Ø20c/27 Yi: Ø20c/27 Xs: Ø20c/27 Ys: Ø20c/27		
Comprobación	Valores	Estado
-Parrilla superior:	Calculado: 20 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Criterio de CYPE</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Criterio de CYPE</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>49.5</i>		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 30 cm Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 30 cm Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 20 cm Calculado: 61 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 20 cm Calculado: 61 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 30 cm Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 30 cm Calculado: 31 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 24 cm Calculado: 61 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 24 cm Calculado: 61 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 20 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 20 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Zapata de tipo rígido		
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.03		



Referencia: N23		
Dimensiones: 215 x 320 x 80		
Armados: Xi: Ø20c/27 Yi: Ø20c/27 Xs: Ø20c/27 Ys: Ø20c/27		
Comprobación	Valores	Estado
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.35		
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 842.09 kN		
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 565.84 kN		

VIGA DE ATADO

Referencia: C [N38-N43] (Viga centradora)		
-Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm		
-Armadura superior: 2Ø12		
-Armadura inferior: 2Ø12		
-Estribos: 1xØ6c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 6 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Norma Código Estructural. Artículo A19.8.2 (2)</i>	Mínimo: 3.5 cm Calculado: 24.4 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Norma Código Estructural. Artículo A19.8.2 (2)</i>	Mínimo: 3.5 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26.4 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26.4 cm	Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.2 (6)</i>	Máximo: 25.3 cm Calculado: 25 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Criterio de CYPE</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26.4 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26.4 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima armadura traccionada: <i>Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1</i>	Mínimo: 0.0013	
- Armadura superior (Situaciones persistentes):	Calculado: 0.0014	Cumple
- Armadura inferior (Situaciones persistentes):	Calculado: 0.0014	Cumple
Armadura mínima por cuantía mecánica de flexión compuesta: <i>Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1</i>	Mínimo: 2.22 cm ²	
- Armadura inferior (Situaciones persistentes):	Calculado: 2.26 cm ²	Cumple
- Armadura superior (Situaciones persistentes):	Calculado: 2.26 cm ²	Cumple



Referencia: C [N38-N43] (Viga centradora)		
-Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm		
-Armadura superior: 2Ø12		
-Armadura inferior: 2Ø12		
-Estribos: 1xØ6c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Comprobación de armadura necesaria por cálculo a flexión compuesta: Situaciones persistentes:	Momento flector: 3.05 kN·m Axil: ± 0.00 kN Momento flector: -3.00 kN·m Axil: ± 0.00 kN	Cumple Cumple
Longitud de anclaje barras superiores origen: -Situaciones persistentes: <i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras inferiores origen: -Situaciones persistentes: <i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras superiores extremo: -Situaciones persistentes: <i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras inferiores extremo: -Situaciones persistentes: <i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional: - Diámetro mínimo de la armadura longitudinal (Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.3): Mínimo: 12.0 mm, Calculado: 12.0 mm (Cumple)		



ANEJO 2

**CÁLCULO HIDRÁULICA RED
DE ROCIADORES CONTRA
INCENDIOS**



ÍNDICE

1.-	CÁLCULOS HIDRÁULICOS RED DE ROCIADORES CONTRA INCENDIOS	410
1.1.-	CONDICIONES DE DISEÑO DE RED DE ROCIADORES.....	410
1.2.-	MÉTODO DE CÁLCULO DE RED DE TUBERÍAS	415





1.- CÁLCULOS HIDRÁULICOS RED DE ROCIADORES CONTRA INCENDIOS

Para el cálculo de la red de rociadores se ha utilizado el método de la normativa UNE-EN-12845, en donde se utilizará la fórmula de pérdida de fricción de Hazen-Williams. Dichos cálculos han sido realizados mediante una Hoja de Cálculos Excel, a modo de agilizar los cálculos manuales, para una mayor comprensión del sistema utilizado para resolver los cálculos hidráulicos.

1.1.- CONDICIONES DE DISEÑO DE RED DE ROCIADORES

A continuación, se mostrará un resumen de las condiciones a cumplir por los rociadores y condiciones de cálculo según la norma.

Para la presente edificación industrial, se ha optado por una distribución de los rociadores en ramales, a modo de realizar los cálculos de una manera más sencilla y comprensiva, ya que debido a otras disposiciones serían necesarios otros métodos de cálculos y debido a las grandes dimensiones de la edificación sería necesarios el uso de software de cálculos, a modo de facilitar el desarrollo de cálculos.

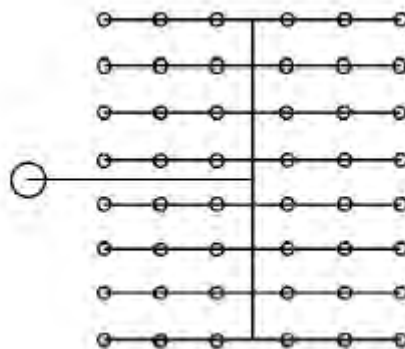


ILUSTRACIÓN 83.- DISTRIBUCIÓN EN RAMALES DE ROCIADORES

Para nuestro caso, se ha optado por una distribución al tresbolillo donde se obtendría un menor número de rociadores que con una distribución normalizada de rociadores.

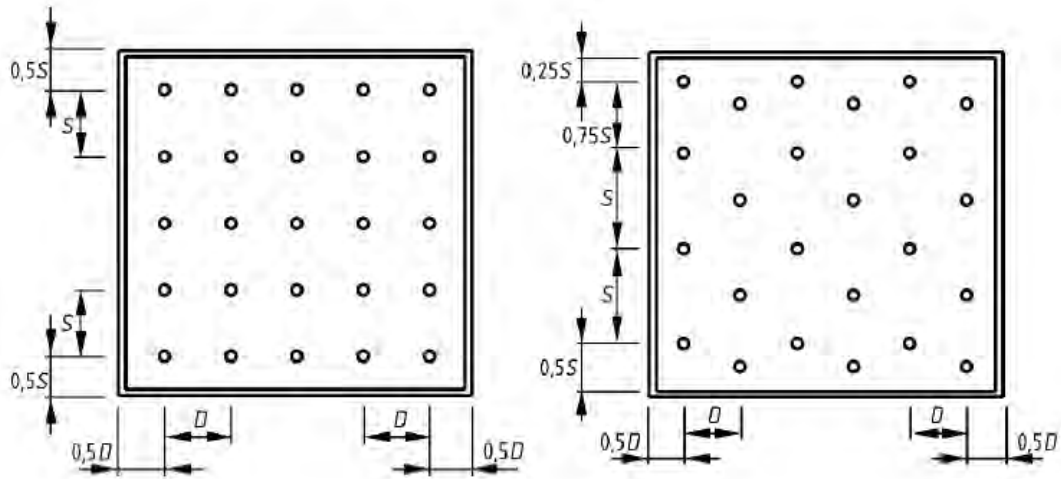


ILUSTRACIÓN 84.- DISTRIBUCIÓN DE ROCIADORES

Donde, se ha realizado con las siguientes dimensiones:

- **Distancia Rociador-Pared:** 1,25 m
- **Distancia S:** 5 m
- **Distancia D:** 1,667 m

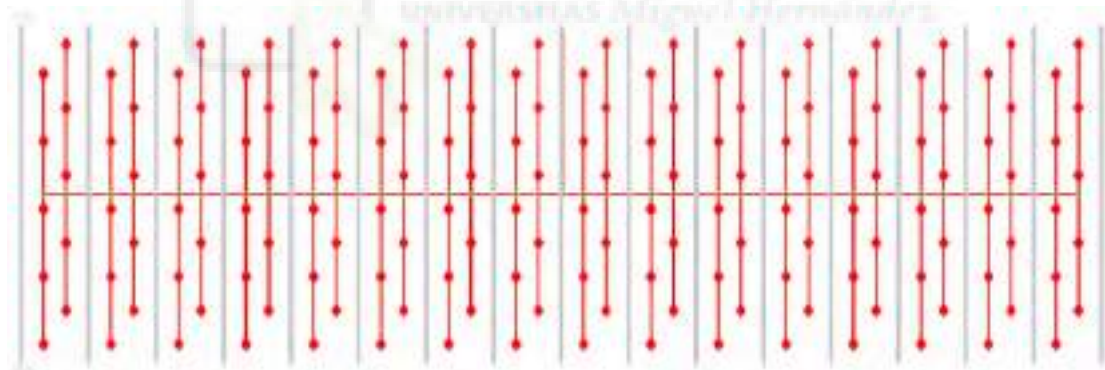


ILUSTRACIÓN 85.- DISTRIBUCIÓN DE ROCIADORES DE LA PRESENTE EDIFICACIÓN.

Se puede observar, como cada dos filas de rociadores hay una mayor distancia, este es debido a que la red de tubería se encuentra en paralelo con la cubierta inclinada, y se debe guardar una distancia con los dinteles de estructura metálica.

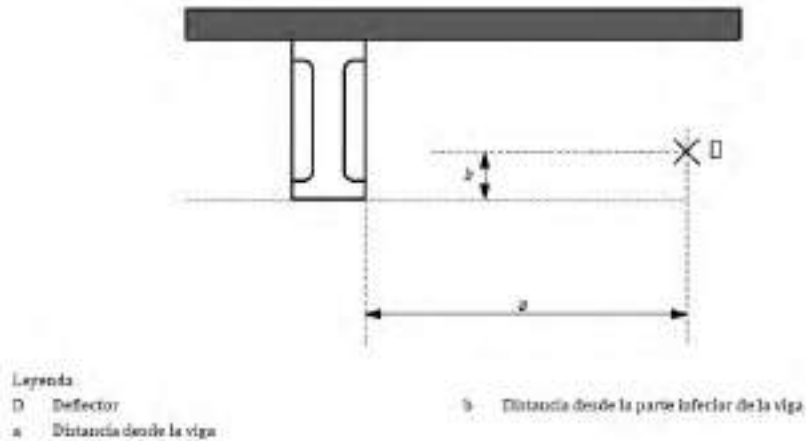


ILUSTRACIÓN 86.- SITUACIÓN DE ROCIADORES RELATIVAS A VIGAS

Cuando el deflector está situado por encima del nivel de la cara inferior de vigas u obstrucciones similares, se debe aportar la siguiente solución a fin de garantizar que la descarga eficaz de los rociadores no se perjudica:

- Las dimensiones indicada en la ilustración anterior deben ser conformes con los valores especificados en la siguiente gráfica.

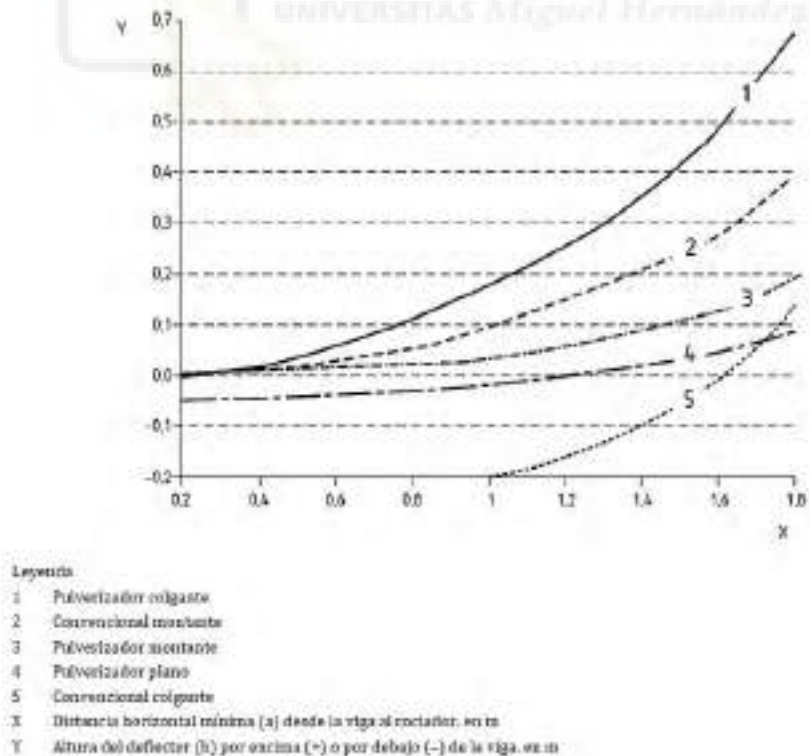


ILUSTRACIÓN 87.- DISTANCIA AL DEFLECTOR DE ROCIADORES DESDE VIGAS



Como el tipo de rociador a instalar será del tipo Pulverizador colgante y se supone una distancia de altura del deflector de 0,45 m, debido a que las tuberías discurrirán por encima de los dinteles. Por lo tanto, se deberá mantener una distancia de 1, 667 m entre el deflector y los dinteles. De este modo, obtenemos una distribución uniforme entre los vanos de la estructura metálica.



ILUSTRACIÓN 88.- DISTANCIAS ENTRE ROCIADORES

Obteniendo, 160 rociadores distribuidor por la totalidad de la edificación industrial.

Ahora, mostraremos las condiciones mínimas que deben cumplir los rociadores en cuanto a exigencias hidráulicas según la norma UNE-EN-12845.

Debido a que la presente edificación industrial presenta un Riesgo Extra de Almacenamiento de Categoría III, debido a los materiales almacenados, como se muestra en el apartado 1.7.12.7.- *“SISTEMA DE ROCIADORES AUTOMÁTICOS DE AGUA”*.

Además, el sistema de almacenamiento será del tipo ST4.

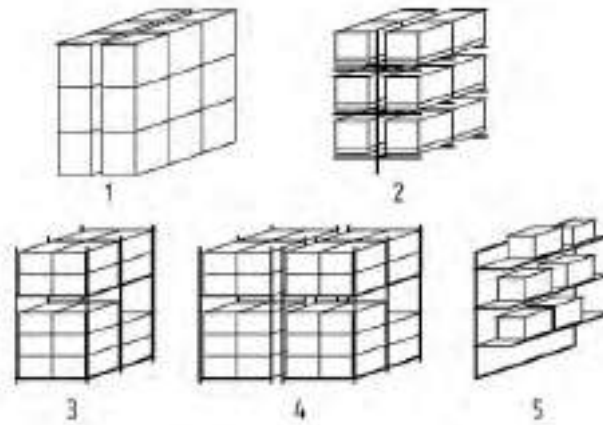


ILUSTRACIÓN 89.- CONFIGURACIÓN DE ALMACENAMIENTO

- **ST1.-** Almacenamiento libre
- **ST2.-** Almacenamiento en palé autoportante
- **ST3.-** Almacenamiento en palé autoportante
- **ST4.-** Estantería paletizada
- **ST5.-** Estante sólidos
- **ST6.-** Estantes abiertos

Densidad de diseño mm ³ /min	Caudal de demanda máxima l/min		Presión en el punto de diseño más alto (pd) bar			
	l/min		Área de operación por rotación: m ²			
	Mojado o acción presta	Seco o alborno	6	7	8	9
[1] Con diámetros de tubo de acuerdo con las tablas 32 y 33 y rotadores teniendo un factor K de 80						
7,5	2 300	2 900	-	-	1,80	2,25
10,0	3 050	3 000	1,05	2,40	3,15	3,90
[2] Con diámetros de tubo de acuerdo con las tablas 32 y 34 y rotadores teniendo un factor K de 80						
7,5	2 300	2 900	-	-	1,35	1,75
10,0	3 050	3 000	1,30	1,80	2,35	3,00
[3] Con diámetros de tubo de acuerdo con las tablas 34 y 35 y rotadores teniendo un factor K de 80						
7,5	2 300	2 900	-	-	1,70	0,90
10,0	3 050	3 800	0,70	0,95	1,25	1,60
[4] Con diámetros de tubo de acuerdo con las tablas 34 y 35 y rotadores teniendo un factor K de 115						
10,0	3 050	3 800	-	-	-	0,95
12,5	3 800	4 800	-	0,90	1,15	1,45
15,0	4 550	5 700	0,95	1,25	1,65	2,10
17,5	4 850	6 000	1,25	1,70	2,25	2,80
20,0	6 400	8 000	1,05	2,25	2,95	3,70
22,5	7 300	9 000	2,05	2,85	3,70	4,70
25,0	8 000	10 000	2,55	3,50	4,55	5,75
27,5	8 800	11 000	3,05	4,20	5,50	6,90
30,0	9 650	12 000	3,60	4,95	6,50	-

NOTA: Si hay rotadores en la red que estén más altos que el punto de diseño, se debería sumar a pd la presión estática desde el punto de diseño hasta los rotadores más altos.

ILUSTRACIÓN 90.- REQUISITOS DE PRESIÓN Y CAUDAL PARA INSTALACIONES PRECALCULADAS



Como podemos observar, usaremos para los cálculos hidráulicos de rociadores un valor de K igual a 115.

Finalmente, obtendremos las siguientes exigencias de cálculo a cumplir por la red de rociadores de la presente edificación industrial.

ROCIADORES AUTOMATICOS	
Sistema de Tuberías	Tubería Húmeda
Material de Tuberías	Acero Galvanizado
Categoría de Riesgo	Riesgo Extra de Almacenamiento III
Sistema de Almacenamiento	ST4
Temperatura de Funcionamiento de Rociadores	74 °c
K	115
Densidad de Descarga	25 mm/min
Superficie máx. por Rociador	9 m ²
Área de Operación	300 m ²
Nº de Rociadores para Cálculo	34
Caudal mín Rociador	225 L/min
Presión mín Rociador	3,82 bar

TABLA 54.- CONDICIONES A CUMPLIR POR LA RED DE ROCIADORES

1.2.- MÉTODO DE CÁLCULO DE RED DE TUBERÍAS

Los cálculos hidráulicos a realizar serán la fórmula de Hazen-Williams.

$$p = \frac{6,05 \times 10^5}{C^{1,85} \cdot d^{4,87}} \cdot L \cdot Q^{1,85}$$

Donde:

- **p**: Pérdida de carga de tubería, en bar.
- **Q**: Caudal a través de la tubería, en L/min.
- **d**: Diámetro interior medio de la tubería, en mm.
- **C**: Constante para el tipo y condición de tubería
- **L**: Longitud equivalente en tubería y accesorios, en m.

Los cálculos se realizarán teniendo en cuenta los 34 rociadores más desfavorables, contenidos en el área de operación de 300 m² de la presente red de rociadores.



El área de operación será el área máx. sobre que se supone en diseño en caso de incendio el funcionamiento de un número determinado de rociadores.

El área de operación más desfavorable será el área de operación en la cual el caudal de agua a una presión determinada será máximo y la presión del sistema serán máxima a una densidad de descarga de diseño.

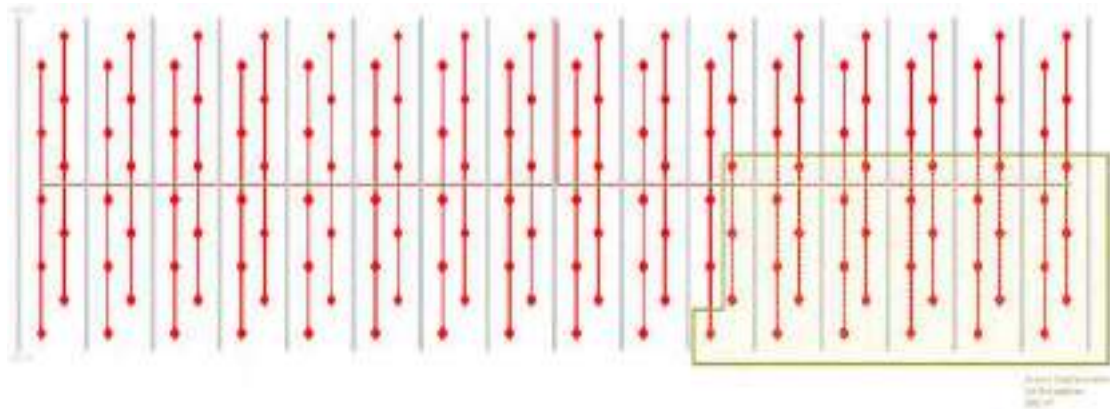


ILUSTRACIÓN 91.- ÁREA MÁS DESFAVORABLE RED DE ROCIADORES

A continuación, se realizará el cálculo de pérdidas de carga, cumpliendo en todo momento las condiciones mínimas de los rociadores, donde se deberá tener en cuenta en la red de rociadores que sufrirá una pérdida de carga al atravesar una pieza especial como un codo o una válvula, esto se representará mediante una longitud equivalente en la fórmula de Hazen-Williams, como la que se muestra en la siguiente tabla.



Accesorios y válvulas	Longitud equivalente de tubería recta de acero (C = 120) ^a (m)											
	Diámetro nominal (mm)											
	20	25	32	40	50	65	80	100	150	200	250	
Codo roscado 90° (normalizado)	0,76	0,77	1,0	1,2	1,5	1,9	2,4	3,0	4,3	5,7	7,4	
Codo soldado 90° (r/d = 1,5)	0,30	0,36	0,49	0,56	0,69	0,88	1,1	1,4	2,0	2,6	3,4	
Codo roscado 45° (normalizado)	0,34	0,40	0,55	0,66	0,76	1,0	1,3	1,6	2,3	3,1	3,9	
T roscada normal o cruz (flujo a través de ramal)	1,3	1,5	2,1	2,4	2,9	3,8	4,8	6,1	8,6	11,0	14,0	
Válvula de compuerta - de paso recto	-	-	-	-	0,38	0,51	0,63	0,81	1,1	1,5	2,0	
Válvula de alarma o de retención (tipo oscilante)	-	-	-	-	2,4	3,2	3,9	5,1	7,2	9,4	12,0	
Válvula de alarma o de retención (tipo sota)	-	-	-	-	12,0	19,0	19,7	25,0	35,0	47,0	62,0	
Válvula de mariposa	-	-	-	-	2,2	2,9	3,6	4,6	6,4	8,6	9,9	
Válvula de esfera	-	-	-	-	16,0	21,0	26,0	34,0	48,0	64,0	84,0	

^a Estas longitudes equivalentes se podrían convertir, según sea necesario, para tuberías con otros valores C multiplicando por los siguientes factores

Valor C	100	110	130	130	140
Factor	0,714	0,85	1,00	1,16	1,33

ILUSTRACIÓN 92.- LONGITUD EQUIVALENTE DE ACCESORIOS Y VÁLVULAS

El material a utilizar en el sistema de red de rociadores será de acero galvanizado, por lo que obtendremos un valor de C, para la fórmula de Hazen-Williams de 120.

Tipo de tubería	Valor de C
hierro fundido	100
hierro dúctil	110
acero dulce	120
acero galvanizado	120
cemento centrifugado	130
hierro fundido revestido de cemento	130
acero inoxidable	140
cobre	140
fibra de vidrio reforzado	140

NOTA La lista no es exhaustiva.

ILUSTRACIÓN 93.- VALORES DE C PARA VARIOS TIPOS DE TUBERÍAS



A continuación, se mostrarán los pasos seguidos para la realización de los cálculos hidráulicos en el área más desfavorable de la red de rociadores de la presente edificación:

En primer lugar, se ha de cumplir que en el rociador más alejado de cada rama se deban cumplir las siguientes exigencias:

Caudal: 225 L/min

Presión: 3,82 bar (La cual es la pérdida de carga que debe vencer el agua a la pasar por el rociador)

Después, para el siguiente rociador del ramal, se obtendrá el caudal del siguiente modo.

Primero, obtendremos el valor de K resultante debido a las pérdidas de fricción producidas en el tramo.

$$K = \frac{Q}{\sqrt{P_{TOT}}} = \frac{Q}{\sqrt{P_{ROCIADOR} + P_{TRAMO}}}$$

Segundo, calcularemos el caudal en el segundo rociador con el valor de K calculado anteriormente y el valor de presión acumulada en el tramo, quedándonos un caudal superior a 225 L/min.

$$Q = K \cdot \sqrt{P_{ACUMULADA}}$$

Se realizará este método de cálculo de caudal, para el resto de los rociadores existentes en el ramal.

En nuestro caso, debido a que la red de rociadores está en paralelo, se encuentra con un codo de 60° a la salida del colector principal, a modo de facilitar los cálculos y estar del lado de la seguridad se ha supuesto que ese codo será equivalente a un codo soldado de 90°.

Se realizará este sistema de cálculo, para la totalidad de las ramas que estén dentro del área de operación en la red de rociadores.

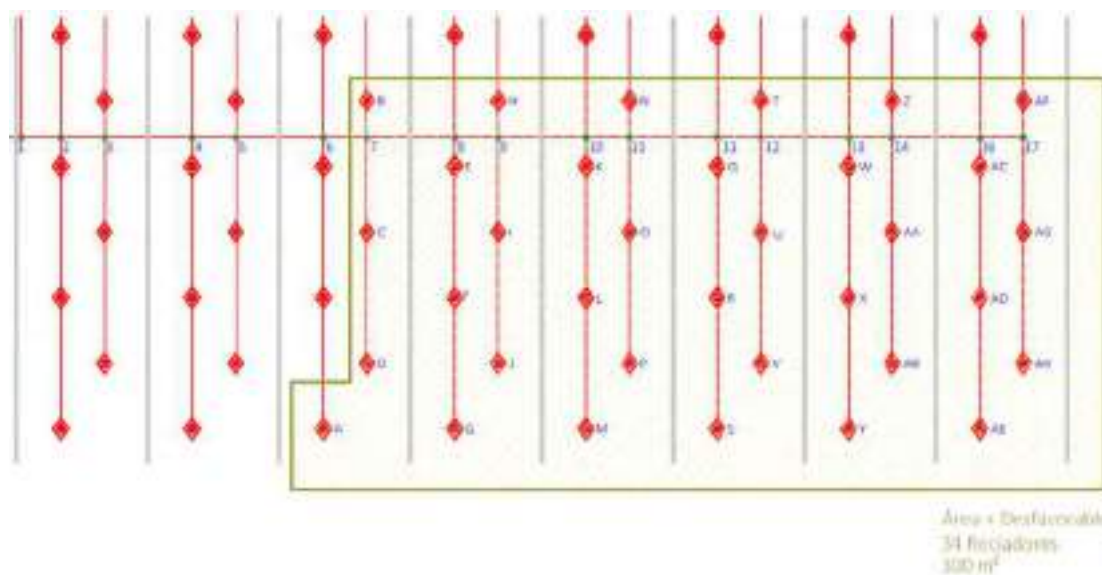
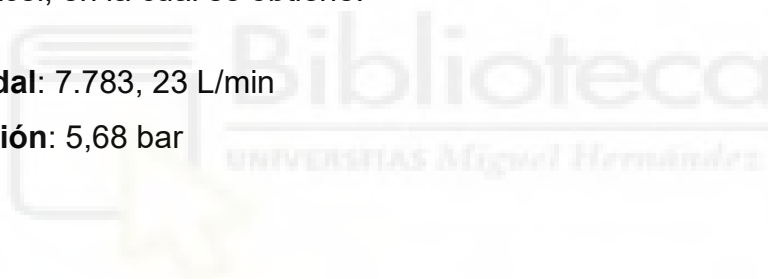


ILUSTRACIÓN 94.- ESQUEMA DE ROCIADORES

A continuación, se muestran las tablas de cálculos mediante una Hoja de Cálculos Excel, en la cual se obtiene:

- **Caudal:** 7.783, 23 L/min
- **Presión:** 5,68 bar





Proyecto de un edificio Industrial destinado al almacenamiento Anejos

Colector	Rama	Tramo a - b	Material Tuberia	Caudal (L/min)	Caudal (m ³ /s)	Longitud Tramo	Ønominal (mm)	Ø _{int} (mm)	Area (m ²)	Accesorio 1	Accesorio 2	Longitud Equivalente (m)	Elevación (m)	Pérdida tramo (m.c.a.)	Pérdida tramo anterior (m.c.a.)	Pérdida tramo acumulada (m.c.a.)	Velocidad (m/s)	K= 340.40291
Colector1	Rama 10	Q - R	Acero Galvanizado	678.64	0.01131	1.269	21/2"	65.00	73.50	0.00424	"T" Roscada o Cruz	4.8	-0.22	0.54909	39.99184	40.54092	2.66578	
Colector1	Rama 10	R - S	Acero Galvanizado	450.93	0.00752	5.076	2"	50.00	58.00	0.00264	"T" Roscada o Cruz	2.9	-0.88	0.62297	39.96887	39.99184	2.84454	
Colector	Rama	Tramo a - b	Material Tuberia	Caudal (L/min)	Caudal (m ³ /s)	Longitud Tramo	Ønominal (mm)	Ø _{int} (mm)	Area (m ²)	Accesorio 1	Accesorio 2	Longitud Equivalente (m)	Elevación (m)	Pérdida tramo (m.c.a.)	Pérdida tramo anterior (m.c.a.)	Pérdida tramo acumulada (m.c.a.)	Velocidad (m/s)	K= 342.70589
Colector1	Rama 8	11 - N	Acero Galvanizado	227.71	0.00380	1.269	21/2"	65.00	73.50	0.00424	"T" Roscada o Cruz	4.8	-0.22	-0.11827	40.11616	39.99789	0.89447	
Colector	Rama	Tramo a - b	Material Tuberia	Caudal (L/min)	Caudal (m ³ /s)	Longitud Tramo	Ønominal (mm)	Ø _{int} (mm)	Area (m ²)	Accesorio 1	Accesorio 2	Longitud Equivalente (m)	Elevación (m)	Pérdida tramo (m.c.a.)	Pérdida tramo anterior (m.c.a.)	Pérdida tramo acumulada (m.c.a.)	Velocidad (m/s)	
Colector1	Rama 9	O - P	Acero Galvanizado	450.93	0.00752	3.807	2"	50.00	58.00	0.00264	"T" Roscada o Cruz	3.66	-0.66	0.74729	39.96887	40.11616	2.84454	
Colector1	Rama 9	P - Q	Acero Galvanizado	225.00	0.00375	5.076	11/2"	40.00	46.00	0.00166	"T" Roscada o Cruz	2.4	-0.88	0.32350	39.04537	39.96887	2.25645	
Colector	Rama	Tramo a - b	Material Tuberia	Caudal (L/min)	Caudal (m ³ /s)	Longitud Tramo	Ønominal (mm)	Ø _{int} (mm)	Area (m ²)	Accesorio 1	Accesorio 2	Longitud Equivalente (m)	Elevación (m)	Pérdida tramo (m.c.a.)	Pérdida tramo anterior (m.c.a.)	Pérdida tramo acumulada (m.c.a.)	Velocidad (m/s)	K= 340.40291
Colector1	Rama 7	10 - K	Acero Galvanizado	678.64	0.01131	1.269	21/2"	65.00	73.50	0.00424	"T" Roscada o Cruz	4.8	-0.22	0.54909	39.99184	40.54092	2.66578	
Colector1	Rama 7	K - L	Acero Galvanizado	450.93	0.00752	5.076	2"	50.00	58.00	0.00264	"T" Roscada o Cruz	2.9	-0.88	0.62297	39.96887	39.99184	2.84454	
Colector1	Rama 7	L - M	Acero Galvanizado	225.00	0.00375	5.076	11/2"	40.00	46.00	0.00166	"T" Roscada o Cruz	2.4	-0.88	0.32350	39.04537	39.96887	2.25645	
Colector	Rama	Tramo a - b	Material Tuberia	Caudal (L/min)	Caudal (m ³ /s)	Longitud Tramo	Ønominal (mm)	Ø _{int} (mm)	Area (m ²)	Accesorio 1	Accesorio 2	Longitud Equivalente (m)	Elevación (m)	Pérdida tramo (m.c.a.)	Pérdida tramo anterior (m.c.a.)	Pérdida tramo acumulada (m.c.a.)	Velocidad (m/s)	K= 342.70589
Colector1	Rama 5	9 - H	Acero Galvanizado	227.71	0.00380	1.269	21/2"	65.00	73.50	0.00424	"T" Roscada o Cruz	4.8	-0.22	-0.11827	40.11616	39.99789	0.89447	
Colector	Rama	Tramo a - b	Material Tuberia	Caudal (L/min)	Caudal (m ³ /s)	Longitud Tramo	Ønominal (mm)	Ø _{int} (mm)	Area (m ²)	Accesorio 1	Accesorio 2	Longitud Equivalente (m)	Elevación (m)	Pérdida tramo (m.c.a.)	Pérdida tramo anterior (m.c.a.)	Pérdida tramo acumulada (m.c.a.)	Velocidad (m/s)	
Colector1	Rama 6	9 - I	Acero Galvanizado	450.93	0.00752	3.807	2"	50.00	58.00	0.00264	"T" Roscada o Cruz	3.66	-0.66	0.74729	39.96887	40.11616	2.84454	
Colector1	Rama 6	I - J	Acero Galvanizado	225.00	0.00375	5.076	11/2"	40.00	46.00	0.00166	"T" Roscada o Cruz	2.4	-0.88	0.32350	39.04537	39.96887	2.25645	
Colector	Rama	Tramo a - b	Material Tuberia	Caudal (L/min)	Caudal (m ³ /s)	Longitud Tramo	Ønominal (mm)	Ø _{int} (mm)	Area (m ²)	Accesorio 1	Accesorio 2	Longitud Equivalente (m)	Elevación (m)	Pérdida tramo (m.c.a.)	Pérdida tramo anterior (m.c.a.)	Pérdida tramo acumulada (m.c.a.)	Velocidad (m/s)	K= 340.40291
Colector1	Rama 4	8 - E	Acero Galvanizado	678.64	0.01131	1.269	21/2"	65.00	73.50	0.00424	"T" Roscada o Cruz	4.8	-0.22	0.54909	39.99184	40.54092	2.66578	
Colector1	Rama 4	E - F	Acero Galvanizado	450.93	0.00752	5.076	2"	50.00	58.00	0.00264	"T" Roscada o Cruz	2.9	-0.88	0.62297	39.96887	39.99184	2.84454	
Colector1	Rama 4	F - G	Acero Galvanizado	225.00	0.00375	5.076	11/2"	40.00	46.00	0.00166	"T" Roscada o Cruz	2.4	-0.88	0.32350	39.04537	39.96887	2.25645	
Colector	Rama	Tramo a - b	Material Tuberia	Caudal (L/min)	Caudal (m ³ /s)	Longitud Tramo	Ønominal (mm)	Ø _{int} (mm)	Area (m ²)	Accesorio 1	Accesorio 2	Longitud Equivalente (m)	Elevación (m)	Pérdida tramo (m.c.a.)	Pérdida tramo anterior (m.c.a.)	Pérdida tramo acumulada (m.c.a.)	Velocidad (m/s)	K= 342.70589
Colector1	Rama 2	7 - B	Acero Galvanizado	227.71	0.00380	1.269	21/2"	65.00	73.50	0.00424	"T" Roscada o Cruz	4.8	-0.22	-0.11827	40.11616	39.99789	0.89447	
Colector	Rama	Tramo a - b	Material Tuberia	Caudal (L/min)	Caudal (m ³ /s)	Longitud Tramo	Ønominal (mm)	Ø _{int} (mm)	Area (m ²)	Accesorio 1	Accesorio 2	Longitud Equivalente (m)	Elevación (m)	Pérdida tramo (m.c.a.)	Pérdida tramo anterior (m.c.a.)	Pérdida tramo acumulada (m.c.a.)	Velocidad (m/s)	
Colector1	Rama 3	7 - C	Acero Galvanizado	450.93	0.00752	3.807	2"	50.00	58.00	0.00264	"T" Roscada o Cruz	3.66	-0.66	0.74729	39.96887	40.11616	2.84454	
Colector1	Rama 3	C - D	Acero Galvanizado	225.00	0.00375	5.076	11/2"	40.00	46.00	0.00166	"T" Roscada o Cruz	2.4	-0.88	0.32350	39.04537	39.96887	2.25645	
Colector	Rama	Tramo a - b	Material Tuberia	Caudal (L/min)	Caudal (m ³ /s)	Longitud Tramo	Ønominal (mm)	Ø _{int} (mm)	Area (m ²)	Accesorio 1	Accesorio 2	Longitud Equivalente (m)	Elevación (m)	Pérdida tramo (m.c.a.)	Pérdida tramo anterior (m.c.a.)	Pérdida tramo acumulada (m.c.a.)	Velocidad (m/s)	K= 114.48688
Colector1	Rama 1	6 - A	Acero Galvanizado	225.00	0.00375	11.421	11/2"	40.00	46.00	0.00166	"T" Roscada o Cruz	3.06	-1.98	0.35078	39.04537	39.98615	2.25645	



Colector	Rama	Tramo	Material Tubería	Caudal (L/mn)	Caudal (m³/s)	Longitud Tramo	Ø Nominal (")	Ø Nominal (mm)	Ø _{int} (mm)	Área (m²)	Accesorio 1	Accesorio 2	Longitud Equivalente (m)	Elevación (m)	Pérdida tramo (m.c.a)	Pérdida tramo anterior (m.c.a)	Pérdida tramo acumulada (m.c.a)	Velocidad (m/s)
Colector1	Rama 17	17 - AF	Acero Galvanizado	227.71	0.00380	1.289	21/2"	65.00	73.50	0.00424	CODO 45° ROSCADO	"T" Roscada o Cruz	4.8	-0.22	-0.11827	40.11616	39.99789	0.89447
Colector	Rama	Tramo	Material Tubería	Caudal (L/mn)	Caudal (m³/s)	Longitud Tramo	Ø Nominal (")	Ø Nominal (mm)	Ø _{int} (mm)	Área (m²)	Accesorio 1	Accesorio 2	Longitud Equivalente (m)	Elevación (m)	Pérdida tramo (m.c.a)	Pérdida tramo anterior (m.c.a)	Pérdida tramo acumulada (m.c.a)	Velocidad (m/s)
Colector1	Rama 18	17 - AG	Acero Galvanizado	450.93	0.00752	3.807	2"	50.00	58.00	0.00264	CODO 45° ROSCADO	"T" Roscada o Cruz	3.66	-0.66	0.24729	39.36887	40.11616	2.84454
Colector1	Rama 18	AG - AH	Acero Galvanizado	225.00	0.00375	5.076	11/2"	40.00	46.00	0.00166	"T" Roscada o Cruz		2.4	-0.88	0.32350	39.04537	39.36887	2.25645
Colector	Rama	Tramo	Material Tubería	Caudal (L/mn)	Caudal (m³/s)	Longitud Tramo	Ø Nominal (")	Ø Nominal (mm)	Ø _{int} (mm)	Área (m²)	Accesorio 1	Accesorio 2	Longitud Equivalente (m)	Elevación (m)	Pérdida tramo (m.c.a)	Pérdida tramo anterior (m.c.a)	Pérdida tramo acumulada (m.c.a)	Velocidad (m/s)
Colector1	Rama 16	16 - AC	Acero Galvanizado	678.64	0.01131	1.289	21/2"	65.00	73.50	0.00424	CODO 45° ROSCADO	"T" Roscada o Cruz	4.8	-0.22	0.54909	39.99184	40.54092	2.66578
Colector1	Rama 16	AC - AD	Acero Galvanizado	450.93	0.00752	5.076	2"	50.00	58.00	0.00264	"T" Roscada o Cruz		2.9	-0.88	0.62297	39.36887	39.99184	2.84454
Colector1	Rama 16	AD - AE	Acero Galvanizado	225.00	0.00375	5.076	11/2"	40.00	46.00	0.00166	"T" Roscada o Cruz		2.4	-0.88	0.32350	39.04537	39.36887	2.25645
Colector	Rama	Tramo	Material Tubería	Caudal (L/mn)	Caudal (m³/s)	Longitud Tramo	Ø Nominal (")	Ø Nominal (mm)	Ø _{int} (mm)	Área (m²)	Accesorio 1	Accesorio 2	Longitud Equivalente (m)	Elevación (m)	Pérdida tramo (m.c.a)	Pérdida tramo anterior (m.c.a)	Pérdida tramo acumulada (m.c.a)	Velocidad (m/s)
Colector1	Rama 14	15 - Z	Acero Galvanizado	227.71	0.00380	1.289	21/2"	65.00	73.50	0.00424	CODO 45° ROSCADO	"T" Roscada o Cruz	4.8	-0.22	-0.11827	40.11616	39.99789	0.89447
Colector	Rama	Tramo	Material Tubería	Caudal (L/mn)	Caudal (m³/s)	Longitud Tramo	Ø Nominal (")	Ø Nominal (mm)	Ø _{int} (mm)	Área (m²)	Accesorio 1	Accesorio 2	Longitud Equivalente (m)	Elevación (m)	Pérdida tramo (m.c.a)	Pérdida tramo anterior (m.c.a)	Pérdida tramo acumulada (m.c.a)	Velocidad (m/s)
Colector1	Rama 15	15 - AA	Acero Galvanizado	450.93	0.00752	3.807	2"	50.00	58.00	0.00264	CODO 45° ROSCADO	Accesorio 2	3.66	-0.66	0.24729	39.36887	40.11616	2.84454
Colector1	Rama 15	AA - AB	Acero Galvanizado	225.00	0.00375	5.076	11/2"	40.00	46.00	0.00166	"T" Roscada o Cruz		2.4	-0.88	0.32350	39.04537	39.36887	2.25645
Colector	Rama	Tramo	Material Tubería	Caudal (L/mn)	Caudal (m³/s)	Longitud Tramo	Ø Nominal (")	Ø Nominal (mm)	Ø _{int} (mm)	Área (m²)	Accesorio 1	Accesorio 2	Longitud Equivalente (m)	Elevación (m)	Pérdida tramo (m.c.a)	Pérdida tramo anterior (m.c.a)	Pérdida tramo acumulada (m.c.a)	Velocidad (m/s)
Colector1	Rama 13	14 - b	Acero Galvanizado	678.64	0.01131	1.289	21/2"	65.00	73.50	0.00424	CODO 45° ROSCADO	Accesorio 2	4.8	-0.22	0.54909	39.99184	40.54092	2.66578
Colector1	Rama 13	X - Y	Acero Galvanizado	450.93	0.00752	5.076	2"	50.00	58.00	0.00264	"T" Roscada o Cruz		2.9	-0.88	0.62297	39.36887	39.99184	2.84454
Colector1	Rama 13	Y - Z	Acero Galvanizado	225.00	0.00375	5.076	11/2"	40.00	46.00	0.00166	"T" Roscada o Cruz		2.4	-0.88	0.32350	39.04537	39.36887	2.25645
Colector	Rama	Tramo	Material Tubería	Caudal (L/mn)	Caudal (m³/s)	Longitud Tramo	Ø Nominal (")	Ø Nominal (mm)	Ø _{int} (mm)	Área (m²)	Accesorio 1	Accesorio 2	Longitud Equivalente (m)	Elevación (m)	Pérdida tramo (m.c.a)	Pérdida tramo anterior (m.c.a)	Pérdida tramo acumulada (m.c.a)	Velocidad (m/s)
Colector1	Rama 11	13 - T	Acero Galvanizado	227.71	0.00380	1.289	21/2"	65.00	73.50	0.00424	CODO 45° ROSCADO	"T" Roscada o Cruz	4.8	-0.22	-0.11827	40.11616	39.99789	0.89447
Colector	Rama	Tramo	Material Tubería	Caudal (L/mn)	Caudal (m³/s)	Longitud Tramo	Ø Nominal (")	Ø Nominal (mm)	Ø _{int} (mm)	Área (m²)	Accesorio 1	Accesorio 2	Longitud Equivalente (m)	Elevación (m)	Pérdida tramo (m.c.a)	Pérdida tramo anterior (m.c.a)	Pérdida tramo acumulada (m.c.a)	Velocidad (m/s)
Colector1	Rama 12	13 - U	Acero Galvanizado	450.93	0.00752	3.807	2"	50.00	58.00	0.00264	CODO 45° ROSCADO	Accesorio 2	3.66	-0.66	0.24729	39.36887	40.11616	2.84454
Colector1	Rama 12	U - V	Acero Galvanizado	225.00	0.00375	5.076	11/2"	40.00	46.00	0.00166	"T" Roscada o Cruz		2.4	-0.88	0.32350	39.04537	39.36887	2.25645



Colector	Tramo a - b	Material Tubería	Caudal (L/min)	Caudal (m ³ /s)	Longitud Tramo	Diámetro (")	Diámetro (mm)	Q _{hit} (mm)	Área (m ²)	Accesorio 1	Accesorio 2	Accesorio 3	Longitud Equivalente (m)	Elevación (m)	Pérdida tramo (m.c.a)	Pérdida tramo anterior (m.c.a)	Pérdida acumulada (m.c.a)	Velocidad (m/s)
Colector 1	0 - 1	Acero Galvanizado	7.783,23	0.12972	12.890	8"	200,00	214.10	0.03600	CODO 45° ROSCAUD	"T" Roscada o Cruz	Válvula de compuerta	15.6	7.20	8.98976	48.01982	57.00988	3.60317
Colector 1	1 - 2	Acero Galvanizado	7.783,23	0.12972	1.670	8"	200,00	214.10	0.03600	"T" Roscada o Cruz			11	0.00	0.80286	47.21696	48.01982	3.60317
Colector 1	2 - 3	Acero Galvanizado	7.783,23	0.12972	1.670	8"	200,00	214.10	0.03600	"T" Roscada o Cruz			11	0.00	0.80286	46.41410	47.21696	3.60317
Colector 1	3 - 4	Acero Galvanizado	7.783,23	0.12972	3.330	8"	200,00	214.10	0.03600	"T" Roscada o Cruz			11	0.00	0.90804	45.50606	46.41410	3.60317
Colector 1	4 - 5	Acero Galvanizado	7.783,23	0.12972	1.670	8"	200,00	214.10	0.03600	"T" Roscada o Cruz			11	0.00	0.80286	44.70320	45.50606	3.60317
Colector 1	5 - 6	Acero Galvanizado	7.783,23	0.12972	3.330	8"	200,00	214.10	0.03600	"T" Roscada o Cruz			11	0.00	0.90804	43.79516	44.70320	3.60317
Colector 1	6 - 7	Acero Galvanizado	7.546,00	0.12577	1.670	8"	200,00	214.10	0.03600	"T" Roscada o Cruz			11	0.00	0.78917	43.03699	43.79516	3.49335
Colector 1	7 - 8	Acero Galvanizado	6.842,05	0.11403	3.330	8"	200,00	214.10	0.03600	"T" Roscada o Cruz			11	0.00	0.71541	42.32158	43.03699	3.16746
Colector 1	8 - 9	Acero Galvanizado	6.148,66	0.10248	1.670	8"	200,00	214.10	0.03600	"T" Roscada o Cruz			11	0.00	0.51908	41.80249	42.32158	2.84647
Colector 1	9 - 10	Acero Galvanizado	5.454,88	0.09091	3.330	8"	200,00	214.10	0.03600	"T" Roscada o Cruz			11	0.00	0.47045	41.33204	41.80249	2.52929
Colector 1	10 - 11	Acero Galvanizado	4.769,65	0.07949	1.670	8"	200,00	214.10	0.03600	"T" Roscada o Cruz			11	0.00	0.32448	41.00756	41.33204	2.20807
Colector 1	11 - 12	Acero Galvanizado	4.082,50	0.06804	3.330	8"	200,00	214.10	0.03600	"T" Roscada o Cruz			11	0.00	0.27522	40.73234	41.00756	1.88996
Colector 1	12 - 13	Acero Galvanizado	3.402,26	0.05670	1.670	8"	200,00	214.10	0.03600	"T" Roscada o Cruz			11	0.00	0.17388	40.56866	40.73234	1.57504
Colector 1	13 - 14	Acero Galvanizado	2.718,88	0.04531	3.330	8"	200,00	214.10	0.03600	"T" Roscada o Cruz			11	0.00	0.12974	40.42892	40.56866	1.25868
Colector 1	14 - 15	Acero Galvanizado	2.036,59	0.03394	1.670	8"	200,00	214.10	0.03600	"T" Roscada o Cruz			11	0.00	0.06721	40.36170	40.42892	0.94282
Colector 1	15 - 16	Acero Galvanizado	1.354,87	0.02258	3.330	6"	150,00	164.10	0.02115	"T" Roscada o Cruz			8.6	0.00	0.10874	40.25296	40.36170	1.06767
Colector 1	16 - 17	Acero Galvanizado	678,64	0.01131	1.670	4"	100,00	111.10	0.00989	"T" Roscada o Cruz			6.4	0.00	0.13980	40.11616	40.25296	1.16673



ANEJO 3

**CÁLCULO HIDRÁULICA RED
DE BOCA DE INCENDIO
EQUIPADAS**



ÍNDICE

1.- CÁLCULOS HIDRÁULICOS DE BOCAS DE INCENDIO EQUIPADAS 425





1.- CÁLCULOS HIDRÁULICOS DE BOCAS DE INCENDIO EQUIPADAS

Para la obtención de los valores hidráulicos de las bocas de incendio equipada se ha seguido el Reglamento de Seguridad contra Incendios en Establecimiento Industriales y el Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios.

De los diámetros de mangueras contemplados en las normas UNE-EN 671-1 y UNE-EN 671-2, para las BIE, solo se admitirán 25 milímetros de diámetro interior, para mangueras semirrígidas y 45 milímetros de diámetro interior, para mangueras planas.

Debido al riesgo intrínseco de la edificación industrial, el tipo de BIE a colocar es de 45 mm, con mangueras planas con un diámetro equivalente de 13 mm, que corresponde con una constante hidráulica K, de 85.

Las condiciones mínimas exigidas a tener en cuenta para la realización de los cálculos de las BIE's se muestran en la siguiente tabla:

CONDICIONES MÍNIMAS DE BIE's		
Caudal	200.00	L/min
Presión mínima	3.5	bar
Tiempo de Autonomía	90	min

TABLA 55.- CONDICIONES MÍNIMAS DE BIE'S

A continuación, se mostrarán los pasos seguidos para la realización de los cálculos hidráulicos en el área más desfavorable de la red de BIE's de la presente edificación:

En primer lugar, se ha de cumplir que en la BIE más alejada del ramal deba cumplir las siguientes exigencias:

Caudal: 200 L/min

Presión: 3,5 bar (La cual es la pérdida de carga que debe vencer el agua a la pasar por la BIE)



Después, para la siguiente BIE del ramal, se obtendrá el caudal del siguiente modo.

Primero, obtendremos el valor de K resultante debido a las pérdidas de fricción producidas en el tramo.

$$K = \frac{Q}{\sqrt{P_{TOT}}} = \frac{Q}{\sqrt{P_{ROCIADOR} + P_{TRAMO}}}$$

Segundo, calcularemos el caudal en la segunda BIE con el valor de K calculado anteriormente y el valor de presión acumulada en el tramo, quedándonos un caudal superior a 200 L/min.

$$Q = K \cdot \sqrt{P_{ACUMULADA}}$$

Se realizará este método de cálculo de caudal, para la BIE restante a calcular en el ramal.

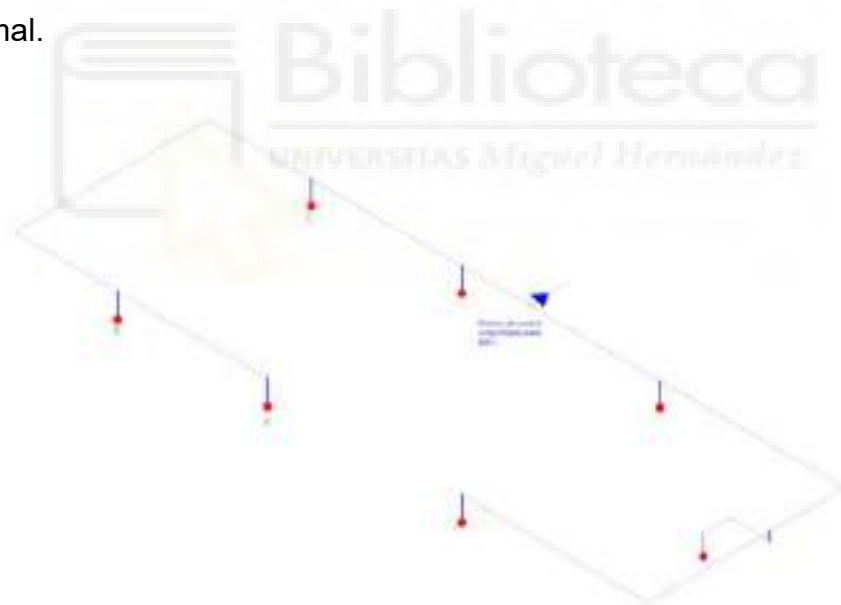


ILUSTRACIÓN 1.- ESQUEMA DE BIE

A continuación, se muestran las tablas de cálculos mediante una Hoja de Cálculos Excel, en la cual se obtiene:

- **Caudal:** 635,90 L/min
- **Presión:** 5,2 bar



Colector	Rama	Tamo a - b	Materia Tuberia	Caudal (L/min)	Caudal (m ³ /s)	Longitud Tamo	Ønominal (")	Ønominal (mm)	Q _{int} (mm)	Area (m ²)	Accesorio 1	Accesorio 2	Accesorio 3	Longitud Ecuivalente (m)	Elevación (m)	Pérdida tramo (m.c.a)	Pérdida tramo anterior (m.c.a)	Pérdida acumulada (m.c.a)	Velocidad (m/s)
Colector1	Rama 1	1 - 0	Aereo Galvanizado	635.90	0.01060	10.000	2 1/2"	65.00	73.50	0.00424	"™ Roscada o Cruz	"™ Roscada o Cruz		7.6	4.00	5.97667	47.03185	53.00852	2.49790
Colector1	Rama 1	2 - 1	Aereo Galvanizado	635.90	0.01060	8.500	2 1/2"	65.00	73.50	0.00424	"™ Roscada o Cruz	"™ Roscada o Cruz		7.6	0.00	1.80866	45.22219	47.03185	2.49790
Colector1	Rama 1	2 - B1	Aereo Galvanizado	0.00	0.00000	3.500	1 1/2"	40.00	46.00	0.00166	"™ Roscada o Cruz	CODO 90° ROSCADO	Válvula de mariposa	3.6	0.00	0.00000	45.22219	45.22219	0.00000
Colector1	Rama 1	3 - 2	Aereo Galvanizado	635.90	0.01060	19.000	2 1/2"	65.00	73.50	0.00424	"™ Roscada o Cruz	"™ Roscada o Cruz		3.8	0.00	2.56275	42.65943	45.22219	2.49790
Colector1	Rama 1	3 - B2	Aereo Galvanizado	227.88	0.00380	3.500	1 1/2"	40.00	46.00	0.00166	"™ Roscada o Cruz	CODO 90° ROSCADO	Válvula de mariposa	3.6	-2.50	-1.32762	43.98705	42.65943	2.28532
Colector1	Rama 1	4 - 3	Aereo Galvanizado	408.02	0.00680	50.500	2"	50.00	58.00	0.00284	"™ Roscada o Cruz	CODO 90° ROSCADO	CODO 90° ROSCADO	5.9	0.00	8.84041	35.14664	43.98705	2.57388
Colector1	Rama 1	4 - B3	Aereo Galvanizado	208.02	0.00347	3.500	1 1/2"	40.00	46.00	0.00166	"™ Roscada o Cruz	CODO 90° ROSCADO	Válvula de mariposa	3.6	-2.50	-1.50941	36.65604	35.14664	2.08621
Colector1	Rama 1	5 - 4	Aereo Galvanizado	200.00	0.00333	19.000	1 1/2"	40.00	46.00	0.00166	"™ Roscada o Cruz	CODO 90° ROSCADO		2.4	0.00	2.77337	33.88268	36.65604	2.00573
Colector1	Rama 1	5 - B4	Aereo Galvanizado	200.00	0.00333	3.500	1 1/2"	40.00	46.00	0.00166	CODO 90° SOLDADO	CODO 90° ROSCADO	Válvula de mariposa	1.76	-2.50	-1.81732	35.70000	33.88268	2.00573



ANEJO 4

**CÁLCULO HIDRÁULICA RED
DE HIDRANTE EXTERIORES**



ÍNDICE

1.-	CÁLCULOS HIDRÁULICOS DE HIDRANTES EXTERIORES	430
-----	--	-----





1.- CÁLCULOS HIDRÁULICOS DE HIDRANTES EXTERIORES

Para la obtención de los valores hidráulicos de las bocas de incendio equipada se ha seguido el Reglamento de Seguridad contra Incendios en Establecimiento Industriales y el Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios.

Los hidrantes contra incendios, alcanzarán el coeficiente de flujo, Kv (presión en bar y caudal en m³/h), indicado en la tabla siguiente, en función de las conexiones de entrada, de las salidas y de su número.

Salida: nº y DN	Kv mínimo	
	Hidrante de columna	Hidrante bajo tierra
1 de 45	33	33
2 de 45	66	66
1 de 70	80	80
2 de 70	150	150
1 de 90/100	180	150

TABLA 56.- KV MÍNIMO DE HIDRANTES EXTERIORES

El tipo de Hidrante exterior a instalar será de UNA salida con un Diámetro Nominal de 100 mm, para un Hidrante Columna.

Para considerar una zona protegida por hidrantes contra incendios se harán cumplir las condiciones que se indican a continuación, salvo que otra legislación aplicable imponga requisitos diferentes:

- La distancia de recorrido real, medida horizontalmente, a cualquier hidrante, será inferior a 100 m en zonas urbanas y 40 m en el resto.
- Al menos, uno de los hidrantes (situado, a ser posible, en la entrada del edificio) deberá tener una salida de 100 mm, orientada perpendicular a la fachada y de espaldas a la misma.
- En el caso de hidrantes que no estén situados en la vía pública, la distancia entre el emplazamiento de cada hidrante y el límite exterior del edificio o zona protegidos, medida perpendicularmente a la fachada, debe estar comprendida entre 5 m y 15 m.



En cualquier caso, se deberá cumplir que:

- Los hidrantes contra incendios deberán estar situados en lugares fácilmente accesibles, fuera de espacios destinados a la circulación y estacionamiento de vehículos y debidamente señalizados, conforme a lo indicado en el anexo I, sección 2ª, del presente reglamento.
- En lugares donde el nivel de las aguas subterráneas quede por encima de la válvula de drenaje, ésta debe taponarse antes de la instalación. En estos casos, si se trata de zonas con peligro de heladas, el agua de la columna deberá sacarse por otros medios después de cada utilización. Se identificarán estos hidrantes para indicar esta necesidad.
- El caudal ininterrumpido mínimo a suministrar por cada boca de hidrante contra incendios será de 500 l/min. En zonas urbanas, donde la utilización prevista del hidrante contra incendios sea únicamente el llenado de camiones, la presión mínima requerida será 100 kPa (1 kg/cm²) en la boca de salida. En el resto de zonas, la presión mínima requerida en la boca de salida será 500 kPa (5 kg/cm²), para contrarrestar la pérdida de carga de las mangueras y lanzas, durante la impulsión directa del agua sobre el incendio.

Las condiciones mínimas exigidas a tener en cuenta para la realización de los cálculos de los Hidrantes Exteriores se muestran en la siguiente tabla:

CONDICIONES MÍNIMAS DE HIDRANTES		
Caudal	2,000.00	L/min
Presión mínima	5	bar
Tiempo de Autonomía	90	min

TABLA 57.- CONDICIONES MÍNIMAS DE HIDRANTE

A continuación, se mostrarán los pasos seguidos para la realización de los cálculos hidráulicos en el área más desfavorable de la red de Hidrantes Exteriores de la presente edificación:

En primer lugar, se ha de cumplir que en el Hidrante más alejado del ramal deba cumplir las siguientes exigencias:



Caudal: 2.000 L/min

Presión: 5 bar (La cual es la pérdida de carga que debe vencer el agua a la pasar por el Hidrante)

Después, para la siguiente Hidrante del ramal, se obtendrá el caudal del siguiente modo.

Primero, obtendremos el valor de K resultante debido a las pérdidas de fricción producidas en el tramo.

$$K = \frac{Q}{\sqrt{P_{TOT}}} = \frac{Q}{\sqrt{P_{ROCIADOR} + P_{TRAMO}}}$$

Segundo, calcularemos el caudal en la segunda BIE con el valor de K calculado anteriormente y el valor de presión acumulada en el tramo, quedándonos un caudal superior a 2.000 L/min.

$$Q = K \cdot \sqrt{P_{ACUMULADA}}$$

Se realizará este método de cálculo de caudal, para los Hidrantes restante a calcular en el ramal.

A continuación, se muestran las tablas de cálculos mediante una Hoja de Cálculos Excel, en la cual se obtiene:

- **Caudal:** 6.000 L/min
- **Presión:** 7,65 bar



Colector	Rama	Tramo a - b	Material Tuberia	Caudal (L/min)	Caudal (m ³ /s)	Longitud Tramo	Ø nominal (")	Ø nominal (mm)	Ø int (mm)	Area (m ²)	Accesorio 1	Accesorio 2	Accesorio 3	Longitud Equivalente (m)	Elevación (m)	Pérdida tramo (m.c.a)	Pérdida tramo anterior (m.c.a)	Pérdida acumulada (m.c.a)	Velocidad (m/s)
Colector1	Colector 1	1 - 0	Acero Galvanizado	6,000.00	0.10000	5.000	6"	150.00	164.10	0.02115	"T" Roscada o Cruz	CODO 90° SOLDADO	CODO 90° ROSCADO	14.9	0.00	2.84559	75.17764	78.02323	4.72817
Colector1	Rama 1	H1 - 1	Acero Galvanizado	2,000.00	0.03333	46.000	4"	100.00	111.10	0.00969	CODO 90° SOLDADO	CODO 90° SOLDADO	"T" Roscada o Cruz	9.2	0.00	6.91092	68.26672	75.17764	3.43843
Colector1	Rama 4	1 - 2	Acero Galvanizado	4,000.00	0.06667	60.500	6"	150.00	164.10	0.02115	"T" Roscada o Cruz	"T" Roscada o Cruz	"T" Roscada o Cruz	17.2	0.00	5.24773	63.01899	68.26672	3.15211
Colector1	Rama 2	H2 - 2	Acero Galvanizado	2,000.00	0.03333	19.000	4"	100.00	111.10	0.00969	CODO 90° SOLDADO	CODO 90° SOLDADO	"T" Roscada o Cruz	9.2	0.00	3.53058	59.48841	63.01899	3.43843
Colector1	Rama 3	H3 - 2	Acero Galvanizado	2,000.00	0.03333	57.000	4"	100.00	111.10	0.00969	CODO 90° SOLDADO	CODO 90° ROSCADO	"T" Roscada o Cruz	10.8	0.00	8.48841	51.00000	59.48841	3.43843



ANEJO 5

CÁLCULO ELÉCTRICOS





ÍNDICE

1.-	CÁLCULOS ELÉCTRICOS	436
1.1.-	CÁLCULO DE POTENCIA.....	437
1.2.-	FÓRMULAS UTILIZADAS	438
1.3.-	CAÍDAS DE TENSIÓN.....	443
1.4.-	CÁLCULO DE LOS DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN.....	444
1.5.-	PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES	446
1.6.-	CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN.....	447
1.6.1.-	ORIGEN DE LA INSTALACIÓN. ACOMETIDA.....	447
1.6.2.-	DERIVACIÓN INDIVIDUAL.....	447
1.6.3.-	CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN	448
1.7.-	CÁLCULOS	458
1.7.1.-	SECCIÓN DE LAS LÍNEAS	458
1.7.2.-	CÁLCULO DE LOS DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN.....	468
1.8.-	CÁLCULOS DE PUESTA A TIERRA	479
1.8.1.-	RESISTENCIA DE LA PUESTA A TIERRA DE LAS MASAS	479
1.8.2.-	RESISTENCIA DE LA PUESTA A TIERRA DEL NEUTRO.....	479
1.8.3.-	PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS	480



1.- CÁLCULOS ELÉCTRICOS

En el presente anejo se mostrarán la realización de los cálculos eléctricos necesarios para el cumplimiento de la normativa vigente.

Para la presente instalación se ha optado por instalar 5 cuadros eléctricos secundarios, a modo de que cualquier fallo que se produzca en alguno de ellos no afecte a una gran parte de la instalación.

- Cuadro Secundario Almacén (Alumbrado y tomas de fuerza)
- Cuadro Secundario Oficina (Alumbrado y tomas de fuerza)
- Cuadro Secundario Vehículos Eléctricos (Puntos de carga)
- Cuadro Secundario Climatización (Equipos de climatización)
- Cuadro Secundario Otros usos (Alumbrado exterior, megafonía, sistema contra incendios, etc.)





1.1.- CÁLCULO DE POTENCIA

TIPO	CANTIDAD	POTENCIA UNITARIA (W)	POTENCIA TOTAL (W)
TOMAS DE CORRIENTE MONOFÁSICAS ALMACÉN	32	250.00	8,000.00
TOMAS DE CORRIENTE TRIFÁSICAS ALMACÉN	32	300.00	9,600.00
PUNTOS DE CARGA PARA CARRETILLAS ELEVADORAS	3	3,500.00	10,500.00
LUMINARIA DE TECHO ALMACEN	60	120.00	7,200.00
LUMINARIA ESTANCA DE ALMACEN	10	25.50	255.00
TOMAS DE CORRIENTE ASEOS	2	250.00	500.00
TOMAS DE CORRIENTE COCINA	2	250.00	500.00
TOMAS DE CORRIENTE MONOFÁSICAS OFICINA	8	250.00	2,000.00
TOMAS DE CORRIENTE MONOFASICA DOBLE OFICINA	6	500.00	3,000.00
PUESTOS DE TRABAJO OFICINA 4 X TOMAS DE CORRIENTE MONOFÁSICAS	5	1,000.00	5,000.00
LUMINARIAS ASEOS	4	9.50	38.00
LUMINARIAS CUARTO TÉCNICO	2	33.50	67.00
LUMINARIAS OFFICE	4	29.50	118.00
LUMINARIAS OFICINA RECIBIDOR	6	29.50	177.00
LUMINARIA DESPACHO	4	29.50	118.00
TIRA LED DESPACHO	1	13.60	13.60
ALUMBRADO EXTERIOR PEQUEÑO	4	38.00	152.00
ALUMBRADO EXTERIOR GRANDE	8	63.00	504.00
PUNTOS DE CARGA VEHÍCULOS ELÉCTRICO	2	22,000.00	44,000.00
		TOTAL:	91,742.60

TABLA 58.- CÁLCULO DE POTENCIA

Los puntos de carga para carretillas eléctricas elevadoras serán tomas de corriente trifásicas estándar.



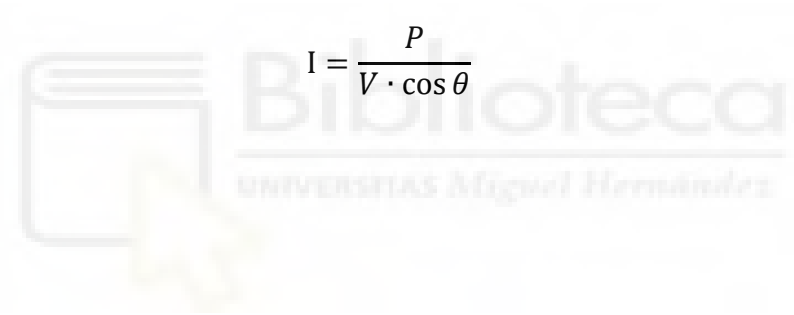
1.2.- FÓRMULAS UTILIZADAS

INTENSIDAD

CIRCUITOS TRIFÁSICOS

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \theta}$$

CIRCUITOS MONOFÁSICOS


$$I = \frac{P}{V \cdot \cos \theta}$$

Donde:

- **I:** Intensidad (A)
- **P:** Potencia (W)
- **V:** Tensión de servicio (V)
- **cos θ:** Factor de potencia

TENSIÓN

$$\Delta U = R \cdot I \cdot \cos \varphi + X \cdot I \cdot \sin \varphi$$



CAIDA DE TENSIÓN MONOFÁSICA

$$\Delta U_I = 2 \cdot \Delta U$$

CAIDA DE TENSIÓN TRIFÁSICA

$$\Delta U_{III} = \sqrt{3} \cdot \Delta U$$

Donde:

- **I** Intensidad calculada (A)
- **R** Resistencia de la línea (Ω)
- **X** Reactancia de la línea (Ω)
- **φ** Ángulo correspondiente al factor de potencia de la carga

RESISTENCIA DEL CONDUCTOR EN CORRIENTE ALTERNA

Donde:

- **R_{tcc}** Resistencia del conductor en corriente continua a la temperatura θ (Ω)
- **R_{20cc}** Resistencia del conductor en corriente continua a la temperatura de 20°C (Ω)



- Y_s Incremento de la resistencia debido al efecto piel
- Y_p Incremento de la resistencia debido al efecto proximidad
- α Coeficiente de variación de resistencia específica por temperatura del conductor en $^{\circ}\text{C}^{-1}$
- θ Temperatura máxima en servicio prevista en el cable ($^{\circ}\text{C}$)
- ρ_{20} Resistividad del conductor a 20°C ($\Omega \text{ mm}^2 / \text{m}$)
- S Sección del conductor (mm^2)
- L Longitud de la línea (m)

TEMPERATURA ESTIMADA EN EL CONDUCTOR

Donde:

- T Temperatura real estimada en el conductor ($^{\circ}\text{C}$)
- $T_{\text{máx}}$ Temperatura máxima admisible para el conductor según su tipo de aislamiento ($^{\circ}\text{C}$)
- T_0 Temperatura ambiente del conductor ($^{\circ}\text{C}$)
- I Intensidad prevista para el conductor (A)
- $I_{\text{máx}}$ Intensidad máxima admisible para el conductor según el tipo de instalación (A)

REACTANCIA DEL CABLE

Sección	Reactancia inductiva (X)
$S \leq 120 \text{ mm}^2$	$X \approx 0$
$S = 150 \text{ mm}^2$	$X \approx 0.15 \text{ R}$
$S = 185 \text{ mm}^2$	$X \approx 0.20 \text{ R}$
$S = 240 \text{ mm}^2$	$X \approx 0.25 \text{ R}$

CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO

El método utilizado para el cálculo de las corrientes de cortocircuito, según el apartado 2.3 de la norma UNE-EN 60909-0, está basado en la introducción de una fuente de tensión equivalente en el punto de cortocircuito. La fuente de tensión equivalente es la única tensión activa del sistema. Todas las redes de



alimentación y máquinas síncronas y asíncronas son reemplazadas por sus impedancias internas.

En sistemas trifásicos de corriente alterna, el cálculo de los valores de las corrientes resultantes en cortocircuitos equilibrados y desequilibrados se simplifica por la utilización de las componentes simétricas.

Utilizando este método, las corrientes en cada conductor de fase se determinan por la superposición de las corrientes de los tres sistemas de componentes simétricas:

- Corriente de secuencia directa $I(1)$
- Corriente de secuencia inversa $I(2)$
- Corriente homopolar $I(0)$

Se evaluarán las corrientes de cortocircuito, tanto máximas como mínimas, en los puntos de la instalación donde se ubican las protecciones eléctricas.

Para el cálculo de las corrientes de cortocircuito, el sistema puede ser convertido por reducción de redes en una impedancia de cortocircuito equivalente Z_k en el punto de defecto.

Se tratan los siguientes tipos de cortocircuito:

- Cortocircuito trifásico. (I_{k3})
- Cortocircuito bifásico. (I_{k2})
- Cortocircuito bifásico a tierra. (I_{kE2E})
- Cortocircuito monofásico a tierra. (I_{k1})

La corriente de cortocircuito simétrica inicial $I''_k = I''_{k3}$ teniendo en cuenta la fuente de tensión equivalente en el punto de defecto, se calcula mediante la siguiente ecuación:



Donde:

- **c** Factor c de la tabla 1 de la norma UNE-EN 60909-0
- **U_n** Tensión nominal fase-fase V
- **Z_k** Impedancia de cortocircuito equivalente m Ω

CORTOCIRCUITO BIFÁSICO (UNE-EN 60909-0, APARTADO 4.2.2)

En el caso de un cortocircuito bifásico, la corriente de cortocircuito simétrica inicial es:

Durante la fase inicial del cortocircuito, la impedancia de secuencia inversa es aproximadamente igual a la impedancia de secuencia directa, independientemente de si el cortocircuito se produce en un punto próximo o alejado de un alternador. Por lo tanto, en la ecuación anterior es posible introducir $Z_{(2)} = Z_{(1)}$.

CORTOCIRCUITO BIFÁSICO A TIERRA (UNE-EN 60909-0, APARTADO 4.2.3)

La ecuación que conduce al cálculo de la corriente de cortocircuito simétrica inicial en el caso de un cortocircuito bifásico a tierra es:



CORTOCIRCUITO MONOFÁSICO A TIERRA (UNE-EN 60909-0, APARTADO 4.2.4)

La corriente inicial del cortocircuito monofásico a tierra I''_{k1} , para un cortocircuito alejado de un alternador con $Z_{(2)} = Z_{(1)}$, se calcula mediante la expresión:

1.3.- CAÍDAS DE TENSIÓN

La tensión nominal de la línea para el almacén será de 400 V y 230 V entre fase y neutro.

Para la caída de tensión máxima admisible de la derivación individual, se guiará por lo dispuesto en la ITC-BT-15, Instalaciones de Enlace. Derivaciones Individuales.

En el apartado 3, el tercer punto, para el caso de derivaciones individuales en suministros para un único usuario en que no existe línea general de alimentación la caída será de un 1.5%.

Para la caída de tensión en interiores, se utilizará lo dispuesto en la ITC-BT-19, en el apartado 2.2.2. Sección de los conductores. Caídas de tensión. La sección de los conductores a utilizar se determinará de forma que la caída de tensión sea menor del 3% de la tensión nominal para cualquier circuito interior, el 3% para alumbrado y el 5% para los demás usos. Esta caída de tensión se calculará considerando alimentados todos los aparatos de utilización susceptibles de funcionar de forma simultánea.



1.4.- CÁLCULO DE LOS DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN

SOBRECARGA

Las características de funcionamiento de un dispositivo que protege un cable contra sobrecargas deben satisfacer las siguientes dos condiciones:

$$I_B \leq I_n \leq I_z$$

$$I_2 \leq 1,45 \cdot I_z$$

Donde:

- I_B : Intensidad de diseño del circuito
- I_n : Intensidad asignada del dispositivo de protección
- I_z : Intensidad permanente admisible del cable
- I_2 : Intensidad efectiva asegurada en funcionamiento en el tiempo convencional del dispositivo de protección

CORTOCIRCUITO

Para que la línea quede protegida a cortocircuito, el poder de corte de la protección debe ser mayor al valor de la intensidad máxima de cortocircuito:

$$I_{cu} > I_{CCmax}$$

$$I_{cs} > I_{CCmax}$$

Donde:

- I_{CCmax} : Máxima intensidad de cortocircuito prevista
- I_{cu} : Poder de corte último
- I_{cs} : Poder de corte de servicio

Además, la protección debe ser capaz de disparar en un tiempo menor al tiempo que tardan los aislamientos del conductor en dañarse por la elevación



de la temperatura. Esto debe suceder tanto en el caso del cortocircuito máximo, como en el caso del cortocircuito mínimo:

$$t_{cc} < t_{cable}$$

Para cortocircuitos de duración hasta 5 s, el tiempo t , en el cual una determinada intensidad de cortocircuito incrementará la temperatura del aislamiento de los conductores desde la máxima temperatura permisible en funcionamiento normal hasta la temperatura límite puede, como aproximación, calcularse desde la fórmula:



Donde:

- I_{cc} Intensidad de cortocircuito
- t_{cc} Tiempo de duración del cortocircuito
- S_{cable} Sección del cable
- K Factor que tiene en cuenta la resistividad, el coeficiente de temperatura y la capacidad calorífica del material del conductor, y las oportunas temperaturas iniciales y finales. Para aislamientos de conductor de uso corriente, los valores de k para conductores de línea se muestran en la tabla 43A
- t_{cable} Tiempo que tarda el conductor en alcanzar su temperatura límite admisible



Para tiempos de trabajo de los dispositivos de protección < 0.10 s donde la asimetría de la intensidad es importante y para dispositivos limitadores de intensidad k^2S^2 debe ser más grande que el valor de la energía que se deja pasar (I^2t) indicado por el fabricante del dispositivo de protección.

Donde:

- **I^2t** Energía específica pasante del dispositivo de protección
- **S** Tiempo de duración del cortocircuito

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

1.5.- PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES

DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN CONTRA SOBREINTENSIDADES TRANSITORIAS

Según ITC-BT-23, las instalaciones interiores se deben proteger contra sobretensiones transitorias siempre que la instalación no esté alimentada por una red de distribución subterránea en su totalidad, es decir, toda instalación que sea alimentada por algún tramo de línea de distribución aérea sin pantalla metálica unida a tierra en sus extremos deberá protegerse contra sobretensiones.

Los limitadores de sobretensión serán de clase C (tipo II) en los cuadros y, en el caso de que el edificio disponga de pararrayos, se añadirán limitadores de sobretensión de clase B (tipo I) en la centralización de contadores.

DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN CONTRA SOBREINTENSIDADES PERMANENTES

La protección contra sobretensiones permanentes requiere un sistema de protección distinto del empleado en las sobretensiones transitorias. En vez de



derivar a tierra para evitar el exceso de tensión, se necesita desconectar la instalación de la red eléctrica para evitar que la sobretensión llegue a los equipos.

El uso de la protección contra este tipo de sobretensiones es indispensable en áreas donde se puedan producir cortes continuos en el suministro de electricidad o donde existan fluctuaciones del valor de tensión suministrada por la compañía eléctrica.

En áreas donde se puedan producir cortes continuos en el suministro de electricidad o donde existan fluctuaciones del valor de tensión suministrada por la compañía eléctrica la instalación se protegerá contra sobretensiones permanentes, según se indica en el artículo 16.3 del REBT.

La protección consiste en una bobina asociada al interruptor automático que controla la tensión de la instalación y que, en caso de sobretensión permanente, provoca el disparo del interruptor asociado.

1.6.- CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN

1.6.1.- ORIGEN DE LA INSTALACIÓN. ACOMETIDA

El origen de la instalación vendrá determinado por una intensidad de cortocircuito trifásica en cabecera de: 12.00 kA.

El tipo de línea de alimentación será: RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x50) + 1x35 + TTx25.

1.6.2.- DERIVACIÓN INDIVIDUAL

Esquemas	Polaridad	P Demandada (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Componentes
DI	3F+N	78.51	0.96	30.00	Limitador de sobretensiones transitorias, Tipo 1+2; I_{imp} : 100 kA; U_p : 2.5 kV Fusible, Tipo gL/gG; In: 125 A; Icu: 20 kA Contador Cable, RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x95) + 1x50 + TTx50 Interruptor en carga Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 125 A; Icu: 6 kA; Curva: C



Canalizaciones:

La ejecución de las canalizaciones y su tendido se harán de acuerdo con lo expresado en los documentos del presente proyecto.

Esquemas	Tipo de instalación
DI	D1: Cable unipolar/multipolar en conductos en el suelo Temperatura: 25.00 °C Tubo 125 mm

1.6.3.- CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN

CGMP

Esquemas	Polaridad	P Demandada (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Componentes
DI	3F+N	78.51	0.96	30.00	Limitador de sobretensiones transitorias, Tipo 1+2; I _{imp} : 100 kA; U _p : 2.5 kV Fusible, Tipo gL/gG; In: 125 A; Icu: 20 kA Contador Cable, RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x95) + 1x50 + TTx50 Interruptor en carga Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 125 A; Icu: 6 kA; Curva: C
ALUM-ALM-1	F+N	2.40	1.00	80.00	Cable, H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x6)
ALUM-EMERG-ALM-1	F+N	0.53	1.00	100.00	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 6 A; Icu: 3 kA; Curva: C Cable, H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x1.5)
LA-ALM-2	F+N	2.40	1.00	1.00	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 16 A; Icu: 3 kA; Curva: C Cable, H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x4)
LA-ALM-3	F+N	2.40	1.00	1.00	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 16 A; Icu: 3 kA; Curva: C Cable, H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x4)
LF-ALM-T-1	3F+N	6.50	0.85	10.00	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 20 A; Icu: 6 kA; Curva: B Cable, RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 4x2.5 + TTx2.5
LF-ALM-T-2	3F+N	6.50	0.85	10.00	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 20 A; Icu: 6 kA; Curva: B Cable, RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 4x2.5 + TTx2.5



Esquemas	Polaridad	P Demandada (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Componentes
LF-ALM-T-3	3F+N	7.10	0.85	10.00	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 20 A; Icu: 6 kA; Curva: B Cable, RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 4x2.5 + TTx2.5
LF-ALM-1	F+N	2.50	0.90	10.00	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 16 A; Icu: 3 kA; Curva: C Cable, H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x4)
LF-ALM-2	F+N	2.50	0.90	10.00	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 16 A; Icu: 3 kA; Curva: C Cable, H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x4)
LF-ALM-3	F+N	3.00	0.90	10.00	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 16 A; Icu: 3 kA; Curva: C Cable, H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x4)
ALUM-OFI-1	F+N	0.13	1.00	40.00	Cable, H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x1.5)
ALUM-EMERG-OFI-1	F+N	0.06	1.00	40.00	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 6 A; Icu: 3 kA; Curva: C Cable, H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x1.5)
LA-OFI-2	F+N	0.17	1.00	10.00	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 6 A; Icu: 3 kA; Curva: C Cable, H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x1.5)
LA-OFI-3	F+N	0.17	1.00	10.00	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 6 A; Icu: 3 kA; Curva: C Cable, H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x1.5)
LF-OFI-PT-1	F+N	3.00	0.90	50.00	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 16 A; Icu: 3 kA; Curva: C Cable, H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x2.5)
LF-OFI-G-3-C	F+N	0.50	0.90	40.00	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 6 A; Icu: 3 kA; Curva: C Cable, H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x2.5)
LF-OFI-AS	F+N	0.50	0.90	50.00	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 6 A; Icu: 3 kA; Curva: C Cable, H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x2.5)
LF-OFI-G-2	F+N	2.25	0.90	40.00	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 16 A; Icu: 3 kA; Curva: C Cable, H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x2.5)



Esquemas	Polaridad	P Demandada (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Componentes
LF-OFI-PT-2	F+N	2.00	0.90	50.00	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 3 kA; Curva: C Cable, H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x2.5)
LF-OFI-G-1	F+N	1.75	0.90	40.00	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 3 kA; Curva: C Cable, H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x2.5)
LE-VE/1	3F+N	26.40	1.00	60.00	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 40 A; Icu: 6 kA; Curva: C Cable, RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 5(1x10)
LE-CLIMA-1	F+N	2.00	0.90	10.00	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 16 A; Icu: 3 kA; Curva: C Cable, H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x2.5)
LE-CLIMA-2	F+N	2.00	0.90	10.00	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 16 A; Icu: 3 kA; Curva: C Cable, H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x2.5)
LE-CLIMA-3	F+N	2.00	0.90	10.00	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 16 A; Icu: 3 kA; Curva: C Cable, H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x2.5)
LE-OTROS-1	F+N	0.75	1.00	10.00	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 6 A; Icu: 3 kA; Curva: C Cable, H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x2.5)
LE-OTROS-2	F+N	0.75	1.00	10.00	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 6 A; Icu: 3 kA; Curva: C Cable, H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x2.5)
LE-OTROS-3	F+N	0.75	1.00	10.00	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 6 A; Icu: 3 kA; Curva: C Cable, H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x1.5)

Canalizaciones

La ejecución de las canalizaciones y su tendido se harán de acuerdo con lo expresado en los documentos del presente proyecto.

Esquemas	Tipo de instalación
DI	D1: Cable unipolar/multipolar en conductos en el suelo Temperatura: 25.00 °C Tubo 125 mm
ALUM-ALM-1	B1: Conductores aislados, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 20 mm



Esquemas	Tipo de instalación
ALUM-EMERG-ALM-1	B1: Conductores aislados, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 16 mm
LA-ALM-2	B2: Cable multipolar, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 25 mm
LA-ALM-3	B2: Cable multipolar, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 25 mm
LF-ALM-T-1	B2: Cable multipolar, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 20 mm
LF-ALM-T-2	B2: Cable multipolar, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 20 mm
LF-ALM-T-3	B2: Cable multipolar, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 20 mm
LF-ALM-1	B2: Cable multipolar, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 20 mm
LF-ALM-2	B2: Cable multipolar, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 20 mm
LF-ALM-3	B2: Cable multipolar, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 20 mm
ALUM-OFI-1	B1: Conductores aislados, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 16 mm
ALUM-EMERG-OFI-1	B1: Conductores aislados, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 16 mm
LA-OFI-2	B1: Conductores aislados, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 16 mm
LA-OFI-3	B1: Conductores aislados, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 16 mm
LF-OFI-PT-1	B2: Cable multipolar, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 20 mm
LF-OFI-G-3-C	B2: Cable multipolar, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 20 mm
LF-OFI-AS	B2: Cable multipolar, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 20 mm
LF-OFI-G-2	B2: Cable multipolar, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 20 mm
LF-OFI-PT-2	B2: Cable multipolar, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 20 mm
LF-OFI-G-1	B2: Cable multipolar, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 20 mm



Esquemas	Tipo de instalación
LE-VE/1	B2: Cable multipolar, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 32 mm
LE-CLIMA-1	B2: Cable multipolar, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 20 mm
LE-CLIMA-2	B2: Cable multipolar, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 20 mm
LE-CLIMA-3	B2: Cable multipolar, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 20 mm
LE-OTROS-1	B2: Cable multipolar, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 20 mm
LE-OTROS-2	B2: Cable multipolar, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 20 mm
LE-OTROS-3	B2: Cable multipolar, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 16 mm

LA-ALM-2

Esquemas	Polaridad	P Demandada (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Componentes
ALUM-ALM-2	F+N	2.40	1.00	80.00	Cable, H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x4)

Canalizaciones

La ejecución de las canalizaciones y su tendido se harán de acuerdo con lo expresado en los documentos del presente proyecto.

Esquemas	Tipo de instalación
ALUM-ALM-2	B1: Conductores aislados, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 20 mm

LA-ALM-3

Esquemas	Polaridad	P Demandada (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Componentes
ALUM-ALM-3	F+N	2.40	1.00	80.00	Cable, H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x4)

Canalizaciones

La ejecución de las canalizaciones y su tendido se harán de acuerdo con lo expresado en los documentos del presente proyecto.

Esquemas	Tipo de instalación
ALUM-ALM-3	B1: Conductores aislados, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 20 mm



LF-ALM-T-1

Esquemas	Polaridad	P Demandada (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Componentes
LF-ALM-T-1	3F+N	6.50	0.85	80.00	Cable, RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 4x2.5 + TTx2.5

Canalizaciones

La ejecución de las canalizaciones y su tendido se harán de acuerdo con lo expresado en los documentos del presente proyecto.

Esquemas	Tipo de instalación
LF-ALM-T-1	B2: Cable multipolar, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 20 mm

LF-ALM-T-2

Esquemas	Polaridad	P Demandada (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Componentes
LF-ALM-T-2	3F+N	6.50	0.85	80.00	Cable, RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 4x2.5 + TTx2.5

Canalizaciones

La ejecución de las canalizaciones y su tendido se harán de acuerdo con lo expresado en los documentos del presente proyecto.

Esquemas	Tipo de instalación
LF-ALM-T-2	B2: Cable multipolar, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 20 mm

LF-ALM-T-3

Esquemas	Polaridad	P Demandada (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Componentes
LF-ALM-T-3	3F+N	7.10	0.85	80.00	Cable, RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 4x2.5 + TTx2.5

Canalizaciones

La ejecución de las canalizaciones y su tendido se harán de acuerdo con lo expresado en los documentos del presente proyecto.

Esquemas	Tipo de instalación
LF-ALM-T-3	B2: Cable multipolar, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 20 mm

LF-ALM-1



Esquemas	Polaridad	P Demandada (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Componentes
LF-ALM-1	F+N	2.50	0.90	80.00	Cable, H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x4)

Canalizaciones

La ejecución de las canalizaciones y su tendido se harán de acuerdo con lo expresado en los documentos del presente proyecto.

Esquemas	Tipo de instalación
LF-ALM-1	B1: Conductores aislados, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 20 mm

LF-ALM-2

Esquemas	Polaridad	P Demandada (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Componentes
LF-ALM-2	F+N	2.50	0.90	80.00	Cable, H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x4)

Canalizaciones

La ejecución de las canalizaciones y su tendido se harán de acuerdo con lo expresado en los documentos del presente proyecto.

Esquemas	Tipo de instalación
LF-ALM-2	B1: Conductores aislados, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 20 mm

LF-ALM-3

Esquemas	Polaridad	P Demandada (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Componentes
LF-ALM-3	F+N	3.00	0.90	80.00	Cable, H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x4)

Canalizaciones

La ejecución de las canalizaciones y su tendido se harán de acuerdo con lo expresado en los documentos del presente proyecto.

Esquemas	Tipo de instalación
LF-ALM-3	B1: Conductores aislados, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 20 mm

LA-OFI-2

Esquemas	Polaridad	P Demandada (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Componentes
ALUM-OFI-2	F+N	0.17	1.00	40.00	Cable, H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x1.5)



Canalizaciones

La ejecución de las canalizaciones y su tendido se harán de acuerdo con lo expresado en los documentos del presente proyecto.

Esquemas	Tipo de instalación
ALUM-OFI-2	B1: Conductores aislados, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 16 mm

LA-OFI-3

Esquemas	Polaridad	P Demandada (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Componentes
ALUM-OFI-3	F+N	0.17	1.00	40.00	Cable, H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x1.5)

Canalizaciones

La ejecución de las canalizaciones y su tendido se harán de acuerdo con lo expresado en los documentos del presente proyecto.

Esquemas	Tipo de instalación
ALUM-OFI-3	B1: Conductores aislados, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 16 mm

LE-VE/1

Esquemas	Polaridad	P Demandada (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Componentes
VE-1	3F+N	22.00	1.00	6.00	Contador secundario (VE) Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 32 A; Icu: 6 kA; Curva: C Diferencial, Instantáneo; In: 40.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: A Cable, RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 4x6 + TTx6
VE-2	3F+N	22.00	1.00	6.00	Contador secundario (VE) Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 32 A; Icu: 6 kA; Curva: C Diferencial, Instantáneo; In: 40.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: A Cable, RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 4x6 + TTx6

Canalizaciones

La ejecución de las canalizaciones y su tendido se harán de acuerdo con lo expresado en los documentos del presente proyecto.

Esquemas	Tipo de instalación
VE-1	A2: Cable multipolar, pared aislante Temperatura: 40.00 °C Tubo 25 mm
VE-2	A2: Cable multipolar, pared aislante Temperatura: 40.00 °C Tubo 25 mm



LE-CLIMA-1

Esquemas	Polaridad	P Demandada (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Componentes
L-CLIMA-1	F+N	2.00	0.90	10.00	Cable, H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x2.5)

Canalizaciones

La ejecución de las canalizaciones y su tendido se harán de acuerdo con lo expresado en los documentos del presente proyecto.

Esquemas	Tipo de instalación
L-CLIMA-1	B2: Cable multipolar, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 16 mm

LE-CLIMA-2

Esquemas	Polaridad	P Demandada (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Componentes
L-CLIMA-2	F+N	2.00	0.90	10.00	Cable, H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x2.5)

Canalizaciones

La ejecución de las canalizaciones y su tendido se harán de acuerdo con lo expresado en los documentos del presente proyecto.

Esquemas	Tipo de instalación
L-CLIMA-2	B2: Cable multipolar, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 16 mm

LE-CLIMA-3

Esquemas	Polaridad	P Demandada (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Componentes
L-CLIMA-3	F+N	2.00	0.90	10.00	Cable, H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x2.5)

Canalizaciones

La ejecución de las canalizaciones y su tendido se harán de acuerdo con lo expresado en los documentos del presente proyecto.

Esquemas	Tipo de instalación
L-CLIMA-3	B2: Cable multipolar, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 16 mm



LE-OTROS-1

Esquemas	Polaridad	P Demandada (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Componentes
L-OTROS	F+N	0.75	1.00	70.00	Cable, H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x2.5)

Canalizaciones

La ejecución de las canalizaciones y su tendido se harán de acuerdo con lo expresado en los documentos del presente proyecto.

Esquemas	Tipo de instalación
L-OTROS	B2: Cable multipolar, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 16 mm

LE-OTROS-2

Esquemas	Polaridad	P Demandada (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Componentes
L-CPI	F+N	0.75	1.00	20.00	Cable, H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x2.5)

Canalizaciones

La ejecución de las canalizaciones y su tendido se harán de acuerdo con lo expresado en los documentos del presente proyecto.

Esquemas	Tipo de instalación
L-CPI	B2: Cable multipolar, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 16 mm

LE-OTROS-3

Esquemas	Polaridad	P Demandada (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Componentes
L-ALUM-EXT	F+N	0.75	1.00	90.00	Cable, H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x1.5)

Canalizaciones

La ejecución de las canalizaciones y su tendido se harán de acuerdo con lo expresado en los documentos del presente proyecto.

Esquemas	Tipo de instalación
L-ALUM-EXT	B2: Cable multipolar, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 16 mm



1.7.- CÁLCULOS

1.7.1.- SECCIÓN DE LAS LÍNEAS

Para el cálculo de los circuitos se han tenido en cuenta los siguientes factores:

Caída de tensión:

- Circuitos interiores de la instalación:
 - 3%: para circuitos de alumbrado.
 - 5%: para el resto de circuitos.

Caída de tensión acumulada:

- Circuitos interiores de la instalación:
 - 4.5%: para circuitos de alumbrado.
 - 6.5%: para el resto de circuitos.

Los resultados obtenidos para la caída de tensión se resumen en las siguientes tablas:

Derivación individual

Esquemas	Polaridad	P Demandada (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Línea	I _z (A)	I _B (A)	c.d.t (%)	c.d.t Acum (%)
DI	3F+N	78.51	0.96	30.00	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x95) + 1x50 + TTx50	189.12	122.70	0.36	-

Cálculos de factores de corrección por canalización

Los siguientes factores de corrección calculados según el tipo de instalación ya están contemplados en los valores de intensidad máxima admisible (I_z) de la tabla anterior.

Esquemas	Tipo de instalación	Factor de corrección			
		Temperatura	Resistividad térmica	Profundidad	Agrupamiento
DI	D1: Cable unipolar/multipolar en conductos en el suelo Temperatura: 25.00 °C Tubo 125 mm	0.96	1.00	1.00	1.00

DI



Esquemas	Polaridad	P Demandada (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Línea	I _z (A)	I _B (A)	c.d.t (%)	c.d.t Acum (%)
DI	3F+N	78.51	0.96	30.00	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x95) + 1x50 + TTx50	189.12	122.70	0.36	-
ALUM-ALM-1	F+N	2.40	1.00	80.00	H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x6)	35.67	10.39	2.40	2.76
ALUM-EMERG-ALM-1	F+N	0.53	1.00	100.00	H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x1.5)	15.23	2.29	2.63	2.99
LA-ALM-2	F+N	2.40	1.00	1.00	H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x4)	26.10	10.39	0.05	0.40
LA-ALM-3	F+N	2.40	1.00	1.00	H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x4)	26.10	10.39	0.05	0.40
LF-ALM-T-1	3F+N	6.50	0.85	10.00	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 4x2.5 + TTx2.5	23.66	11.04	0.39	0.75
LF-ALM-T-2	3F+N	6.50	0.85	10.00	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 4x2.5 + TTx2.5	23.66	11.04	0.39	0.75
LF-ALM-T-3	3F+N	7.10	0.85	10.00	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 4x2.5 + TTx2.5	23.66	12.06	0.43	0.79
LF-ALM-1	F+N	2.50	0.90	10.00	H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x4)	26.10	12.03	0.53	0.89
LF-ALM-2	F+N	2.50	0.90	10.00	H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x4)	26.10	12.03	0.53	0.89
LF-ALM-3	F+N	3.00	0.90	10.00	H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x4)	26.10	14.43	0.64	1.00
ALUM-OFI-1	F+N	0.13	1.00	40.00	H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x1.5)	15.23	0.57	0.26	0.62
ALUM-EMERG-OFI-1	F+N	0.06	1.00	40.00	H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x1.5)	15.23	0.26	0.12	0.48
LA-OFI-2	F+N	0.17	1.00	10.00	H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x1.5)	15.23	0.72	0.08	0.44



Esquemas	Polaridad	P Demandada (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Línea	I _z (A)	I _B (A)	c.d.t (%)	c.d.t Acum (%)
LA-OFI-3	F+N	0.17	1.00	10.00	H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x1.5)	15.23	0.72	0.08	0.44
LF-OFI-PT-1	F+N	3.00	0.90	50.00	H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x2.5)	20.01	14.43	5.23	5.59
LF-OFI-G-3-C	F+N	0.50	0.90	40.00	H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x2.5)	20.01	2.41	0.66	1.02
LF-OFI-AS	F+N	0.50	0.90	50.00	H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x2.5)	20.01	2.41	0.83	1.19
LF-OFI-G-2	F+N	2.25	0.90	40.00	H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x2.5)	20.01	10.83	3.06	3.42
LF-OFI-PT-2	F+N	2.00	0.90	50.00	H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x2.5)	20.01	9.62	3.38	3.74
LF-OFI-G-1	F+N	1.75	0.90	40.00	H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x2.5)	20.01	8.42	2.35	2.71
LE-VE/1	3F+N	26.40	1.00	60.00	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 5(1x10)	54.60	38.11	2.13	2.49
LE-CLIMA-1	F+N	2.00	0.90	10.00	H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x2.5)	20.01	12.03	0.86	1.22
LE-CLIMA-2	F+N	2.00	0.90	10.00	H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x2.5)	20.01	12.03	0.86	1.22
LE-CLIMA-3	F+N	2.00	0.90	10.00	H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x2.5)	20.01	12.03	0.86	1.22
LE-OTROS-1	F+N	0.75	1.00	10.00	H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x2.5)	20.01	3.25	0.22	0.58
LE-OTROS-2	F+N	0.75	1.00	10.00	H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x2.5)	20.01	3.25	0.22	0.58
LE-OTROS-3	F+N	0.75	1.00	10.00	H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x1.5)	14.36	3.25	0.37	0.73

Cálculos de factores de corrección por canalización

Los siguientes factores de corrección calculados según el tipo de instalación ya están contemplados en los valores de intensidad máxima admisible (I_z) de la tabla anterior.



Esquemas	Tipo de instalación	Temperatura	Factor de corrección		
			Resistividad térmica	Profundidad	Agrupamiento
DI	D1: Cable unipolar/multipolar en conductos en el suelo Temperatura: 25.00 °C Tubo 125 mm	0.96	1.00	1.00	1.00
ALUM-ALM-1	B1: Conductores aislados, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 20 mm	0.87	-	-	1.00
ALUM-EMERG-ALM-1	B1: Conductores aislados, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 16 mm	0.87	-	-	1.00
LA-ALM-2	B2: Cable multipolar, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 25 mm	0.87	-	-	1.00
LA-ALM-3	B2: Cable multipolar, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 25 mm	0.87	-	-	1.00
LF-ALM-T-1	B2: Cable multipolar, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 20 mm	0.91	-	-	1.00
LF-ALM-T-2	B2: Cable multipolar, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 20 mm	0.91	-	-	1.00
LF-ALM-T-3	B2: Cable multipolar, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 20 mm	0.91	-	-	1.00
LF-ALM-1	B2: Cable multipolar, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 20 mm	0.87	-	-	1.00
LF-ALM-2	B2: Cable multipolar, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 20 mm	0.87	-	-	1.00
LF-ALM-3	B2: Cable multipolar, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 20 mm	0.87	-	-	1.00
ALUM-OFI-1	B1: Conductores aislados, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 16 mm	0.87	-	-	1.00
ALUM-EMERG-OFI-1	B1: Conductores aislados, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 16 mm	0.87	-	-	1.00
LA-OFI-2	B1: Conductores aislados, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 16 mm	0.87	-	-	1.00
LA-OFI-3	B1: Conductores aislados, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 16 mm	0.87	-	-	1.00
LF-OFI-PT-1	B2: Cable multipolar, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 20 mm	0.87	-	-	1.00
LF-OFI-G-3-C	B2: Cable multipolar, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 20 mm	0.87	-	-	1.00
LF-OFI-AS	B2: Cable multipolar, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 20 mm	0.87	-	-	1.00
LF-OFI-G-2	B2: Cable multipolar, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 20 mm	0.87	-	-	1.00
LF-OFI-PT-2	B2: Cable multipolar, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 20 mm	0.87	-	-	1.00
LF-OFI-G-1	B2: Cable multipolar, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 20 mm	0.87	-	-	1.00
LE-VE/1	B2: Cable multipolar, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 32 mm	0.91	-	-	1.00
LE-CLIMA-1	B2: Cable multipolar, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 20 mm	0.87	-	-	1.00



Esquemas	Tipo de instalación	Temperatura	Factor de corrección		
			Resistividad térmica	Profundidad	Agrupamiento
LE-CLIMA-2	B2: Cable multipolar, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 20 mm	0.87	-	-	1.00
LE-CLIMA-3	B2: Cable multipolar, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 20 mm	0.87	-	-	1.00
LE-OTROS-1	B2: Cable multipolar, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 20 mm	0.87	-	-	1.00
LE-OTROS-2	B2: Cable multipolar, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 20 mm	0.87	-	-	1.00
LE-OTROS-3	B2: Cable multipolar, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 16 mm	0.87	-	-	1.00

LA-ALM-2

Esquemas	Polaridad	P Demandada (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Línea	I _z (A)	I _B (A)	c.d.t (%)	c.d.t Acum (%)
ALUM-ALM-2	F+N	2.40	1.00	80.00	H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x4)	27.84	10.39	3.62	4.02

Cálculos de factores de corrección por canalización

Los siguientes factores de corrección calculados según el tipo de instalación ya están contemplados en los valores de intensidad máxima admisible (I_z) de la tabla anterior.

Esquemas	Tipo de instalación	Factor de corrección			
		Temperatura	Resistividad térmica	Profundidad	Agrupamiento
ALUM-ALM-2	B1: Conductores aislados, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 20 mm	0.87	-	-	1.00

LA-ALM-3

Esquemas	Polaridad	P Demandada (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Línea	I _z (A)	I _B (A)	c.d.t (%)	c.d.t Acum (%)
ALUM-ALM-3	F+N	2.40	1.00	80.00	H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x4)	27.84	10.39	3.62	4.02

Cálculos de factores de corrección por canalización

Los siguientes factores de corrección calculados según el tipo de instalación ya están contemplados en los valores de intensidad máxima admisible (I_z) de la tabla anterior.

Esquemas	Tipo de instalación	Factor de corrección			
		Temperatura	Resistividad térmica	Profundidad	Agrupamiento
ALUM-ALM-3	B1: Conductores aislados, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 20 mm	0.87	-	-	1.00

LF-ALM-T-1



Esquemas	Polaridad	P Demandada (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Línea	I _z (A)	I _B (A)	c.d.t (%)	c.d.t Acum (%)
LF-ALM-T-1	3F+N	6.50	0.85	80.00	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 4x2.5 + TTx2.5	23.66	11.04	3.15	3.90

Cálculos de factores de corrección por canalización

Los siguientes factores de corrección calculados según el tipo de instalación ya están contemplados en los valores de intensidad máxima admisible (I_z) de la tabla anterior.

Esquemas	Tipo de instalación	Factor de corrección			
		Temperatura	Resistividad térmica	Profundidad	Agrupamiento
LF-ALM-T-1	B2: Cable multipolar, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 20 mm	0.91	-	-	1.00

LF-ALM-T-2

Esquemas	Polaridad	P Demandada (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Línea	I _z (A)	I _B (A)	c.d.t (%)	c.d.t Acum (%)
LF-ALM-T-2	3F+N	6.50	0.85	80.00	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 4x2.5 + TTx2.5	23.66	11.04	3.15	3.90

Cálculos de factores de corrección por canalización

Los siguientes factores de corrección calculados según el tipo de instalación ya están contemplados en los valores de intensidad máxima admisible (I_z) de la tabla anterior.

Esquemas	Tipo de instalación	Factor de corrección			
		Temperatura	Resistividad térmica	Profundidad	Agrupamiento
LF-ALM-T-2	B2: Cable multipolar, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 20 mm	0.91	-	-	1.00

LF-ALM-T-3

Esquemas	Polaridad	P Demandada (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Línea	I _z (A)	I _B (A)	c.d.t (%)	c.d.t Acum (%)
LF-ALM-T-3	3F+N	7.10	0.85	80.00	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 4x2.5 + TTx2.5	23.66	12.06	3.46	4.26

Cálculos de factores de corrección por canalización

Los siguientes factores de corrección calculados según el tipo de instalación ya están contemplados en los valores de intensidad máxima admisible (I_z) de la tabla anterior.



Esquemas	Tipo de instalación	Factor de corrección			
		Temperatura	Resistividad térmica	Profundidad	Agrupamiento
LF-ALM-T-3	B2: Cable multipolar, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 20 mm	0.91	-	-	1.00

LF-ALM-1

Esquemas	Polaridad	P Demandada (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Línea	I _z (A)	I _B (A)	c.d.t (%)	c.d.t Acum (%)
LF-ALM-1	F+N	2.50	0.90	80.00	H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x4)	27.84	12.03	4.21	5.10

Cálculos de factores de corrección por canalización

Los siguientes factores de corrección calculados según el tipo de instalación ya están contemplados en los valores de intensidad máxima admisible (I_z) de la tabla anterior.

Esquemas	Tipo de instalación	Factor de corrección			
		Temperatura	Resistividad térmica	Profundidad	Agrupamiento
LF-ALM-1	B1: Conductores aislados, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 20 mm	0.87	-	-	1.00

LF-ALM-2

Esquemas	Polaridad	P Demandada (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Línea	I _z (A)	I _B (A)	c.d.t (%)	c.d.t Acum (%)
LF-ALM-2	F+N	2.50	0.90	80.00	H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x4)	27.84	12.03	4.21	5.10

Cálculos de factores de corrección por canalización

Los siguientes factores de corrección calculados según el tipo de instalación ya están contemplados en los valores de intensidad máxima admisible (I_z) de la tabla anterior.

Esquemas	Tipo de instalación	Factor de corrección			
		Temperatura	Resistividad térmica	Profundidad	Agrupamiento
LF-ALM-2	B1: Conductores aislados, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 20 mm	0.87	-	-	1.00

LF-ALM-3

Esquemas	Polaridad	P Demandada (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Línea	I _z (A)	I _B (A)	c.d.t (%)	c.d.t Acum (%)
LF-ALM-3	F+N	3.00	0.90	80.00	H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x4)	27.84	14.43	5.09	6.09

Cálculos de factores de corrección por canalización



Los siguientes factores de corrección calculados según el tipo de instalación ya están contemplados en los valores de intensidad máxima admisible (I_z) de la tabla anterior.

Esquemas	Tipo de instalación	Factor de corrección			
		Temperatura	Resistividad térmica	Profundidad	Agrupamiento
LF-ALM-3	B1: Conductores aislados, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 20 mm	0.87	-	-	1.00

LA-OFI-2

Esquemas	Polaridad	P Demandada (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Línea	I_z (A)	I_B (A)	c.d.t (%)	c.d.t Acum (%)
ALUM-OFI-2	F+N	0.17	1.00	40.00	H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x1.5)	15.23	0.72	0.33	0.77

Cálculos de factores de corrección por canalización

Los siguientes factores de corrección calculados según el tipo de instalación ya están contemplados en los valores de intensidad máxima admisible (I_z) de la tabla anterior.

Esquemas	Tipo de instalación	Factor de corrección			
		Temperatura	Resistividad térmica	Profundidad	Agrupamiento
ALUM-OFI-2	B1: Conductores aislados, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 16 mm	0.87	-	-	1.00

LA-OFI-3

Esquemas	Polaridad	P Demandada (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Línea	I_z (A)	I_B (A)	c.d.t (%)	c.d.t Acum (%)
ALUM-OFI-3	F+N	0.17	1.00	40.00	H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x1.5)	15.23	0.72	0.33	0.77

Cálculos de factores de corrección por canalización

Los siguientes factores de corrección calculados según el tipo de instalación ya están contemplados en los valores de intensidad máxima admisible (I_z) de la tabla anterior.

Esquemas	Tipo de instalación	Factor de corrección			
		Temperatura	Resistividad térmica	Profundidad	Agrupamiento
ALUM-OFI-3	B1: Conductores aislados, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 16 mm	0.87	-	-	1.00



LE-VE/1

Esquemas	Polaridad	P Demandada (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Línea	I _z (A)	I _B (A)	c.d.t (%)	c.d.t Acum (%)
VE-1	3F+N	22.00	1.00	6.00	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 4x6 + TTx6	34.58	31.75	0.31	2.81
VE-2	3F+N	22.00	1.00	6.00	RZ1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 4x6 + TTx6	34.58	31.75	0.31	2.81

Cálculos de factores de corrección por canalización

Los siguientes factores de corrección calculados según el tipo de instalación ya están contemplados en los valores de intensidad máxima admisible (I_z) de la tabla anterior.

Esquemas	Tipo de instalación	Factor de corrección			
		Temperatura	Resistividad térmica	Profundidad	Agrupamiento
VE-1	A2: Cable multipolar, pared aislante Temperatura: 40.00 °C Tubo 25 mm	0.91	-	-	1.00
VE-2	A2: Cable multipolar, pared aislante Temperatura: 40.00 °C Tubo 25 mm	0.91	-	-	1.00

LE-CLIMA-1

Esquemas	Polaridad	P Demandada (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Línea	I _z (A)	I _B (A)	c.d.t (%)	c.d.t Acum (%)
L-CLIMA-1	F+N	2.00	0.90	10.00	H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x2.5)	20.01	12.03	0.86	2.07

Cálculos de factores de corrección por canalización

Los siguientes factores de corrección calculados según el tipo de instalación ya están contemplados en los valores de intensidad máxima admisible (I_z) de la tabla anterior.

Esquemas	Tipo de instalación	Factor de corrección			
		Temperatura	Resistividad térmica	Profundidad	Agrupamiento
L-CLIMA-1	B2: Cable multipolar, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 16 mm	0.87	-	-	1.00

LE-CLIMA-2

Esquemas	Polaridad	P Demandada (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Línea	I _z (A)	I _B (A)	c.d.t (%)	c.d.t Acum (%)
L-CLIMA-2	F+N	2.00	0.90	10.00	H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x2.5)	20.01	12.03	0.86	2.07



Cálculos de factores de corrección por canalización

Los siguientes factores de corrección calculados según el tipo de instalación ya están contemplados en los valores de intensidad máxima admisible (I_z) de la tabla anterior.

Esquemas	Tipo de instalación	Factor de corrección			
		Temperatura	Resistividad térmica	Profundidad	Agrupamiento
L-CLIMA-2	B2: Cable multipolar, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 16 mm	0.87	-	-	1.00

LE-CLIMA-3

Esquemas	Polaridad	P Demandada (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Línea	I_z (A)	I_B (A)	c.d.t (%)	c.d.t Acum (%)
L-CLIMA-3	F+N	2.00	0.90	10.00	H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x2.5)	20.01	12.03	0.86	2.07

Cálculos de factores de corrección por canalización

Los siguientes factores de corrección calculados según el tipo de instalación ya están contemplados en los valores de intensidad máxima admisible (I_z) de la tabla anterior.

Esquemas	Tipo de instalación	Factor de corrección			
		Temperatura	Resistividad térmica	Profundidad	Agrupamiento
L-CLIMA-3	B2: Cable multipolar, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 16 mm	0.87	-	-	1.00

LE-OTROS-1

Esquemas	Polaridad	P Demandada (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Línea	I_z (A)	I_B (A)	c.d.t (%)	c.d.t Acum (%)
L-OTROS	F+N	0.75	1.00	70.00	H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x2.5)	20.01	3.25	1.56	2.15

Cálculos de factores de corrección por canalización

Los siguientes factores de corrección calculados según el tipo de instalación ya están contemplados en los valores de intensidad máxima admisible (I_z) de la tabla anterior.

Esquemas	Tipo de instalación	Factor de corrección			
		Temperatura	Resistividad térmica	Profundidad	Agrupamiento
L-OTROS	B2: Cable multipolar, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 16 mm	0.87	-	-	1.00

LE-OTROS-2



Esquemas	Polaridad	P Demandada (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Línea	I _z (A)	I _B (A)	c.d.t (%)	c.d.t Acum (%)
L-CPI	F+N	0.75	1.00	20.00	H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x2.5)	20.01	3.25	0.45	1.03

Cálculos de factores de corrección por canalización

Los siguientes factores de corrección calculados según el tipo de instalación ya están contemplados en los valores de intensidad máxima admisible (I_z) de la tabla anterior.

Esquemas	Tipo de instalación	Factor de corrección			
		Temperatura	Resistividad térmica	Profundidad	Agrupamiento
L-CPI	B2: Cable multipolar, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 16 mm	0.87	-	-	1.00

LE-OTROS-3

Esquemas	Polaridad	P Demandada (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Línea	I _z (A)	I _B (A)	c.d.t (%)	c.d.t Acum (%)
L-ALUM-EXT	F+N	0.75	1.00	90.00	H07Z1-K (AS) Cca-s1b,d1,a1 3(1x1.5)	14.36	3.25	3.36	4.09

Cálculos de factores de corrección por canalización

Los siguientes factores de corrección calculados según el tipo de instalación ya están contemplados en los valores de intensidad máxima admisible (I_z) de la tabla anterior.

Esquemas	Tipo de instalación	Factor de corrección			
		Temperatura	Resistividad térmica	Profundidad	Agrupamiento
L-ALUM-EXT	B2: Cable multipolar, pared de madera Temperatura: 40.00 °C Tubo 16 mm	0.87	-	-	1.00

1.7.2.- CÁLCULO DE LOS DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN

Derivación individual

Sobrecarga

Esquemas	Polaridad	P Demandada (kW)	I _B (A)	Protecciones	I _z (A)	I _z (A)	1.45 x I _z (A)
DI	3F+N	78.51	122.70	Fusible, Tipo gL/gG; In: 125 A; Icu: 20 kA	189.12	200.00	274.22

Cortocircuito

Esquemas	Polaridad	Protecciones	I _{cu} (kA)	I _{cs} (kA)	I _{cc} máx mín (kA)	T _{Cable} CC _{máx} CC _{mín} (s)	T _p CC _{máx} CC _{mín} (s)
DI	3F+N	Fusible, Tipo gL/gG; In: 125 A; Icu: 20 kA	20.00	-	5.46 1.23	6.19 122.00	<0.10 0.39



Sobretensiones

Esquemas	Polaridad	Protecciones
DI	3F+N	Limitador de sobretensiones transitorias, Tipo 1+2; I_{imp} : 100 kA; U_p : 2.5 kV

DI

Sobrecarga

Esquemas	Polaridad	P Demandada (kW)	I_B (A)	Protecciones	I_z (A)	I_2 (A)	$1.45 \times I_z$ (A)
DI	3F+N	78.51	122.70	Fusible, Tipo gL/gG; In: 125 A; Icu: 20 kA	189.12	200.00	274.22
ALUM-ALM-1	F+N	2.40	10.39	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 16 A; Icu: 6 kA; Curva: C	35.67	23.20	51.72
ALUM-EMERG-ALM-1	F+N	0.53	2.29	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 6 A; Icu: 3 kA; Curva: C	15.23	8.70	22.08
LA-ALM-2	F+N	2.40	10.39	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 16 A; Icu: 3 kA; Curva: C	26.10	23.20	37.84
LA-ALM-3	F+N	2.40	10.39	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 16 A; Icu: 3 kA; Curva: C	26.10	23.20	37.84
LF-ALM-T-1	3F+N	6.50	11.04	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 20 A; Icu: 6 kA; Curva: B	23.66	29.00	34.31
LF-ALM-T-2	3F+N	6.50	11.04	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 20 A; Icu: 6 kA; Curva: B	23.66	29.00	34.31
LF-ALM-T-3	3F+N	7.10	12.06	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 20 A; Icu: 6 kA; Curva: B	23.66	29.00	34.31
LF-ALM-1	F+N	2.50	12.03	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 16 A; Icu: 3 kA; Curva: C	26.10	23.20	37.84
LF-ALM-2	F+N	2.50	12.03	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 16 A; Icu: 3 kA; Curva: C	26.10	23.20	37.84
LF-ALM-3	F+N	3.00	14.43	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 16 A; Icu: 3 kA; Curva: C	26.10	23.20	37.84
ALUM-OFI-1	F+N	0.13	0.57	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 6 kA; Curva: C	15.23	14.50	22.08



Esquemas	Polaridad	P Demandada (kW)	I _B (A)	Protecciones	I _z (A)	I ₂ (A)	1.45 x I _z (A)
ALUM-EMERG-OFI-1	F+N	0.06	0.26	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 6 A; Icu: 3 kA; Curva: C	15.23	8.70	22.08
LA-OFI-2	F+N	0.17	0.72	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 6 A; Icu: 3 kA; Curva: C	15.23	8.70	22.08
LA-OFI-3	F+N	0.17	0.72	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 6 A; Icu: 3 kA; Curva: C	15.23	8.70	22.08
LF-OFI-PT-1	F+N	3.00	14.43	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 16 A; Icu: 3 kA; Curva: C	20.01	23.20	29.01
LF-OFI-G-3-C	F+N	0.50	2.41	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 6 A; Icu: 3 kA; Curva: C	20.01	8.70	29.01
LF-OFI-AS	F+N	0.50	2.41	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 6 A; Icu: 3 kA; Curva: C	20.01	8.70	29.01
LF-OFI-G-2	F+N	2.25	10.83	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 16 A; Icu: 3 kA; Curva: C	20.01	23.20	29.01
LF-OFI-PT-2	F+N	2.00	9.62	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 3 kA; Curva: C	20.01	14.50	29.01
LF-OFI-G-1	F+N	1.75	8.42	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 3 kA; Curva: C	20.01	14.50	29.01
LE-VE/1	3F+N	26.40	38.11	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 40 A; Icu: 6 kA; Curva: C	54.60	58.00	79.17
LE-CLIMA-1	F+N	2.00	12.03	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 16 A; Icu: 3 kA; Curva: C	20.01	23.20	29.01
LE-CLIMA-2	F+N	2.00	12.03	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 16 A; Icu: 3 kA; Curva: C	20.01	23.20	29.01
LE-CLIMA-3	F+N	2.00	12.03	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 16 A; Icu: 3 kA; Curva: C	20.01	23.20	29.01
LE-OTROS-1	F+N	0.75	3.25	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 6 A; Icu: 3 kA; Curva: C	20.01	8.70	29.01



Esquemas	Polaridad	P Demandada (kW)	I _B (A)	Protecciones	I _z (A)	I ₂ (A)	1.45 x I _z (A)
LE-OTROS-2	F+N	0.75	3.25	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 6 A; Icu: 3 kA; Curva: C	20.01	8.70	29.01
LE-OTROS-3	F+N	0.75	3.25	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 6 A; Icu: 3 kA; Curva: C	14.36	8.70	20.81

Cortocircuito

Esquemas	Polaridad	Protecciones	I _{cu} (kA)	I _{cs} (kA)	I _{cc} máx mín (kA)	T _{Cable} CC _{máx} CC _{mín} (s)	T _p CC _{máx} CC _{mín} (s)
DI	3F+N	Fusible, Tipo gL/gG; In: 125 A; Icu: 20 kA	20.00	-	5.46 1.23	6.19 122.00	<0.10 0.39
ALUM-ALM-1	F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 16 A; Icu: 6 kA; Curva: C	6.00	-	2.57 0.44	0.07 2.41	<0.10 <0.10
ALUM-EMERG-ALM-1	F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 6 A; Icu: 3 kA; Curva: C	3.00	-	2.57 0.11	0.00 2.39	<0.10 <0.10
LA-ALM-2	F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 16 A; Icu: 3 kA; Curva: C	3.00	-	2.57 1.66	0.03 0.08	<0.10 <0.10
LA-ALM-3	F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 16 A; Icu: 3 kA; Curva: C	3.00	-	2.57 1.66	0.03 0.08	<0.10 <0.10
LF-ALM-T-1	3F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 20 A; Icu: 6 kA; Curva: B	6.00	-	4.78 0.74	0.01 0.23	<0.10 <0.10
LF-ALM-T-2	3F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 20 A; Icu: 6 kA; Curva: B	6.00	-	4.78 0.74	0.01 0.23	<0.10 <0.10
LF-ALM-T-3	3F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 20 A; Icu: 6 kA; Curva: B	6.00	-	4.78 0.74	0.01 0.23	<0.10 <0.10
LF-ALM-1	F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 16 A; Icu: 3 kA; Curva: C	3.00	-	2.57 1.16	0.03 0.16	<0.10 <0.10
LF-ALM-2	F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 16 A; Icu: 3 kA; Curva: C	3.00	-	2.57 1.16	0.03 0.16	<0.10 <0.10
LF-ALM-3	F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 16 A; Icu: 3 kA; Curva: C	3.00	-	2.57 1.16	0.03 0.16	<0.10 <0.10
ALUM-OFI-1	F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 6 kA; Curva: C	6.00	-	2.57 0.26	0.00 0.45	<0.10 <0.10
ALUM-EMERG-OFI-1	F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 6 A; Icu: 3 kA; Curva: C	3.00	-	2.57 0.26	0.00 0.45	<0.10 <0.10
LA-OFI-2	F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 6 A; Icu: 3 kA; Curva: C	3.00	-	2.57 0.74	0.00 0.05	<0.10 <0.10



Esquemas	Polaridad	Protecciones	I _{cu} (kA)	I _{cs} (kA)	I _{cc} máx mín (kA)	T _{Cable} CC _{máx} CC _{mín} (s)	T _p CC _{máx} CC _{mín} (s)
LA-OFI-3	F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 6 A; Icu: 3 kA; Curva: C	3.00	-	2.57 0.74	0.00 0.05	<0.10 <0.10
LF-OFI-PT-1	F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 16 A; Icu: 3 kA; Curva: C	3.00	-	2.57 0.33	0.01 0.76	<0.10 <0.10
LF-OFI-G-3-C	F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 6 A; Icu: 3 kA; Curva: C	3.00	-	2.57 0.39	0.01 0.53	<0.10 <0.10
LF-OFI-AS	F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 6 A; Icu: 3 kA; Curva: C	3.00	-	2.57 0.33	0.01 0.76	<0.10 <0.10
LF-OFI-G-2	F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 16 A; Icu: 3 kA; Curva: C	3.00	-	2.57 0.39	0.01 0.53	<0.10 <0.10
LF-OFI-PT-2	F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 3 kA; Curva: C	3.00	-	2.57 0.33	0.01 0.76	<0.10 <0.10
LF-OFI-G-1	F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 10 A; Icu: 3 kA; Curva: C	3.00	-	2.57 0.39	0.01 0.53	<0.10 <0.10
LE-VE/1	3F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 40 A; Icu: 6 kA; Curva: C	6.00	-	4.78 0.56	0.09 6.55	<0.10 <0.10
LE-CLIMA-1	F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 16 A; Icu: 3 kA; Curva: C	3.00	-	2.57 0.97	0.01 0.09	<0.10 <0.10
LE-CLIMA-2	F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 16 A; Icu: 3 kA; Curva: C	3.00	-	2.57 0.97	0.01 0.09	<0.10 <0.10
LE-CLIMA-3	F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 16 A; Icu: 3 kA; Curva: C	3.00	-	2.57 0.97	0.01 0.09	<0.10 <0.10
LE-OTROS-1	F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 6 A; Icu: 3 kA; Curva: C	3.00	-	2.57 0.97	0.01 0.09	<0.10 <0.10
LE-OTROS-2	F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 6 A; Icu: 3 kA; Curva: C	3.00	-	2.57 0.97	0.01 0.09	<0.10 <0.10
LE-OTROS-3	F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 6 A; Icu: 3 kA; Curva: C	3.00	-	2.57 0.74	0.00 0.05	<0.10 <0.10

Sobretensiones

Esquemas	Polaridad	Protecciones
DI	3F+N	Limitador de sobretensiones transitorias, Tipo 1+2; I _{imp} : 100 kA; U _p : 2.5 kV



LA-ALM-2

Sobrecarga

Esquemas	Polaridad	P Demandada (kW)	I _B (A)	Protecciones	I _z (A)	I ₂ (A)	1.45 x I _z (A)
ALUM-ALM-2	F+N	2.40	10.39	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 16 A; Icu: 3 kA; Curva: C	27.84	23.20	40.37

Cortocircuito

Esquemas	Polaridad	Protecciones	I _{cu} (kA)	I _{cs} (kA)	I _{cc} máx (kA)	T _{Cable} CC _{máx} (s)	T _p CC _{máx} (s)
ALUM-ALM-2	F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 16 A; Icu: 3 kA; Curva: C	3.00	-	2.47 0.32	0.03 2.04	<0.10 <0.10

LA-ALM-3

Sobrecarga

Esquemas	Polaridad	P Demandada (kW)	I _B (A)	Protecciones	I _z (A)	I ₂ (A)	1.45 x I _z (A)
ALUM-ALM-3	F+N	2.40	10.39	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 16 A; Icu: 3 kA; Curva: C	27.84	23.20	40.37

Cortocircuito

Esquemas	Polaridad	Protecciones	I _{cu} (kA)	I _{cs} (kA)	I _{cc} máx (kA)	T _{Cable} CC _{máx} (s)	T _p CC _{máx} (s)
ALUM-ALM-3	F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 16 A; Icu: 3 kA; Curva: C	3.00	-	2.47 0.32	0.03 2.04	<0.10 <0.10

LF-ALM-T-1

Sobrecarga

Esquemas	Polaridad	P Demandada (kW)	I _B (A)	Protecciones	I _z (A)	I ₂ (A)	1.45 x I _z (A)
LF-ALM-T-1	3F+N	6.50	11.04	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 20 A; Icu: 6 kA; Curva: B	23.66	29.00	34.31



Cortocircuito

Esquemas	Polaridad	Protecciones	I _{cu} (kA)	I _{cs} (kA)	I _{cc} máx mín (kA)	T _{Cable} CC _{máx} CC _{mín} (s)	T _p CC _{máx} CC _{mín} (s)
LF-ALM-T-1	3F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 20 A; Icu: 6 kA; Curva: B	6.00	-	2.07 0.15	0.03 6.02	<0.10 <0.10

LF-ALM-T-2

Sobrecarga

Esquemas	Polaridad	P Demandada (kW)	I _B (A)	Protecciones	I _z (A)	I ₂ (A)	1.45 x I _z (A)
LF-ALM-T-2	3F+N	6.50	11.04	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 20 A; Icu: 6 kA; Curva: B	23.66	29.00	34.31

Cortocircuito

Esquemas	Polaridad	Protecciones	I _{cu} (kA)	I _{cs} (kA)	I _{cc} máx mín (kA)	T _{Cable} CC _{máx} CC _{mín} (s)	T _p CC _{máx} CC _{mín} (s)
LF-ALM-T-2	3F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 20 A; Icu: 6 kA; Curva: B	6.00	-	2.07 0.15	0.03 6.02	<0.10 <0.10

LF-ALM-T-3

Sobrecarga

Esquemas	Polaridad	P Demandada (kW)	I _B (A)	Protecciones	I _z (A)	I ₂ (A)	1.45 x I _z (A)
LF-ALM-T-3	3F+N	7.10	12.06	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 20 A; Icu: 6 kA; Curva: B	23.66	29.00	34.31

Cortocircuito

Esquemas	Polaridad	Protecciones	I _{cu} (kA)	I _{cs} (kA)	I _{cc} máx mín (kA)	T _{Cable} CC _{máx} CC _{mín} (s)	T _p CC _{máx} CC _{mín} (s)
LF-ALM-T-3	3F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 20 A; Icu: 6 kA; Curva: B	6.00	-	2.07 0.15	0.03 6.02	<0.10 <0.10



LF-ALM-1

Sobrecarga

Esquemas	Polaridad	P Demandada (kW)	I _B (A)	Protecciones	I _Z (A)	I ₂ (A)	1.45 x I _Z (A)
LF-ALM-1	F+N	2.50	12.03	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 16 A; Icu: 3 kA; Curva: C	27.84	23.20	40.37

Cortocircuito

Esquemas	Polaridad	Protecciones	I _{cu} (kA)	I _{cs} (kA)	I _{cc} máx mín (kA)	T _{Cable} CC _{máx} CC _{mín} (s)	T _p CC _{máx} CC _{mín} (s)
LF-ALM-1	F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 16 A; Icu: 3 kA; Curva: C	3.00	-	1.81 0.30	0.06 2.43	<0.10 <0.10

LF-ALM-2

Sobrecarga

Esquemas	Polaridad	P Demandada (kW)	I _B (A)	Protecciones	I _Z (A)	I ₂ (A)	1.45 x I _Z (A)
LF-ALM-2	F+N	2.50	12.03	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 16 A; Icu: 3 kA; Curva: C	27.84	23.20	40.37

Cortocircuito

Esquemas	Polaridad	Protecciones	I _{cu} (kA)	I _{cs} (kA)	I _{cc} máx mín (kA)	T _{Cable} CC _{máx} CC _{mín} (s)	T _p CC _{máx} CC _{mín} (s)
LF-ALM-2	F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 16 A; Icu: 3 kA; Curva: C	3.00	-	1.81 0.30	0.06 2.43	<0.10 <0.10

LF-ALM-3

Sobrecarga

Esquemas	Polaridad	P Demandada (kW)	I _B (A)	Protecciones	I _Z (A)	I ₂ (A)	1.45 x I _Z (A)
LF-ALM-3	F+N	3.00	14.43	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 16 A; Icu: 3 kA; Curva: C	27.84	23.20	40.37



Cortocircuito

Esquemas	Polaridad	Protecciones	I _{cu} (kA)	I _{cs} (kA)	I _{cc} máx mín (kA)	T _{Cable} CC _{máx} CC _{mín} (s)	T _p CC _{máx} CC _{mín} (s)
LF-ALM-3	F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 16 A; Icu: 3 kA; Curva: C	3.00	-	1.81 0.30	0.06 2.43	<0.10 <0.10

LA-OFI-2

Sobrecarga

Esquemas	Polaridad	P Demandada (kW)	I _B (A)	Protecciones	I _z (A)	I ₂ (A)	1.45 x I _z (A)
ALUM-OFI-2	F+N	0.17	0.72	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 6 A; Icu: 3 kA; Curva: C	15.23	8.70	22.08

Cortocircuito

Esquemas	Polaridad	Protecciones	I _{cu} (kA)	I _{cs} (kA)	I _{cc} máx mín (kA)	T _{Cable} CC _{máx} CC _{mín} (s)	T _p CC _{máx} CC _{mín} (s)
ALUM-OFI-2	F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 6 A; Icu: 3 kA; Curva: C	3.00	-	1.20 0.21	0.02 0.66	<0.10 <0.10

LA-OFI-3

Sobrecarga

Esquemas	Polaridad	P Demandada (kW)	I _B (A)	Protecciones	I _z (A)	I ₂ (A)	1.45 x I _z (A)
ALUM-OFI-3	F+N	0.17	0.72	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 6 A; Icu: 3 kA; Curva: C	15.23	8.70	22.08

Cortocircuito

Esquemas	Polaridad	Protecciones	I _{cu} (kA)	I _{cs} (kA)	I _{cc} máx mín (kA)	T _{Cable} CC _{máx} CC _{mín} (s)	T _p CC _{máx} CC _{mín} (s)
ALUM-OFI-3	F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 6 A; Icu: 3 kA; Curva: C	3.00	-	1.20 0.21	0.02 0.66	<0.10 <0.10



LE-VE/1

Sobrecarga

Esquemas	Polaridad	P Demandada (kW)	I _B (A)	Protecciones	I _z (A)	I ₂ (A)	1.45 x I _z (A)
VE-1	3F+N	22.00	31.75	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 32 A; Icu: 6 kA; Curva: C	34.58	46.40	50.14
VE-2	3F+N	22.00	31.75	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 32 A; Icu: 6 kA; Curva: C	34.58	46.40	50.14

Cortocircuito

Esquemas	Polaridad	Protecciones	I _{cu} (kA)	I _{cs} (kA)	I _{cc} máx mín (kA)	T _{Cable} CC _{máx} CC _{mín} (s)	T _p CC _{máx} CC _{mín} (s)
VE-1	3F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 32 A; Icu: 6 kA; Curva: C	6.00	-	1.58 0.52	0.29 2.77	<0.10 <0.10
VE-2	3F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 32 A; Icu: 6 kA; Curva: C	6.00	-	1.58 0.52	0.29 2.77	<0.10 <0.10

LE-CLIMA-1

Sobrecarga

Esquemas	Polaridad	P Demandada (kW)	I _B (A)	Protecciones	I _z (A)	I ₂ (A)	1.45 x I _z (A)
L-CLIMA-1	F+N	2.00	12.03	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 16 A; Icu: 3 kA; Curva: C	20.01	23.20	29.01

Cortocircuito

Esquemas	Polaridad	Protecciones	I _{cu} (kA)	I _{cs} (kA)	I _{cc} máx mín (kA)	T _{Cable} CC _{máx} CC _{mín} (s)	T _p CC _{máx} CC _{mín} (s)
L-CLIMA-1	F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 16 A; Icu: 3 kA; Curva: C	3.00	-	1.54 0.66	0.03 0.19	<0.10 <0.10

LE-CLIMA-2

Sobrecarga

Esquemas	Polaridad	P Demandada (kW)	I _B (A)	Protecciones	I _z (A)	I ₂ (A)	1.45 x I _z (A)
L-CLIMA-2	F+N	2.00	12.03	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 16 A; Icu: 3 kA; Curva: C	20.01	23.20	29.01



Cortocircuito

Esquemas	Polaridad	Protecciones	I _{cu} (kA)	I _{cs} (kA)	I _{cc} máx mín (kA)	T _{Cable} CC _{máx} CC _{mín} (s)	T _p CC _{máx} CC _{mín} (s)
L-CLIMA-2	F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 16 A; Icu: 3 kA; Curva: C	3.00	-	1.54 0.66	0.03 0.19	<0.10 <0.10

LE-CLIMA-3

Sobrecarga

Esquemas	Polaridad	P Demandada (kW)	I _B (A)	Protecciones	I _z (A)	I ₂ (A)	1.45 x I _z (A)
L-CLIMA-3	F+N	2.00	12.03	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 16 A; Icu: 3 kA; Curva: C	20.01	23.20	29.01

Cortocircuito

Esquemas	Polaridad	Protecciones	I _{cu} (kA)	I _{cs} (kA)	I _{cc} máx mín (kA)	T _{Cable} CC _{máx} CC _{mín} (s)	T _p CC _{máx} CC _{mín} (s)
L-CLIMA-3	F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 16 A; Icu: 3 kA; Curva: C	3.00	-	1.54 0.66	0.03 0.19	<0.10 <0.10

LE-OTROS-1

Sobrecarga

Esquemas	Polaridad	P Demandada (kW)	I _B (A)	Protecciones	I _z (A)	I ₂ (A)	1.45 x I _z (A)
L-OTROS	F+N	0.75	3.25	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 6 A; Icu: 3 kA; Curva: C	20.01	8.70	29.01

Cortocircuito

Esquemas	Polaridad	Protecciones	I _{cu} (kA)	I _{cs} (kA)	I _{cc} máx mín (kA)	T _{Cable} CC _{máx} CC _{mín} (s)	T _p CC _{máx} CC _{mín} (s)
L-OTROS	F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 6 A; Icu: 3 kA; Curva: C	3.00	-	1.54 0.22	0.03 1.72	<0.10 <0.10



LE-OTROS-2

Sobrecarga

Esquemas	Polaridad	P Demandada (kW)	I _B (A)	Protecciones	I _Z (A)	I ₂ (A)	1.45 x I _Z (A)
L-CPI	F+N	0.75	3.25	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 6 A; Icu: 3 kA; Curva: C	20.01	8.70	29.01

Cortocircuito

Esquemas	Polaridad	Protecciones	I _{cu} (kA)	I _{cs} (kA)	I _{cc} máx mín (kA)	T _{Cable} CC _{máx} CC _{mín} (s)	T _p CC _{máx} CC _{mín} (s)
L-CPI	F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 6 A; Icu: 3 kA; Curva: C	3.00	-	1.54 0.49	0.03 0.34	<0.10 <0.10

LE-OTROS-3

Sobrecarga

Esquemas	Polaridad	P Demandada (kW)	I _B (A)	Protecciones	I _Z (A)	I ₂ (A)	1.45 x I _Z (A)
L-ALUM-EXT	F+N	0.75	3.25	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 6 A; Icu: 3 kA; Curva: C	14.36	8.70	20.81

Cortocircuito

Esquemas	Polaridad	Protecciones	I _{cu} (kA)	I _{cs} (kA)	I _{cc} máx mín (kA)	T _{Cable} CC _{máx} CC _{mín} (s)	T _p CC _{máx} CC _{mín} (s)
L-ALUM-EXT	F+N	Magnetotérmico, Doméstico o análogo (IEC 60898); In: 6 A; Icu: 3 kA; Curva: C	3.00	-	1.20 0.11	0.02 2.39	<0.10 <0.10

1.8.- CÁLCULOS DE PUESTA A TIERRA

1.8.1.- RESISTENCIA DE LA PUESTA A TIERRA DE LAS MASAS

Se considera una resistencia de la instalación de puesta a tierra de: 15.00 Ω .

1.8.2.- RESISTENCIA DE LA PUESTA A TIERRA DEL NEUTRO

Se considera una resistencia de la instalación de puesta a tierra de: 10.00 Ω .



1.8.3.- PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS

Esquema de conexión a tierra TT

El corte automático de la alimentación está prescrito cuando, en caso de defecto y debido al valor y duración de la tensión de contacto, puede producirse un efecto peligroso sobre las personas o animales domésticos.

Debe existir una adecuada coordinación entre el esquema de conexión a tierra TT y las características de los dispositivos de protección.

La intensidad de defecto se puede calcular mediante la expresión:

Donde:

- I_d Corriente de defecto.
- U_0 Tensión entre fase y neutro.
- R_A Suma de las resistencias de la toma de tierra y de los conductores de protección de las masas.
- R_B Resistencia de la toma de tierra del neutro, sea del transformador o de la línea de alimentación.

La intensidad diferencial residual o sensibilidad de los diferenciales debe ser tal que garantice el funcionamiento del dispositivo para la intensidad de defecto del esquema eléctrico.

Esquemas	Polaridad	I_B (A)	Protecciones	I_d (A)	$I_{\Delta N}$ (A)
ALUM-ALM-1	F+N	10.39	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 100 mA; Clase: AC	9.12	0.10
ALUM-EMERG-ALM-1	F+N	2.29	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 100 mA; Clase: AC	8.72	0.10
ALUM-ALM-2	F+N	10.39	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 100 mA; Clase: AC	9.06	0.10
ALUM-ALM-3	F+N	10.39	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 100 mA; Clase: AC	9.06	0.10



Esquemas	Polaridad	I_B (A)	Protecciones	I_d (A)	$I_{\Delta N}$ (A)
LF-ALM-T-1	3F+N	11.04	Diferencial, Instantáneo; In: 80.00 A; Sensibilidad: 100 mA; Clase: AC	8.93	0.10
LF-ALM-T-2	3F+N	11.04	Diferencial, Instantáneo; In: 80.00 A; Sensibilidad: 100 mA; Clase: AC	8.93	0.10
LF-ALM-T-3	3F+N	12.06	Diferencial, Instantáneo; In: 80.00 A; Sensibilidad: 100 mA; Clase: AC	8.93	0.10
LF-ALM-1	F+N	12.03	Diferencial, Instantáneo; In: 80.00 A; Sensibilidad: 100 mA; Clase: AC	9.05	0.10
LF-ALM-2	F+N	12.03	Diferencial, Instantáneo; In: 80.00 A; Sensibilidad: 100 mA; Clase: AC	9.05	0.10
LF-ALM-3	F+N	14.43	Diferencial, Instantáneo; In: 80.00 A; Sensibilidad: 100 mA; Clase: AC	9.05	0.10
ALUM-OFI-1	F+N	0.57	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	9.01	0.03
ALUM-EMERG-OFI-1	F+N	0.26	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	9.01	0.03
ALUM-OFI-2	F+N	0.72	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	8.96	0.03
ALUM-OFI-3	F+N	0.72	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	8.96	0.03
LF-OFI-PT-1	F+N	14.43	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	9.07	0.03
LF-OFI-G-3-C	F+N	2.41	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	9.10	0.03
LF-OFI-AS	F+N	2.41	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	9.07	0.03
LF-OFI-G-2	F+N	10.83	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	9.10	0.03
LF-OFI-PT-2	F+N	9.62	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	9.07	0.03
LF-OFI-G-1	F+N	8.42	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	9.10	0.03
VE-1	3F+N	31.75	Diferencial, Instantáneo; In: 40.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: A	9.16	0.03
VE-2	3F+N	31.75	Diferencial, Instantáneo; In: 40.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: A	9.16	0.03
L-CLIMA-1	F+N	12.03	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	9.16	0.03
L-CLIMA-2	F+N	12.03	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	9.16	0.03
L-CLIMA-3	F+N	12.03	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	9.16	0.03
L-OTROS	F+N	3.25	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	8.97	0.03
L-CPI	F+N	3.25	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	9.13	0.03
L-ALUM-EXT	F+N	3.25	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	8.72	0.03

Donde:

- $I_{\Delta N}$ Corriente diferencial-residual asignada al DDR.



Por otro lado, esta sensibilidad debe permitir la circulación de la intensidad de fugas de la instalación debida a las capacidades parásitas de los cables. Así, la intensidad de no disparo del diferencial debe tener un valor superior a la intensidad de fugas en el punto de instalación. La norma indica como intensidad mínima de no disparo la mitad de la sensibilidad.

Esquemas	Polaridad	I_B (A)	Protecciones	$I_{\text{nodisparo}}$ (A)	I_f (A)
ALUM-ALM-1	F+N	10.39	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 100 mA; Clase: AC	0.050	0.0164
ALUM-EMERG-ALM-1	F+N	2.29	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 100 mA; Clase: AC	0.050	0.0164
ALUM-ALM-2	F+N	10.39	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 100 mA; Clase: AC	0.050	0.0164
ALUM-ALM-3	F+N	10.39	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 100 mA; Clase: AC	0.050	0.0164
LF-ALM-T-1	3F+N	11.04	Diferencial, Instantáneo; In: 80.00 A; Sensibilidad: 100 mA; Clase: AC	0.050	0.0194
LF-ALM-T-2	3F+N	11.04	Diferencial, Instantáneo; In: 80.00 A; Sensibilidad: 100 mA; Clase: AC	0.050	0.0194
LF-ALM-T-3	3F+N	12.06	Diferencial, Instantáneo; In: 80.00 A; Sensibilidad: 100 mA; Clase: AC	0.050	0.0194
LF-ALM-1	F+N	12.03	Diferencial, Instantáneo; In: 80.00 A; Sensibilidad: 100 mA; Clase: AC	0.050	0.0194
LF-ALM-2	F+N	12.03	Diferencial, Instantáneo; In: 80.00 A; Sensibilidad: 100 mA; Clase: AC	0.050	0.0194
LF-ALM-3	F+N	14.43	Diferencial, Instantáneo; In: 80.00 A; Sensibilidad: 100 mA; Clase: AC	0.050	0.0194
ALUM-OFI-1	F+N	0.57	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	0.015	0.0086
ALUM-EMERG-OFI-1	F+N	0.26	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	0.015	0.0086
ALUM-OFI-2	F+N	0.72	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	0.015	0.0086
ALUM-OFI-3	F+N	0.72	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	0.015	0.0086
LF-OFI-PT-1	F+N	14.43	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	0.015	0.0129
LF-OFI-G-3-C	F+N	2.41	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	0.015	0.0129
LF-OFI-AS	F+N	2.41	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	0.015	0.0129
LF-OFI-G-2	F+N	10.83	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	0.015	0.0129
LF-OFI-PT-2	F+N	9.62	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	0.015	0.0129
LF-OFI-G-1	F+N	8.42	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	0.015	0.0129
VE-1	3F+N	31.75	Diferencial, Instantáneo; In: 40.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: A	0.015	0.0001
VE-2	3F+N	31.75	Diferencial, Instantáneo; In: 40.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: A	0.015	0.0001



Esquemas	Polaridad	I_B (A)	Protecciones	I_{disparo} (A)	I_r (A)
L-CLIMA-1	F+N	12.03	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	0.015	0.0029
L-CLIMA-2	F+N	12.03	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	0.015	0.0029
L-CLIMA-3	F+N	12.03	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	0.015	0.0029
L-OTROS	F+N	3.25	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	0.015	0.0101
L-CPI	F+N	3.25	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	0.015	0.0101
L-ALUM-EXT	F+N	3.25	Diferencial, Instantáneo; In: 25.00 A; Sensibilidad: 30 mA; Clase: AC	0.015	0.0101

