



**VNiVERSIDAD
D SALAMANCA**

CAMPUS DE EXCELENCIA INTERNACIONAL



**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

Trabajo Fin de Máster
Máster Universitario en Ingeniería Industrial

INSTALACIÓN DE ALMACENAMIENTO DE PELETS DE
BIOMASA EN CUATRO SILOS DE 1 000 TONELADAS.

Project of biomass pellet storage facility in four 1 000 ton silos

Autor: Rubén Sánchez Castro

Tutor: Norberto Redondo Melchor

Junio 2022

ÍNDICE DE CONTENIDO

I. MEMORIA.....	1
1. Introducción y objeto del proyecto	1
2. Normativa aplicada	2
2.1. Estructura y obra civil	2
2.2. Instalación eléctrica	3
2.3. Medio ambiente.....	3
2.4. Seguridad y salud laboral	4
2.5. Otra normativa aplicable.....	4
3. Diseño y prestaciones de las nuevas instalaciones.....	4
3.1. Diseño y prestaciones de la instalación mecánica	4
3.2. Diseño y prestaciones de la instalación eléctrica.....	5
3.3. Diseño y prestaciones de la instalación de control.....	6
4. Plazo y diagrama de ejecución.....	6
5. Resumen de presupuesto.....	8
6. Conclusión a la memoria y firma.....	8
II. DISEÑO MECÁNICO.....	9
1. Introducción y objeto.....	9
2. Normativa aplicada	10
3. Consideraciones generales	11
3.1. Contenedores de carga.....	11
3.2. Características del material almacenado.....	12
4. Conducción de llenado.....	12
5. Tolvas de carga	13
5.1. Diseño y dimensiones.....	13

5.2. Filtro de polvo.....	17
5.3. Accesorios.....	19
6. Estructura portante de las tolvas de carga.....	20
6.1. Descripción y dimensiones.....	20
6.2. Acciones consideradas.....	21
6.3. Justificación técnica de la estructura diseñada.....	25
6.4. Anclaje y cimentación.....	27
6.4.1. Anclaje.....	27
6.4.2. Cimentación.....	29
7. Conclusión y firma.....	31
III.DISEÑO ELÉCTRICO.....	32
1. Introducción y objeto.....	32
2. Normativa aplicada.....	32
3. Descripción de la instalación proyectada.....	33
3.1. Consideraciones generales.....	33
3.2. Esquema de bloques de la instalación.....	35
3.3. Previsión de cargas.....	35
4. Diseño de la instalación receptora.....	38
4.1. Caja general de protección y contadores.....	38
4.2. Línea general de alimentación.....	39
4.3. Cuadro de protecciones.....	40
4.4. Canalizaciones y circuitos.....	40
4.5. Receptores.....	42
4.6. Protecciones contra contactos indirectos, sobrecargas y cortocircuitos.....	43
4.7. Protección contra sobretensiones.....	44
5. Cálculos eléctricos.....	45

5.1. Consideraciones	45
5.2. Potencia.....	46
5.3. Intensidades admisibles	47
5.4. Caída de tensión.....	47
5.5. Protecciones contra cortocircuitos y sobrecargas	47
5.6. Corrección del factor de potencia	48
5.7. Intensidad de cortocircuito	49
6. Puesta a tierra.....	50
7. Conclusión y firma.....	51
IV.AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL	52
1. Introducción y objeto.....	52
2. Descripción del sistema proyectado	52
2.1. Modos de funcionamiento.....	52
2.2. Estrategia general de trabajo.....	54
2.3. Llenado de un silo	55
2.4. Llenado de la tolva de carga.....	56
2.5. Traslado entre silos.....	57
3. Estrategia de control	58
3.1. Accionamientos.....	58
3.2. Enclavamientos.....	60
3.3. Interface "hombre máquina" HMI.....	60
4. Listados de señales, entradas y salidas	63
5. Hardware seleccionado.....	64
5.1. SCADA	64
5.2. Equipos de campo.....	65
5.3. Autómatas y plc	70

5.4. Buses de señal	72
6. Conclusión y firma.....	73
V. GESTIÓN DE RESIDUOS DE LA CONSTRUCCIÓN	74
1. Identificación de los residuos	74
2. Separación de los residuos y plan de gestión de los residuos.....	75
3. Valoración, reutilización o eliminación de los residuos	76
4. Medidas para minimizar los residuos	76
5. Instalaciones de tratamiento.....	77
6. Presupuesto	77
7. Conclusión y firma.....	78
VI. PLIEGO DE CONDICIONES.....	79
1. Condiciones generales	79
1.1. Obras objeto del presente proyecto	79
1.2. Obras accesorias no especificadas en el pliego	79
1.3. Director de obra	80
1.4. Documentos que definen la obra.....	80
1.5. Calidad de los materiales y certificados.....	80
1.6. Control y Libro de órdenes de la obra.....	81
1.7. Condiciones económicas.....	81
1.8. Condiciones legales	82
2. Condiciones particulares.....	83
2.1. Recepción de la instalación.....	83
2.2. Condiciones aplicables a los materiales y modos de ejecución de la obra civil.....	84
2.2.1. Replanteo de obra.....	84
2.2.2. Movimientos de tierra, explanaciones, vaciados y pozos	85
2.2.3. Cimentación.....	86

2.2.4.	Encofrado.....	86
2.2.5.	Armadura.....	87
2.2.6.	Hormigonado.....	88
2.3.	Condiciones aplicables a los materiales y modos de ejecución para el montaje mecánico	89
2.3.1.	Perfiles de acero y cerrajería.....	89
2.3.2.	Uniones y protección.....	90
2.4.	Condiciones aplicables a los materiales y modos de ejecución para el montaje eléctrico y electrónico	91
2.4.1.	Conductores.....	91
2.4.2.	Canalizaciones.....	91
2.4.3.	Equipos eléctricos.....	92
2.4.4.	Armarios y cuadros eléctricos.....	92
2.4.5.	Protecciones.....	93
2.4.6.	Puesta a tierra.....	93
2.4.7.	Condiciones aplicables al sistema de control.....	94
3.	Pruebas para la puesta en funcionamiento.....	95
3.1.	Pruebas de carga estáticas.....	95
3.1.1.	Descripción del ensayo.....	95
3.1.2.	Criterios de medición y aceptación de resultados.....	95
3.2.	Pruebas eléctricas.....	96
3.2.1.	Tarado y verificación de protecciones eléctricas.....	96
3.3.	Pruebas de control.....	97
3.3.1.	Señales a verificar.....	97
3.3.2.	Enclavamientos / secuencias a verificar.....	97
4.	Conclusión y firma.....	98
VII.	SEGURIDAD Y SALUD: ESTUDIO BÁSICO.....	99

1. Características de la obra	99
1.1. Unidades que componen la obra	99
2. Peligros detectados y riesgos asumidos	100
2.1. Peligros generales	100
2.2. Peligro de daños a terceros	101
2.3. Carácter de los peligros y riesgos asumidos	101
3. Medidas de prevención para aminorar riesgos	101
3.1. Medidas generales de prevención	101
3.2. Trabajos con maquinaria pesada y excavaciones	102
3.3. Trabajos con riesgos eléctricos	103
4. Equipos de protección	103
4.1. Protección personal	103
4.2. Protección colectiva	104
5. Formación	105
6. Medicina preventiva y primeros auxilios	105
6.1. Botiquín	105
6.2. Reconocimiento médico	105
7. Coordinador en materia de Seguridad y Salud	106
8. Libro de incidencias	106
9. Plan de seguridad y salud en el trabajo	107
10. Obligaciones y derechos	108
10.1. Obligaciones del promotor	108
10.2. Obligaciones de contratistas y subcontratistas	108
10.3. Obligaciones de los trabajadores	110
10.4. Derechos de los trabajadores	111
11. Incumplimiento y paralización de los trabajos	111

12. Conclusión y firma..... 112

VIII. ANEJO 1: PLANOS

1. Generales
2. Diseño mecánico
3. Diseño eléctrico
4. Automatización y control

IX.ANEJO 2: TABLA DE DATOS Y CÁLCULOS

1. Cálculos de la tolva
2. Cálculos de la carga de viento
3. Cálculos de la estructura y cimentación
4. Cálculos eléctricos

X.ANEJO 3: MEDICIONES Y PRESUPUESTO

XI.BIBLIOGRAFÍA

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1: ESQUEMA DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....	5
FIGURA 2: CAMIÓN DE TRANSPORTE DE PELLETS A GRANEL.....	11
FIGURA 3: EJEMPLO DEL DISEÑO A REALIZAR.....	13
FIGURA 4: DESCRIPCIÓN DE LAS TOLVAS.....	14
FIGURA 5: DETALLE EXPLICATIVO DEL CÁLCULO DE VOLÚMENES DE LA TOLVA.....	15
FIGURA 6: FUNCIONAMIENTO DE CRIBA CIRCULAR.....	18
FIGURA 7: CRIBA CIRCULAR CRYLOC VR 15	18
FIGURA 8: DATOS TÉCNICOS DE LA CRIBA.....	19
FIGURA 9: COMPUERTA DE APERTURA Y MANGUERA FLEXIBLE.....	20
FIGURA 10: ESCALERA Y EJEMPLO DE SU COLOCACIÓN CON LA PASARELA.....	20
FIGURA 11: BOCETO DE LA ESTRUCTURA.....	21
FIGURA 12:FACTOR DE EFECTO COLA.....	24
FIGURA 13: DESIGNACIÓN DE NUDOS.....	26
FIGURA 14: DESIGNACIÓN DE BARRAS POR GRUPOS.....	26
FIGURA 15: CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DE LOS PERFILES EMPLEADOS.....	27
FIGURA 16: RESUMEN DE MEDICIÓN.....	27
FIGURA 17: RESUMEN DE LAS PLACAS DE ANCLAJE.....	28
FIGURA 18: PLACA DE ANCLAJE.....	28
FIGURA 19: CIMENTACIÓN Y ESTRUCTURA.....	29
FIGURA 20: ESQUEMA DE ZAPATA, PARA DETERMINAR EL TIPO.....	30
FIGURA 21: DISPOSICIÓN DE LAS ZAPATAS.....	30
FIGURA 22: ESQUEMA DE BLOQUES DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....	35
FIGURA 23: CONJUNTO DE PROTECCIÓN Y MEDIDA CMT300E-MF.....	39
FIGURA 24:DESCARGADOR DE SOBRETENSIONES SCHNEIDER ELECTRIC.....	45
FIGURA 25: CÁLCULOS ELÉCTRICOS POR CAÍDAS DE TENSIÓN.....	48
FIGURA 26: CALCULO DE SECCIÓN POR INTENSIDADES MÁXIMAS.....	48
FIGURA 27: ESQUEMA DE CÁLCULO DE INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO.....	49
FIGURA 28: CÁLCULO DE INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO.....	50
FIGURA 29: COMPONENTES DE LA PLANTA.....	53
FIGURA 30: INTERRUPTOR DE DOS POSICIONES SCHNEIDER ELECTRIC.....	59
FIGURA 31: INTERRUPTOR DE TRES POSICIONES SCHNEIDER ELECTRIC.....	59
FIGURA 32: PULSADOR DE STOP SCHNEIDER ELECTRIC.....	59
FIGURA 33:PANTALLAS DE LA INTERFACE "HOMBRE MÁQUINA" HMI.....	62

FIGURA 34: INTERFAZ HMI SCHNEIDE ELECTRIC.	64
FIGURA 35: VARIADOR DE FRECUENCIA SCHNEIDER ELECTRIC ATV630 Y PUERTA DE CONEXIÓN.	65
FIGURA 36: SENSOR DE RADAR, VEGAPLUS 69.	67
FIGURA 37: COLOCACIÓN DEL SENSOR DE NIVEL.	68
FIGURA 38: SENSOR DE NIVEL, SOLIBA EX P.	68
FIGURA 39: COLOCACIÓN DEL SENSOR DE NIVEL.	69
FIGURA 40: SENSORES DE TEMPERATURA Y HUMEDAD MULTIPUNTO.	69
FIGURA 41: COLOCACIÓN DE LAS SONDAS DE TEMPERATURA Y HUMEDAD.	70
FIGURA 42: PLC: SCHNEIDER ELECTRIC MODICON M221.	71
FIGURA 43: PAQUETE DE ENTRADAS ANALÓGICAS MODICON TM3.	72
FIGURA 44: ENTRADAS Y SALIDAS DIGITALES, MODICON TM3, 32.	72

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1: DIAGRAMA DE GANTT PARA EL DESARROLLO DE LOS TRABAJOS.	7
TABLA 2: RESUMEN DEL PRESUPUESTO.	8
TABLA 3: DIMENSIONES DE LA TOLVA DE CARGA.	17
TABLA 4: DATOS TÉCNICOS DE LA CRIBA.	19
TABLA 5: PREVISIÓN DE CARGA DE LA INSTALACIÓN.	37
TABLA 6: RESUMEN DE PARÁMETROS NOMINALES DE LA INSTALACIÓN.	37
TABLA 7: DATOS PARA EL CÁLCULO DE LAS CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO MÁS DESFAVORABLES.	44
TABLA 8: CORRECCIÓN DEL F.D.P.	48
TABLA 9: EQUIPOS Y ACRÓNIMOS.	56
TABLA 10: RESUMEN DE SEÑALES.	64
TABLA 11: VALORES MÍNIMOS DE EFICIENCIA PARA EL NIVEL DE EFICIENCIA IE3 A 50 Hz (%)	66
TABLA 12: MOTORES.	66
TABLA 13: DESGLOSE DE RESIDUOS PRODUCIDOS.	75
TABLA 14: RESIDUOS.	75
TABLA 15: PRESUPUESTO DEL TRATAMIENTO DE RESIDUOS.	78

I. MEMORIA

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETO DEL PROYECTO

Para concluir la formación del Máster de Ingeniería Industrial, se realizará el Trabajo de Fin de Máster “Instalación de almacenamiento de pelets de biomasa en cuatro silos de 1000 toneladas”. Este trabajo consiste en la realización de un proyecto de ejecución de algunas de las instalaciones necesarias.

El punto de partida es una planta de almacenamiento formada por cuatro grandes silos apoyados en el suelo dotados de la infraestructura necesaria para el trasiego de pelets que se muestra a continuación:

- Una piqueta de descarga para recibir los pelets a granel. Y los sistemas auxiliares para el transporte hasta los silos.
- Un tornillo sin fin, por silo, y un conducto que lleva los pelets hasta el elevador de cangilones.
- Un elevador de cangilones central.
- Una cinta transportadora con equipo de descarga para la distribución de pelets entre los silos.
- Cuatro conductos para la caída libre de los pelets hasta las tolvas de distribución, con cribas para eliminar el polvo.
- Cuatro tolvas elevadas para la distribución de los pelets a los camiones de reparto.

La planta contará, además, con una nave accesoria que sirve como garaje para la flota de camiones, con un local de oficina con aseos en su interior y una báscula de pesaje de camiones.

Se supondrá que este proyecto se realiza junto con un grupo de profesionales que asumirán la mayoría de las infraestructuras mencionadas, así como, las consideraciones

urbanísticas necesarias para realizar el proyecto completo, y por lo consiguiente el Trabajo de Fin de Máster ocupará la parte que se describe a continuación:

- Cálculo y diseño de la estructura portante de las cuatro tolvas de distribución, su cimentación y anclaje a la misma.
- Calculo y diseño de la instalación eléctrica de potencia, elección de los receptores, diseño de circuitos y protección e instalación receptora de baja tensión alimentada de la red.
- Calculo y diseño de la instalación de control, componentes del SCADA junto con la estrategia de control y los diagramas de flujo que seguirá su programación.

El proyecto ha de estar amparado por la normativa actual, y por ello precisa de licencia de obra municipal, por lo que será necesario que este proyecto sirva para la solicitud de dicha licencia y para la legalización de la instalación receptora de baja tensión.

2. NORMATIVA APLICADA

2.1. ESTRUCTURA Y OBRA CIVIL

1. Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.
2. Eurocódigos:
 - Eurocódigo 1: Acciones en estructuras. Parte 1-3: Acciones generales. Cargas de nieve.
 - 2. Eurocódigo 1: Acciones en estructuras. Parte 4: Acciones generales. Cargas de viento.
 - Eurocódigo 3: Proyecto de estructuras de acero. Parte 1-3: Reglas generales. Reglas adicionales para perfiles y chapas de paredes delgadas conformadas en frío.

3. Código Técnico de la Edificación:

- CTE: DB-SE AE Seguridad estructural. Acciones en la edificación. (Real Decreto 732/2019, de 20 de diciembre, por el que se modifica el Código Técnico de la Edificación, aprobado por el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo).
- CTE: DB-SE A Seguridad estructural. Acero. (Real Decreto 732/2019, de 20 de diciembre, por el que se modifica el Código Técnico de la Edificación, aprobado por el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo).
- CTE: DB-SE C Seguridad estructural. Cimentaciones. (Real Decreto 732/2019, de 20 de diciembre, por el que se modifica el Código Técnico de la Edificación, aprobado por el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo).

2.2. INSTALACIÓN ELÉCTRICA

1. Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, REBT. (Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión)
2. Código Técnico de la Edificación:
 - CTE: DB-HE 3 Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación. . (Real Decreto 732/2019, de 20 de diciembre, por el que se modifica el Código Técnico de la Edificación, aprobado por el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo).

2.3. MEDIO AMBIENTE

1. Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
2. Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados.

3. BOCYL 220/2015, de 13 de noviembre de 2015. DECRETO LEGISLATIVO 1/2015, de 12 de noviembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Prevención Ambiental de Castilla y León.

2.4. SEGURIDAD Y SALUD LABORAL

1. Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de Riesgos Laborales.
2. Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.
3. Real Decreto 144/2016, de 8 de abril, por el que se establecen los requisitos esenciales de salud y seguridad exigibles a los aparatos y sistemas de protección para su uso en atmósferas potencialmente explosivas.

2.5. OTRA NORMATIVA APLICABLE

1. UNE-EN ISO 17225-2:2014: Biocombustibles sólidos. Especificaciones y clases de combustibles. Parte 2: Clases de pelets de madera.

3. DISEÑO Y PRESTACIONES DE LAS NUEVAS INSTALACIONES

El objeto de este proyecto será el diseño de la estructura portante de las tolvas de descarga rápida de pelets, la instalación eléctrica de la planta y su sistema de control.

3.1. DISEÑO Y PRESTACIONES DE LA INSTALACIÓN MECÁNICA

El objeto de esta instalación es la carga rápida de camiones para el reparto de pelets para lo cual se necesita una estructura sobre la que descansan cuatro tolvas con una trampilla para la descarga rápida en los camiones que pasan por debajo, descargando las tolvas necesarias para llenarlo.

El reparto de esta planta se realiza en camiones cisterna pequeños, de capacidades entre 16 y 18 m³, por lo que se diseñarán cuatro tolvas de 9 m³ cada una dispuestas en un cuadrado de 7 x 7 m para poder llenar dos camiones a la vez.

El sistema contará con una escalera de acceso por silo para realizar los mantenimientos o intervenciones en caso de que se produzca, y una pequeña pasarela superior para el mantenimiento de las cribas.

3.2. DISEÑO Y PRESTACIONES DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA

La instalación eléctrica será una instalación normal en interior y en exterior se tratará como una instalación en “local mojado” según la ITC-BT 30.

Dicha instalación contará con una acometida desde la red pública de baja tensión hasta un cuadro general donde se distribuirán dos líneas totalmente exteriores para un cuadro de silos dividida en una línea para fuerza y otra para el alumbrado del paso de los camiones y para el cuadro de la nave y oficinas desde el que se distribuirá al resto de la instalación.

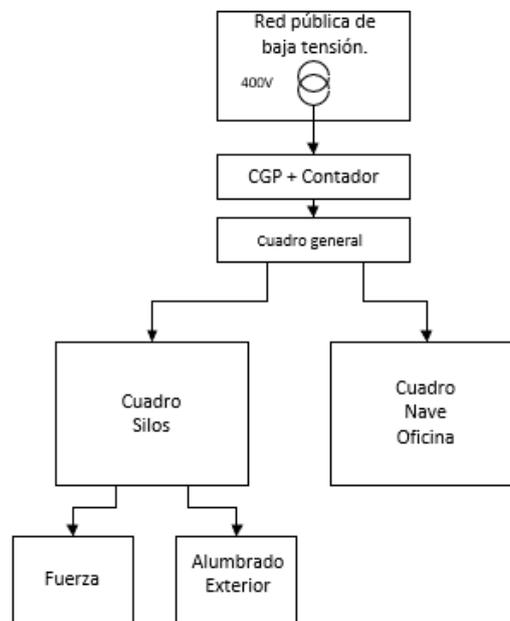


Figura 1: Esquema de la instalación eléctrica.

3.3. DISEÑO Y PRESTACIONES DE LA INSTALACIÓN DE CONTROL

La instalación de control tendrá como objeto la automatización del trabajo que realiza la planta, desde la recepción de pelets, hasta su carga en los camiones para el reparto. La instalación constará de las siguientes partes:

- Un conjunto de sensores para controlar el estado de la planta en cada momento, entre los que se incluyen, sensores de nivel, de temperatura, de humedad y de posición.
- Un sistema de adquisición de datos y control de actuadores, que recibirá las señales de los sensores y las procesará para posteriormente actuar sobre el equipo que sea necesario.
- Un conjunto de interfaces para que los usuarios puedan controlar el funcionamiento de la planta.

4. PLAZO Y DIAGRAMA DE EJECUCIÓN

La duración de la obra será de 3 meses, por lo que se dividirá en semanas para poder planificar las distintas actuaciones dentro de la obra y poder desarrollarla. Dentro de los plazos de trabajo marcados se incluye el acopio y la puesta en obra de los materiales necesarios. Este trabajo se realizará en el primer o primeros días del trabajo para poder llevarlo a cabo posteriormente.

OBRA CIVIL E INSTALACIÓN MECÁNICA													
Proceso	Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Cimentaciones		■	■	■									
Fabricación de las estructuras		■	■	■	■	■							
Recepción de las estructuras					■								
Montaje de la estructura					■	■	■	■					
Fabricación de las tolvas		■	■	■									
Protección de la estructura (pintado)							■	■					
Colocación de las tolvas								■	■	■			

5. RESUMEN DE PRESUPUESTO

N.º	Descripción		Total €
A	OBRA CIVIL	3,35%	3 173,68
B	ESTRUCTURA MECÁNICA Y TOLVAS	12,89%	12 220,98
C	INSTALACIÓN ELÉCTRICA	66,95%	63 454,89
D	INSTALACIÓN DE AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL	16,81%	15 934,60
SUMA EJECUCIÓN Y MATERIALES			94 784,15
	Gastos Generales	13%	12 321,94
	Beneficio industrial	6%	5 687,05
	IVA	21%	19 904,67
TOTAL PRESUPUESTO			132 697,81

Tabla 2: Resumen del presupuesto.

El presupuesto se desglosa en el ANEJO 3: MEDICIONES Y PRESUPUESTO

6. CONCLUSIÓN A LA MEMORIA Y FIRMA

Esta memoria resume lo que se desglosa en los siguientes apartados que son:

- II. Diseño mecánico.
- III. Diseño eléctrico.
- IV. Control
- V. Gestión de residuos de la construcción.
- VI. Pliego de condiciones.
- VII. Seguridad y salud: Estudio básico.
- VIII. Anejo: Planos.
- IX. Anejo: Tabla de datos y cálculos.
- X. Anejo: Mediciones y presupuesto.

Dicho esto se concluye la memoria y resumen de este proyecto.

En Béjar a junio de 2022

Firma.



II. DISEÑO MECÁNICO

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETO

En el presente apartado de este Proyecto, se tratan de abordar los requisitos de la propuesta de Trabajo de Fin de Master que ha propuesto el Tutor:

El anejo mecánico consistirá en el diseño de una tolva sobre soporte elevado, dotada de criba circular para aspiración del polvo, que servirá para carga de los camiones y remolques que se encargarán de la distribución. Se tratará de una tolva de cuatro compartimentos, cada uno con una trampilla de descarga inferior, a la que vierte el tubo de descarga desde el elevador de canchales principal. En el conducto de alimentación a la tolva se instalará una criba circular para aspiración de polvo. Las tolvas estarán soportadas por una estructura metálica de perfiles normalizados y uniones soldadas. El alumno deberá diseñar y calcular la estructura soporte, su cimentación y el anclaje a la misma, pero ninguna unión ni sujeción más. Deberá incluir el detalle de las pruebas de carga a efectuar antes de poner en funcionamiento esta parte de la instalación.

Se tendrán una serie de consideraciones a la hora de llevar a cabo estos requisitos, para personalizar y complementar este Proyecto:

- Se contará con cuatro canalizaciones, una hacia cada tolva.
- Se instalará una criba de polvo en cada tolva. Los pelets estarán almacenados en los silos y será necesario eliminar el polvo, para garantizar su calidad antes de descargarlos en los camiones a través de las tolvas de descarga.
- Se añadirán como elementos accesorios una escalera y una pasarela de acceso para llevar a cabo labores de mantenimiento en las cribas y en las tolvas. Y una manguera flexible en cada tolva para conducir los pelets hasta el camión.

2. NORMATIVA APLICADA

1. Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.
2. Eurocódigos:
 - Eurocódigo 1: Acciones en estructuras. Parte 1-3: Acciones generales. Cargas de nieve.
 - Eurocódigo 1: Acciones en estructuras. Parte 4: Acciones generales. Cargas de viento.
 - Eurocódigo 3: Proyecto de estructuras de acero. Parte 1-3: Reglas generales. Reglas adicionales para perfiles y chapas de paredes delgadas conformadas en frío.
3. Código Técnico de la Edificación:
 - CTE: DB-SE AE Seguridad estructural. Acciones en la edificación. (Real Decreto 732/2019, de 20 de diciembre, por el que se modifica el Código Técnico de la Edificación, aprobado por el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo).
 - CTE: DB-SE A Seguridad estructural. Acero. (Real Decreto 732/2019, de 20 de diciembre, por el que se modifica el Código Técnico de la Edificación, aprobado por el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo).
 - CTE: DB-SE C Seguridad estructural. Cimentaciones. (Real Decreto 732/2019, de 20 de diciembre, por el que se modifica el Código Técnico de la Edificación, aprobado por el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo).
4. UNE-EN ISO 17225-2:2014: Biocombustibles sólidos. Especificaciones y clases de combustibles. Parte 2: Clases de pelets de madera.

3. CONSIDERACIONES GENERALES

3.1. CONTENEDORES DE CARGA

Se diseñarán las cuatro tolvas de descarga, su estructura portante y cimentación, teniendo en cuenta el tipo de camión que se va a llenar.

En la planta sobre la que se va a realizar el Proyecto, los camiones empleados para el reparto tienen una capacidad para carga de pellets a granel entre 16 y 18 m³, como máximo, por lo que se usará el valor mayor para el diseño. Pudiendo cargar medio camión para pedidos más pequeños.



Figura 2: Camión de transporte de pellets a granel.

Dado que se van a proyectar 4 tolvas de descarga, cada una de ellas será de 9 m³. Pudiendo vaciar en función de la necesidad y dando la posibilidad de cargar dos camiones de reparto a la vez. Incluso se podría cargar un semirremolque para un gran pedido ya que en total se cargarán 32 toneladas en las tolvas de carga, dando una gran flexibilidad a la planta.

3.2. CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL ALMACENADO

Para diseñar sistemas de almacenamiento, alimentación y descargas de sólidos granulados es necesario tener en cuenta las propiedades y características de estos para evitar problemas futuros en la instalación como pueden ser atascos y bóvedas (el material crea una bóveda en torno a un orificio inferior y no cae por él)

En este caso se tratará de pelets (biocombustibles sólidos) cuyas propiedades vienen especificadas en una norma europea, UNE EN ISO 17225-2:2014 Biocombustibles sólidos. Especificaciones y clases de pelets. Parte 2: Clases de pelets de madera, que establece como densidad aparente mínima en 600 kg/m^3 , este Proyecto atañe una instalación en la que se estima el uso de unos pelets cuya densidad aparente será de 720 kg/m^3 . La densidad aparente es la densidad efectiva de un material sólido granulado cuando se considera tanto el volumen ocupado por la fase sólida como el debido a la fase fluida que incorpora, que, en el caso de la biomasa, es aire.

El ángulo de reposo de un material es el ángulo que forma la pendiente de una pila del material con la horizontal y se utiliza para caracterizar su comportamiento mecánico.

El ángulo de reposo del pelets, se ha estimado a partir de los datos que muestra la *Tabla E.1-Propiedades de los sólidos disgregados del Eurocódigo 1: Acciones en estructuras. Parte 4: Silos y depósitos*. Siendo el escogido de 37°

4. CONDUCCIÓN DE LLENADO

“No se aplica este apartado porque se considera una instalación auxiliar a las tolvas de carga, que será calculada por los profesionales que diseñan las instalaciones auxiliares como se indica en la propuesta.”

5. TOLVAS DE CARGA

Las tolvas tendrán las siguientes características:

- Planta de sección circular abiertas en la parte superior, con cono de descarga, en la parte inferior
- Altura de colocación de 4,2 m desde a boca de la tolva hasta el suelo.
- Cuentan con una manguera flexible en su boca para poder llenar cisternas.
- Contarán con una escalera para realizar acciones de mantenimiento.



Figura 3: Ejemplo del diseño a realizar.

5.1. DISEÑO Y DIMENSIONES

La tolva deberá descargarse por gravedad, por lo que hay que tener en cuenta las siguientes variables a la hora de diseñarla:

- La abertura deberá ser lo suficientemente grande para evitar que el material se atore, produciendo una obstrucción.
- El ángulo del cono, α , debe de permitir la caída del material hacia la abertura de salida.

- Contará con un “techo” cónico de 2° que no entrará dentro del cálculo de volumen, para evitar acumulación de agua en el techo.

El ángulo del cono de la tolva α , véase *Figura 4: Descripción de las tolvas*, debe de ser superior al ángulo de reposo del material, para que este caiga hacia la trampilla de descarga por acción de la gravedad.

Al ángulo de reposo de pelets $\beta = 37^\circ$ se le aplicará un incremento $\gamma = +8^\circ$ para garantizar la caída de los pelets por su propio peso.

Teniendo:

$$\alpha = \beta + \gamma = 37^\circ + 8^\circ = 45^\circ \quad (1)$$

Con esto podemos determinar que el ángulo mínimo a emplear en el cono será de 45° para garantizar la correcta descarga del silo.

Se empleará una trampilla de $\varnothing b = 300$ mm por ser una medida comercial y tratarse de una de las más habitual en estos casos.

El diámetro de cada tolva será de $\varnothing B = 3\,500$ mm, formando entre las 4 un cuadrado de 7×7 m.

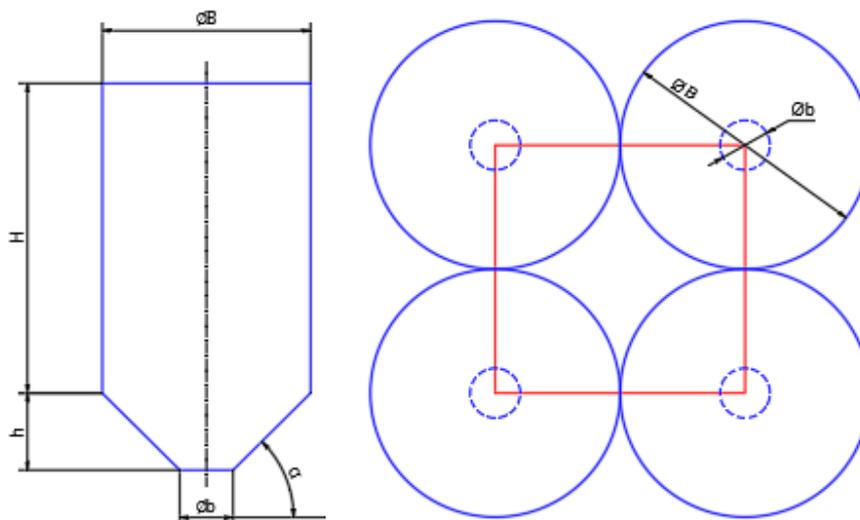


Figura 4: Descripción de las tolvas

Se calculará a continuación la dimensión h para cumplir con el ángulo $\alpha=45^\circ$ y $b=0,3$ m

$$h = \tan \alpha \cdot \frac{(\phi B - \phi b)}{2} = \tan 45^\circ \cdot \frac{(3,5 - 0,3)}{2} = 1,6 \text{ m} \quad (2)$$

Será necesario también calcular la altura de la tolva teniendo en cuenta que cada una deberá tener almacenado un volumen de 6 m^3 para poder llenar un camión de 24 000 kg con dos de ellas.

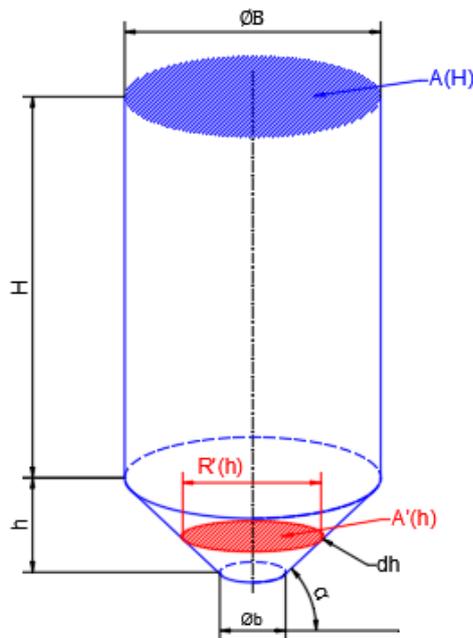


Figura 5: Detalle explicativo del cálculo de volúmenes de la tolva.

Para el cálculo del volumen del cono, se recurrirá a un elemento diferencial de área, $A'(h)$, de espesor, dh , y radio $R'(h)$ cuyos valores son los siguientes:

$$R'(h) = \frac{b}{2} + \frac{h}{\tan \alpha} \quad (3)$$

$$A'(h) = \pi \cdot \left(\frac{b}{2} + \frac{h}{\tan \alpha} \right)^2 = \pi \cdot \left(\frac{0,3}{2} + \frac{h}{\tan 45^\circ} \right)^2 \quad (4)$$

Sumando todos los diferenciales de área, $A'(h)$ a lo largo de la altura del cono, h , mediante una integral definida tendremos el valor del volumen que aporta el cono.



$$V_{cono} = \int_0^h \pi \cdot \left(\frac{b}{2} + \frac{h}{\tan \alpha} \right)^2 \cdot dh = \int_0^{1,6} \pi \cdot \left(\frac{0,3}{2} + \frac{h}{\tan 45^\circ} \right)^2 \cdot dh = 5,61 \text{ m}^3 \quad (5)$$

Una vez conocido el volumen del cono se calculará la altura, H , de la tolva, sabiendo que el volumen total de esta será de 9 m^3 .

$$V_{tolva} = 9 \text{ m}^3 = V_{cil} + V_{cono} ; V_{cil} = 9 - 5,61 = 3,39 \text{ m}^3 \quad (6)$$

El paso para calcular H podría ser despejando de la integral que define el volumen del cilindro la altura, o bien, como se conoce la ecuación para el volumen de un cilindro, despejarlo de ahí.

$$V_{cil} = H \cdot A_{cil} = H \cdot \pi \cdot R^2 ; H = \frac{3,39}{\pi \cdot 1,75^2} = 0,35 \text{ m} \quad (7)$$

Consiguiendo una altura de tolva de $1,95 \text{ m}$ que sumados a los $4,20 \text{ m}$ de altura desde el suelo, para garantizar el paso de los camiones y el buen llenado de estos, se tiene una altura total de $6,15 \text{ m}$ más 15 cm de seguridad que se añadirán a la tolva formando un cono superior.

Los contenedores serán fabricados siguiendo las directrices siguientes:

- Construidos a partir de chapas planas de acero S235 unidas entre sí mediante tornillos.
- Se empleará acero galvanizado en caliente.
- Se transportará la tolva entera y se colocará sobre la estructura en obra.
- Se estima un peso aproximado por cada tolva de 400 kg , escogiendo chapa de 3 mm .

$$A_{cil} = H \cdot 2 \cdot \pi \cdot R = 3,85 \text{ m}^2 \quad (8)$$

$$A_{cono} = \pi \cdot R \cdot g = 12,65 \text{ m}^2 \quad (9)$$

$$m = (3,85 + 12,65) \cdot 0,003 \cdot 7 \ 850 = 388,6 \text{ kg} \quad (10)$$

En el siguiente cuadro resumen se muestran los datos de cada una de las tolvas:

Dimensión	
Diámetro, $\varnothing B$	3,50 m
Diámetro de abertura, $\varnothing b$	300 m
Ángulo del cono, α	45 °
Altura cilindro, H	0,35 m
Altura cono, h	1,6 m
Altura de descarga	4,20 m

Tabla 3: Dimensiones de la tolva de carga.

NOTA: Todos los cálculos considerados se muestran en el ANEJO 2: TABLA DE DATOS Y CÁLCULOS

5.2. FILTRO DE POLVO

Es imprescindible garantizar la buena calidad de los pelets a los clientes, ya que el polvo y los trozos de pelets rotos causan innumerables problemas a la hora de ser quemados:

- El alimentador de las calderas se atasca más y dará problemas de mantenimiento.
- La combustión del polvo produce temperaturas anormalmente altas, descontrolando la regulación de los hornos y calderas.
- Las temperaturas más altas generan residuos sólidos de mayor dureza, que tienden a obstruir la evacuación de las cenizas, provocando la detención de los quemadores.

Según la norma *UNE-EN ISO 17225-2:2014: Biocombustibles sólidos. Especificaciones y clases de combustibles. Parte 2: Clases de pelets de madera* el porcentaje de polvo máximo para garantizar las buenas condiciones del material por unidad de peso debería ser menor del 0,5% . Para cumplir estos objetivos, se emplearán cribas que eliminarán las partículas de polvo y los trozos de pelets rotos antes de la carga de los camiones.

Las cribas se componen de un motor eléctrico y un fondo vibratorio en una o varias etapas. Cada una de estas etapas tiene un tamaño diferente de cribado pudiendo extraer de la misma criba varios tamaños.

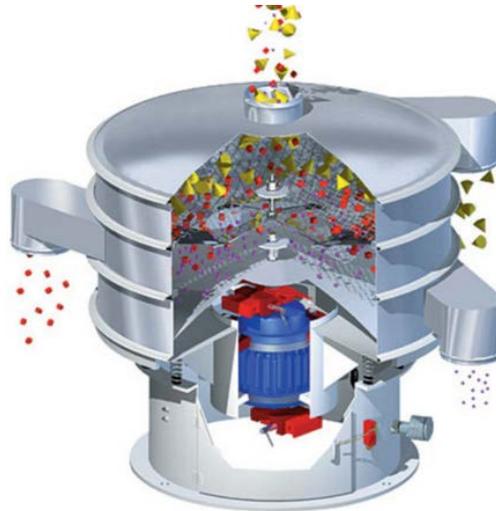


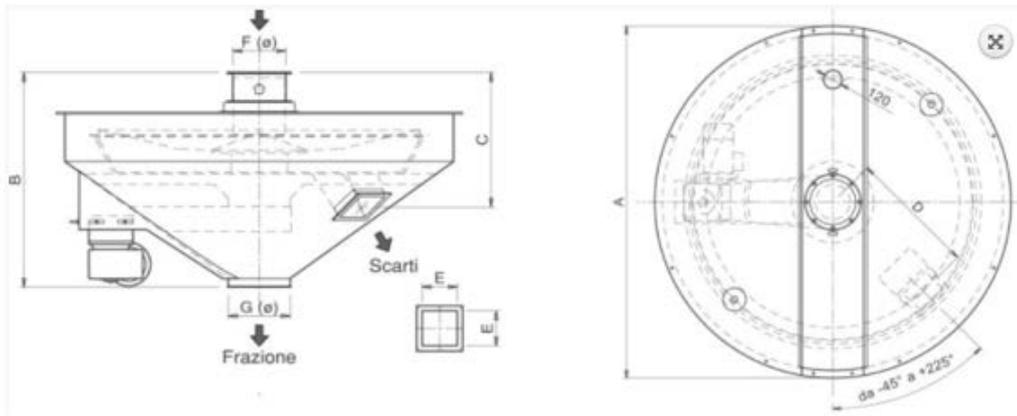
Figura 6: Funcionamiento de criba circular.

En nuestro caso, como queremos limpiar los pelets del polvo que traen se usará una criba de una etapa en la boca de cada tolva.

Para este proyecto se elegirá un modelo FRAGOLA CRYLOC VR 15 o similar, como el que se muestra en la imagen.



Figura 7: Criba circular CRYLOC VR 15



MODELLO	A	B	C	D	E	F	G	MASSA [KG]	POTENZA [KW]
VR 15	1590	1005	650	574	160	250	300	580	2,2
VR 22	2300	1230	770	825	1289	200	300	730	2,2
VR 27	2800	1500	900	1015	240	300	350	960	3

Figura 8: Datos técnicos de la criba.

DATOS TÉCNICOS DE LA CRIBA:

Capacidad de cribado: hasta 120 t/h, para 0,6t/m³

Diámetro de entrada/salida: Ø 250 / Ø300 mm

Peso: 580 kg

DATOS TÉCNICOS DEL MOTOR:

Tensión: 400 V a 50 Hz

Potencia: 2,2 kW

Tabla 4: Datos técnicos de la criba.

5.3. ACCESORIOS

Se instalará una compuerta de descarga circular de Ø300 mm accionada mediante un motorreductor eléctrico. Y una manguera de descarga, del mismo diámetro, para realizar la carga de los camiones.

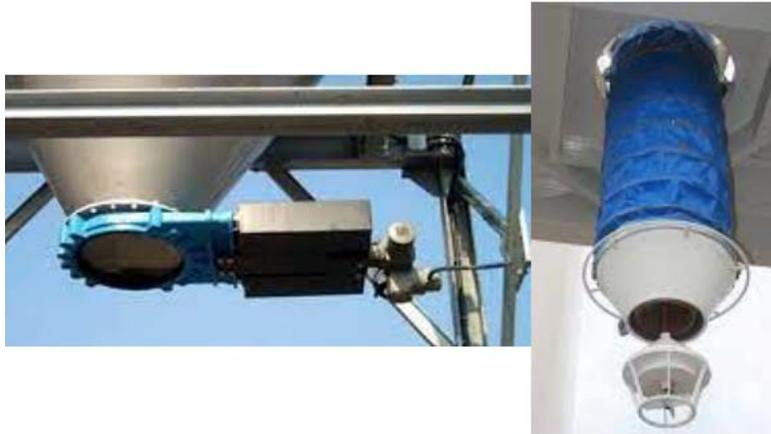


Figura 9: Compuerta de apertura y manguera flexible.

Cada tolva contará con una escaleras de acceso de tipo gato y una pequeña pasarela de acceso a los filtros (similares a las que se muestran en la Figura 10), que no será objeto de cálculo por tratarse de un elemento accesorio.



Figura 10: Escalera y ejemplo de su colocación con la pasarela.

6. ESTRUCTURA PORTANTE DE LAS TOLVAS DE CARGA

6.1. DESCRIPCIÓN Y DIMENSIONES

La estructura que soporta las tolvas está conformada por una estructura principal de barras articuladas que se sustenta sobre seis pilares.

Para el cálculo, se partirá de una estimación de cargas como indica la normativa actual para estructuras de acero. Posteriormente estas cargas serán repartidas a través de las barras que conforman la estructura, en forma de cargas lineales. Por último se calculará la resistencia y con ello el dimensionado de la estructura con ayuda de un programa informático, CYPE, de uso habitual en las oficinas técnicas que emplea un cálculo matricial como base.

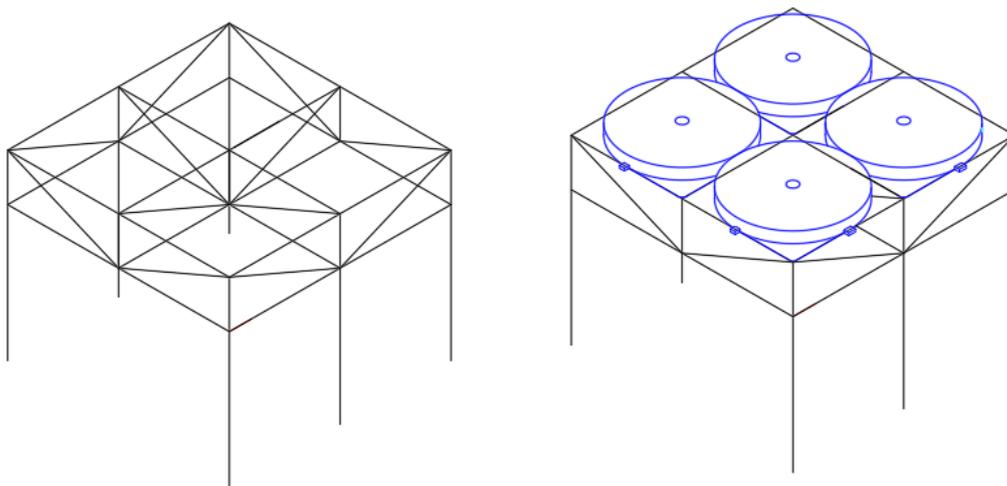


Figura 11: Boceto de la estructura

6.2. ACCIONES CONSIDERADAS

PESO PROPIO DE LA ESTRUCTURA

Para realizar el cálculo el programa tiene en cuenta automáticamente el peso de todos los elementos estructurales, tanto de perfiles como de paredes y cubiertas.

SOBRECARGA DE USO DE LA CUBIERTA

La cubierta únicamente será accesible para labores de mantenimiento por lo que se indicará al programa que tenga en cuenta la categoría G1 de cubiertas accesibles únicamente para mantenimiento del CTE DB SE-AE

PESO DE LAS TOLVAS Y SU CONTENIDO

En este apartado se sumará el peso de la tolva de descarga más el peso de su contenido, distribuyendo dicho peso a lo largo de las barras que soportan las tolvas.

- Peso de la tolva: 400 kg
- Peso de la criba: 580 kg
- Peso del contenido: $6 \text{ m}^3 \times 720 \text{ kg/m}^3 = 4\,320 \text{ kg}$
- Peso total de cada tolva: $400 \text{ kg} + 4\,320 \text{ kg} + 580 = 5\,300 \text{ kg}$

Al tratarse de tolvas circulares estará soldadas a la estructura en 4 puntos, por lo que la carga actuará como una carga puntual, P , en el centro de cada una de las vigas, dicha carga puntual tendrá el siguiente valor sin mayorar:

$$P = \frac{5\,300 \text{ kg}}{4} = 1\,325 \text{ kg} \quad (11)$$

En las barras centrales reposará el peso de dos tolvas contiguas, por lo que el peso en esos puntos será de 2 650 kg.

NIEVE SOBRE LA CUBIERTA

La carga de nieve sobre la cubierta se ha asignado siguiendo el CTE DB-SE AE: Tabla E.2 Sobrecarga de nieve en un terreno horizontal para:

- Zona de clima invernal: 3
- Altitud topográfica 1 009 m.
- Se trata de una cubierta sin resaltos, con un ángulo de 1° , por lo que se toma valor de cubierta plana.

Siendo la carga por nieve $q_n = 0,718 \text{ kN/m}^2 = 73,265 \text{ kg/m}^2$. Que distribuida en la superficie superior de la tolva, de $9,62 \text{ m}^2$, da una carga en cada apoyo de 176,2 kg.

VIENTO SOBRE LA ESTRUCTURA

Los efectos del viento en nuestro caso no se pueden tratar según el código técnico de la edificación, ya que únicamente se aplica para edificios como su propio nombre indica. En nuestro caso, se empleará la norma UNE EN 1991-1-4 Eurocódigo 1 de junio de 2018 sobre acciones en estructuras, en concreto, la parte 4 que trata las acciones del viento.

Como los silos están cerrados únicamente tendremos presión exterior y la fuerza del viento vendrá determinada por la siguiente expresión:

$$F_w = c_s c_d \cdot c_f \cdot q_p(z) \cdot A_{ref} \quad (12)$$

Donde:

- $q_p(z)$ es la presión correspondiente a la velocidad de pico a una altura z , que se calcula a continuación:

$$q_p(z) = c_e \cdot q_b = \frac{1}{2} \cdot c_e \cdot \rho \cdot v_b^2 = 591,5 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \quad (13)$$

Siendo:

- c_e el factor de exposición que se extrae de la tabla 3.4 del CTE BD SE AE y que para una zona IV industrial, a altura media de 6 m, vale 1,4.

- ρ la densidad del aire que según la norma se debe de considerar $1,25 \text{ kg/m}^3$.

- v_b la velocidad media del viento en la zona donde esté ubicada la instalación. En este caso, zona A, la velocidad media son 26 m/s.

- $c_s c_d$ es el factor de la estructura, que vale 1 para estructuras de menos de 15 m de alto

- c_f es el coeficiente de fuerza, que se calculará a continuación:

$$c_f = c_{f,0} \cdot \psi_\lambda = 0,435 \quad (14)$$

Donde $c_{f,0}$ viene dado por la siguiente expresión:

$$c_{f,0} = 1,2 + \frac{0,18 \cdot \log\left(10 \cdot \frac{k}{b}\right)}{1 + 0,4 \cdot \log\left(\frac{Re}{10^6}\right)} = 0,448 \quad (15)$$

Siendo:

- k , es la rugosidad superficial equivalente que depende del material, para nuestro caso, al tratarse de chapa será de 0,02 mm y b , es el diámetro del silo 3 500 mm

- Re es el número de Reynolds que viene dado de la siguiente expresión:

$$Re = \frac{b \cdot v(z)}{\nu} = 7,178 \cdot 10^6 \quad (16)$$

Siendo:

- $v(z)$ la velocidad de pico del viento, la cual se calcula mediante la ecuación siguiente:

$$v(z) = \sqrt{\frac{2 \cdot q_p(z)}{\rho}} = 30,764 \text{ m/s} \quad (17)$$

- ν la viscosidad cinemática del aire, $\nu = 15 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$

Y ψ_λ es el factor del efecto cola, el cual se obtiene de la siguiente figura:

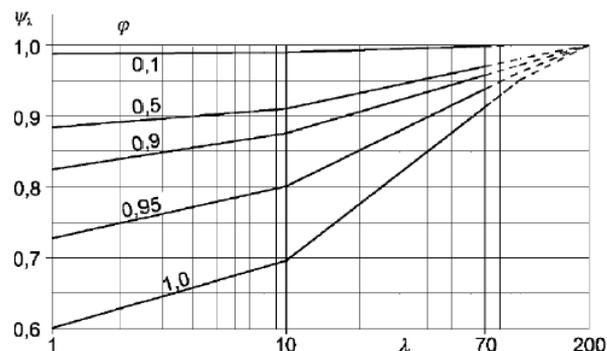


Figura 12: Factor de efecto cola.

Donde:

$$\lambda = 70 \quad y \quad \varphi = \frac{A}{A_c} = \frac{4,37}{6,82} = 0,64 \quad ; \quad \psi_\lambda = 0,97 \quad (18)$$

Siendo $A_{ref} = A_c$ tenemos una fuerza del viento aplicada sobre un silo de:

$$F_w = 17,887 \text{ kN} \quad (19)$$

Al tener dos silos tendremos el doble:

$$F = 2 \cdot F_w = 37,77 \text{ kN} \quad (20)$$

En una longitud de 7 m teniendo una carga distribuida de:

$$\frac{F}{7} = 5,11 \text{ kN/m} \quad (21)$$

Aplicada a una altura de la mitad de las tolvas, h , más la altura desde la boca al suelo de 4,2 m:

$$h_w = \frac{h}{2} + 4,2 = 5,23 \text{ m} \quad (22)$$

NOTA: Todos los cálculos considerados se muestran en el ANEJO 2: TABLA DE DATOS Y CÁLCULOS

6.3. JUSTIFICACIÓN TÉCNICA DE LA ESTRUCTURA DISEÑADA

Para la resolución de la estructura, debido a que se trata de una estructura hiperestática en 3D (se muestra a continuación), se empleará un programa informático basado en el cálculo matricial, que en este caso se trata de CYPE en su versión 2022.g.

El grado de hiperestaticidad viene dado por:

33 barras, 24 nudos y 18 reacciones siendo

$$b + r = 3 \cdot n; 33 + 18 = 3 \cdot 24; 51 \neq 72 \quad (23)$$

Para proceder al cálculo se introducen los nudos (numerados) y las barras (quedan definidas entre dos nudos) en el programa y se hace un cálculo estimado con el perfil más pequeño. De este cálculo se obtiene la resistencia en cada barra y se elige el perfil final para que lo soporte.

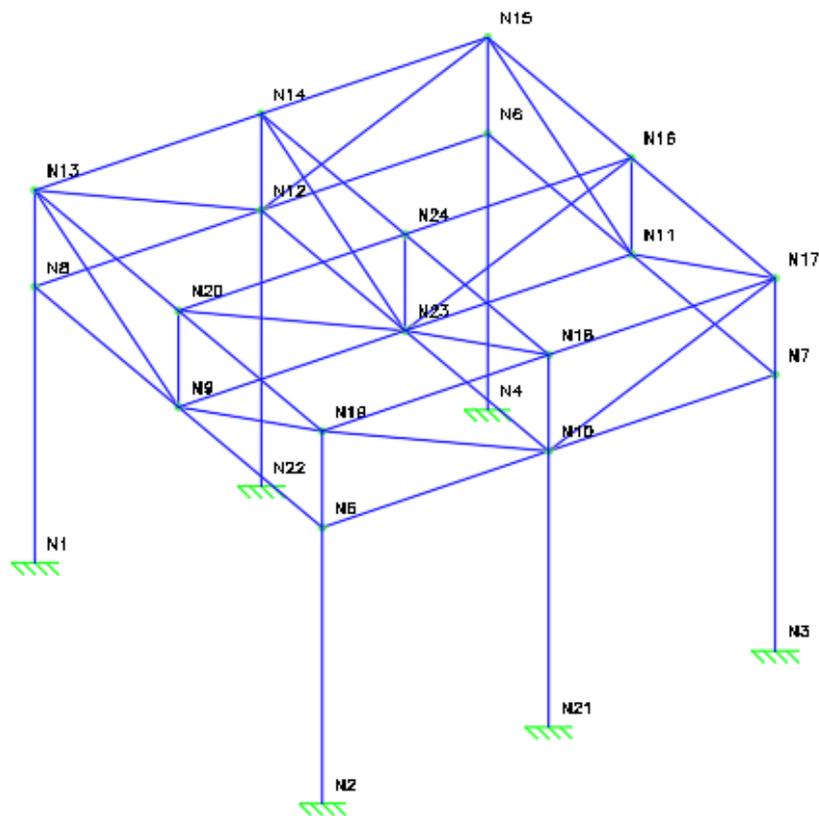


Figura 13: Designación de nudos.

Tipos de pieza	
Ref.	Piezas
1	N1/N13, N22/N14, N4/N15, N15/N17, N13/N19, N14/N18, N20/N16, N2/N19, N21/N18, N3/N17, N13/N15 y N19/N17
2	N8/N5, N6/N7, N8/N6, N12/N10, N9/N11, N11/N15, N11/N17, N9/N19, N9/N13, N12/N13, N12/N15, N23/N14, N23/N18, N23/N20, N23/N16, N23/N24, N9/N20, N11/N16, N5/N7, N10/N19 y N10/N17

Figura 14: Designación de barras por grupos.

Finalmente se selecciona el tipo de perfil, teniendo en cuenta los esfuerzos a los que están sometidos. A continuación se muestran las secciones empleadas y sus características mecánicas.

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A (cm ²)	Avy (cm ²)	Avz (cm ²)	Iyy (cm ⁴)	Izz (cm ⁴)	It (cm ⁴)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275 (UNE-EN 10025-2)	1	HE 140 B, (HEB)	43.00	25.20	7.31	1509.00	549.70	20.16
		2	HE 100 B, (HEB)	26.00	15.00	4.32	449.50	167.30	9.33

Notación:
 Ref.: Referencia
 A: Área de la sección transversal
 Avy: Área de cortante de la sección según el eje local 'Y'
 Avz: Área de cortante de la sección según el eje local 'Z'
 Iyy: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Y'
 Izz: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Z'
 It: Inercia a torsión
 Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.

Figura 15: Características mecánicas de los perfiles empleados.

La estructura diseñada se ha elegido con el objetivo de facilitar la puesta en obra, para ello se han elegido 2 perfiles únicamente y a partir de esto conseguir que las barras trabajen al máximo de su capacidad. El resumen de los materiales empleados se muestra a continuación.

Resumen de medición												
Material		Serie	Perfil	Longitud			Volumen			Peso		
Tipo	Designación			Perfil (m)	Serie (m)	Material (m)	Perfil (m ³)	Serie (m ³)	Material (m ³)	Perfil (kg)	Serie (kg)	Material (kg)
Acero laminado	S275 (UNE-EN 10025-2)	HEB	HE 140 B	76.800			0.330			2592.38		
			HE 100 B	92.195			0.240			1881.69		
					168.995			0.570			4474.08	
						168.995		0.570			4474.08	

Figura 16: Resumen de medición.

6.4. ANCLAJE Y CIMENTACIÓN

6.4.1. ANCLAJE

Los anclajes de la estructura a la cimentación se resuelven mediante placas de anclaje atornilladas a pernos.

Se emplean seis placas, para los pilares HEB 140 de 300 x 300 x 18 mm y 8 pernos de ϕ 12 mm de 30 mm de longitud y patilla de 90 ° hacia el centro.

Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	En ángulo	4	12060
		A tope en bisel simple con talón de raíz amplio	6	1810
	En el lugar de montaje	En ángulo	5	4092

Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275 (UNE-EN 10025-2)	Placa base	6	300x300x18	76.30
	Rigidizadores pasantes	12	300/140x100/25x5	11.30
	Rigidizadores no pasantes	12	75/0x100/25x5	2.21
	Total			89.81
B 500 S, $Y_s = 1.15$ (corrugado)	Pernos de anclaje	48	Ø 12 - L = 350 + 117	19.88
	Total			19.88

Figura 17: Resumen de las placas de anclaje.

Para diseñar las placas de anclaje y su unión se ha comprobado:

- La resistencia de los pernos frente a los esfuerzos de tracción (axiales), que tienden a estirar y volcar la placa, y los cortantes, producidos por el posible deslizamiento.
- Según el CTE se ha determinado que la compresión del conjunto, placa-hormigón es menor a la tensión admisible del hormigón, para evitar hundimientos y descalsos de la estructura.
- Finalmente se ha determinado un espesor suficiente para evitar una deformación permanente de la placa por flexión.

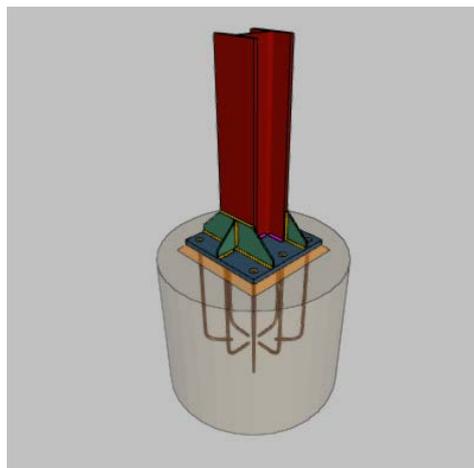


Figura 18: Placa de anclaje.

6.4.2. CIMENTACIÓN

La cimentación de la estructura portante se resuelve con zapatas cuadradas rígidas todas de la misma dimensión, cosidas entre ellas mediante vigas de atado para impedir los deslizamientos, empleando hormigón HA-25/B/30/XF1, de 25 N/mm² de resistencia a 28 días, consistencia blanda, árido de 30 mm y ambiente expuesto a lluvias y heladas.

Dado que la diferencia era mínima entre las zapatas de los extremos y las centrales, se ha decidido por igualar todas para facilitar la puesta en obra de las mismas.

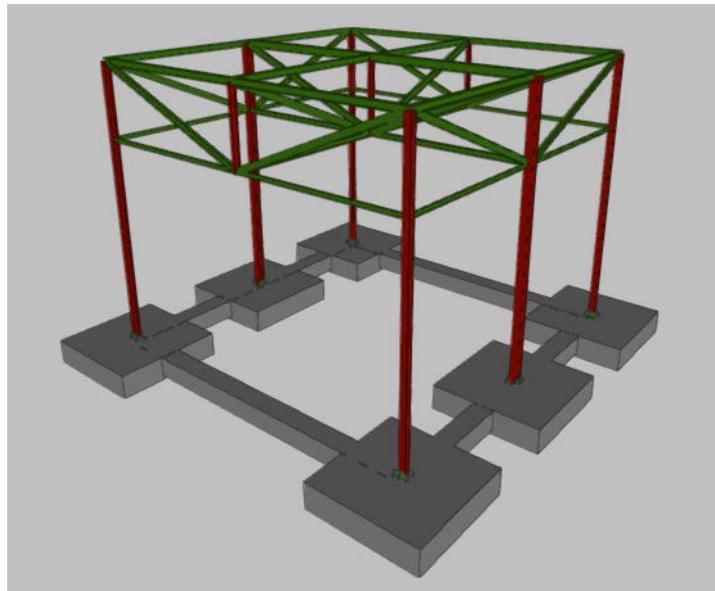


Figura 19: Cimentación y estructura

Para determinar el proceso de cálculo de la cimentación es necesario saber si es una zapata rígida o flexible para ello es necesario comprobar si el vuelo es superior o inferior a dos veces el canto:

En nuestro caso el canto es de 45 cm y el vuelo de 95 mm (zapata de 200 x 200 x 45 cm y placa de anclaje de 300 x 300 x 18 mm) por tanto se trata de una zapata rígida y se calculará el esquema de bielas y tirantes para su cálculo.

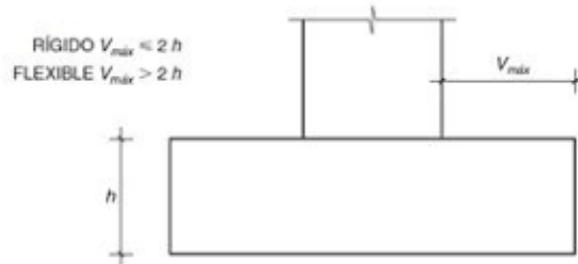


Figura 20: Esquema de zapata, para determinar el tipo.

Además, para calcular la cimentación se ha considerado:

- La losa está sometida a las cargas verticales deducidas del análisis estructural.
- Verificación de la presión transmitida al terreno (estados límite).
- Verificación de las cuantías mínimas de acero en las armaduras.
- Cálculo de las longitudes mínimas de anclaje.
- Verificación frente a sollicitaciones ascendentes (arranque de cimentaciones).

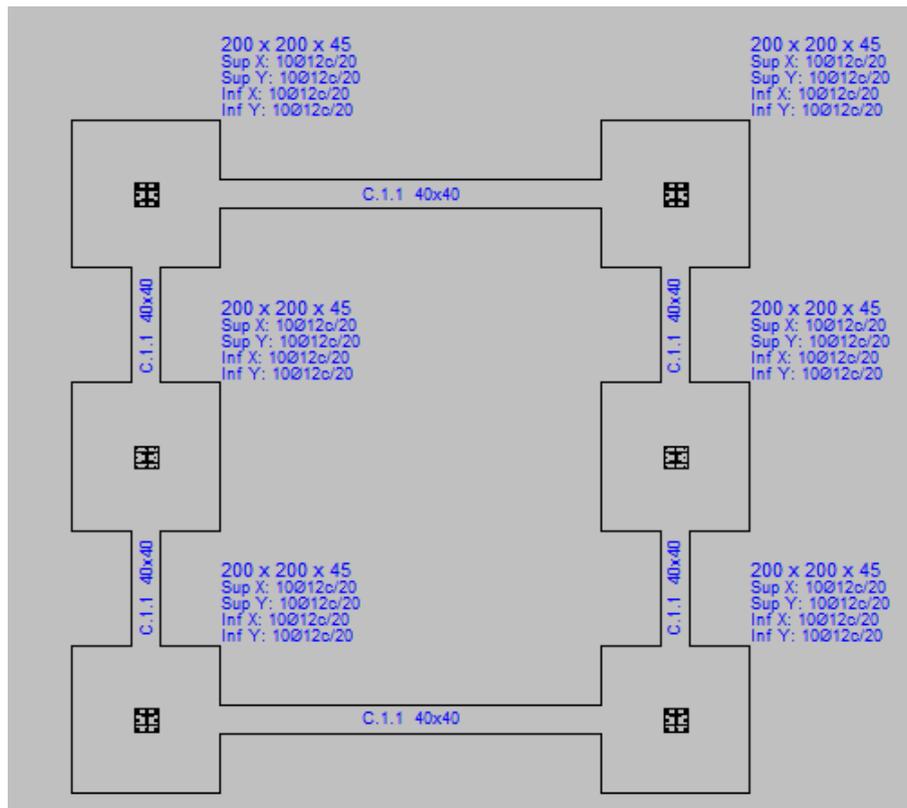


Figura 21: Disposición de las zapatas.

Tras todas las verificaciones y cálculos efectuados se considera que la cimentación expresada en los Planos del proyecto original cumple con la normativa actual.

7. CONCLUSIÓN Y FIRMA

En las secciones que pertenecen a este Anejo, se han detallado y contemplado todos los aspectos que se describen en la propuesta de Trabajo de Fin de Máster aprobada por la comisión correspondiente elaborada por mi tutor.

Se ha detallado y dimensionado la estructura y cimentación para soportar las tolvas así como el diseño de estas, incluyendo algunos accesorios como la criba de polvo para completar la propuesta.

Junto con este Anejo se completa la información para llevar a cabo el Proyecto, con el apartado correspondiente de “Planos” y “Tablas de Datos y Cálculos”.

El diseño proyectado cumple toda la normativa, tanto local como autonómica y estatal, que le es de aplicación.

En Béjar a junio de 2022

Firma.



III. DISEÑO ELÉCTRICO

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETO

Este apartado acogerá el diseño de la instalación eléctrica, cumpliendo los requisitos de la propuesta realizada por el tutor, que se enuncia a continuación:

El anejo eléctrico contendrá el diseño y los cálculos de la instalación receptora en baja tensión, que se alimentará exclusivamente de la red pública de distribución en baja tensión a 400 V III 50 Hz, a partir de una línea subterránea de conductores de aluminio de 240 mm² de sección. Se elegirán los motores y demás receptores de acuerdo a las necesidades de la instalación, que se supondrán conocidas, se establecerá la previsión de cargas, se diseñarán los circuitos y las protecciones eléctricas apropiados, se determinará el trazado de las canalizaciones y la ubicación de los receptores, y se determinarán las pruebas a efectuar antes de la puesta en funcionamiento de esta parte de la instalación.

En esta sección se acometen los siguientes puntos:

- Cálculos y diseño de las instalaciones de enlace con la acometida en baja tensión (conjunto de protección y medida, línea general de alimentación y protección de entrada general).
- Se disponen los receptores de los silos de almacenamiento y las tolvas para carga de camiones, así como el alumbrado exterior del paso de estos.
- Cálculo de las líneas de receptores de los silos y tolvas, así como la línea hasta el cuadro de la nave y oficinas.

2. NORMATIVA APLICADA

1. Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, REBT. (Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión)

2. Código Técnico de la Edificación:

- CTE: DB-HE 3 Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación. .
(Real Decreto 732/2019, de 20 de diciembre, por el que se modifica el Código Técnico de la Edificación, aprobado por el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo).

3. Real Decreto 144/2016, de 8 de abril, por el que se establecen los requisitos esenciales de salud y seguridad exigibles a los aparatos y sistemas de protección para su uso en atmósferas potencialmente explosivas.

3. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN PROYECTADA

3.1. CONSIDERACIONES GENERALES

Para diseñar la instalación eléctrica es necesario tener unas consideraciones previas y clasificar la instalación o partes de ella en función de lo estipulado en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

1. CONSIDERACIÓN PRIMERA.

Según especifica la Instrucción Técnica ITC-BT-30, del vigente Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión de 2002, la parte de la instalación exterior podría considerarse instalación en un local mojado.

“Locales o emplazamientos mojados son aquellos en que los suelos, techos y paredes estén o puedan estar impregnados de humedad y donde se vean aparecer, aunque sólo sea temporalmente, lodo o gotas gruesas de agua debido a la condensación o bien estar cubiertos con vaho durante largos períodos.”

- La instalación será principalmente en exterior, expuesta a la humedad del ambiente y las condiciones meteorológicas. Teniendo un contacto evidente con humedad aunque sea solo momentos puntuales.
- Por lo tanto se deberá tratar como una **INSTALACIÓN EN LOCAL MOJADO**.

2. CONSIDERACIÓN SEGUNDA.

Según especifica la Instrucción Técnica ITC-BT-29, del vigente Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión de 2002, la parte de fuerza de la instalación de silos se podría considerar una instalación en locales con riesgo de incendio o explosión.

Para determina si es nuestro caso, será necesario determinar si estamos dentro de un ambiente de:

- Clase I “...el riesgo es debido a gases, vapores o nieblas...”
- Clase II “...el riesgo es debido a polvo.”

En nuestro caso podríamos estar dentro de Clase II, donde se deberá contemplar el tipo de Zona de emplazamiento:

“- Zona 20: Emplazamiento en el que la atmósfera explosiva en forma de nube de polvo inflamable en el aire está presente de forma permanente, o por un espacio de tiempo prolongado, o frecuentemente.

Las capas en sí mismas no constituyen una zona 20. En general estas condiciones se dan en el interior de conducciones, recipientes, etc. Los emplazamientos en los que hay capas de polvo pero no hay nubes de forma continua o durante largos períodos de tiempo, no entran en este concepto.

- Zona 21: Emplazamientos en los que cabe contar con la formación ocasional, en condiciones normales de funcionamiento, de una atmósfera explosiva, en forma de nube de polvo inflamable en el aire.

Esta zona puede incluir entre otros, los emplazamientos en la inmediata vecindad de, por ejemplo, lugares de vaciado o llenado de polvo.”

- La instalación será principalmente en exterior, por lo que no se generarán nubes de polvo importantes. Solo en zonas cercanas a los silos o dentro de estos podría producirse alguna atmosfera en la que se formase una nube de polvo inflamable, durante un corto periodo de tiempo.
- Dentro de los silos y tolvas no se encontrará ningún receptor de potencia.
- Por tanto NO se considerará una **INSTALACIÓN EN LOCALES CON RIESGO DE INCENDIO O EXPLOSIÓN.**

3.2. ESQUEMA DE BLOQUES DE LA INSTALACIÓN

La instalación se conecta a la red pública de distribución a través de una acometida en baja tensión que discurre hasta el Cuadro General de Protección y Medida (Contador) y posteriormente al cuadro general. A partir de aquí, se distribuye a dos cuadros secundarios el cuadro de silos y el de nave y oficinas.

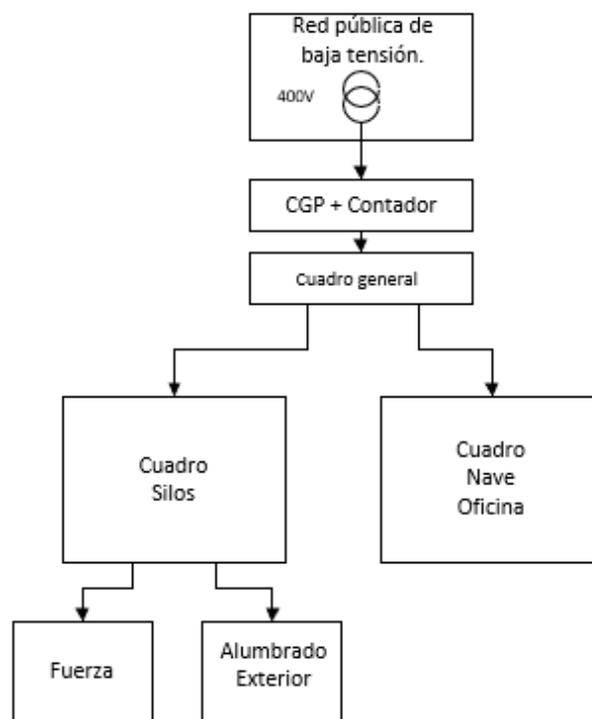


Figura 22: Esquema de bloques de la instalación eléctrica.

3.3. PREVISIÓN DE CARGAS

La instalación que se va a proyectar se acomete desde la red pública de distribución de sistema trifásico con tensiones nominales de 400/230 V y frecuencia de 50 Hz.

Para realizar la previsión de la instalación se dispone la siguiente tabla resumen de las cargas dispuestas en la instalación.

Código	Suministro	P (kW)	$f.d.p.$	I_{nom} (A)	Carga	Descarga
A	CS. Cuadro Silos					
A.1	CS1. Cuadro Secundario Silos Fuerza					
A.1.1	Maniobra	0,5	0,99	10	1	1
A.1.2	MDT Distribuidor de Tolvas	0,5	0,95	10	0	1
A.1.3	ME1 Extracción Silo 1	1,5	0,87	10	0	1
A.1.4	ME2 Extracción Silo 2	1,5	0,87	10	0	1
A.1.5	ME3 Extracción Silo 3	1,5	0,87	10	0	1
A.1.6	ME4 Extracción Silo 4	1,5	0,87	10	0	1
A.1.7	MCT Motor Cinta Transportadora	7,5	0,85	25	1	0
A.1.8	MDS Motor Distribuidor De Silos	1,5	0,87	10	1	0
A.1.9	ME Elevador De Cangilones	10	0,8	25	1	1
A.1.10	MC1 Motor Criba 1	2,2	0,85	16	0	1
A.1.11	MC2 Motor Criba 2	2,2	0,85	16	0	1
A.1.12	MC3 Motor Criba 3	2,2	0,85	16	0	1
A.1.13	MC4 Motor Criba 4	2,2	0,85	16	0	1
A.1.14	MT1 Motores de las Trampillas de Descarga	1	0,87	10	0	1
A.1.15	MT2 Motores de las Trampillas de Descarga	1	0,87	10	0	1
A.1.16	MT3 Motores de las Trampillas de Descarga	1	0,87	10	0	1
A.1.17	MT4 Motores de las Trampillas de Descarga	1	0,87	10	0	1
A.2	CS2. Cuadro Secundario Silos Exterior					
A.2.1	Subcuadro Alumbrado exterior	2	0,97	10	1	1
A.2.2	Subcuadro Tomas de corriente exteriores	7,5	0,85	16	1	1
B	CNO. Cuadro Nave/Oficinas					
B.1	Subcuadro Alumbrado nave	3	0,99	10	1	1
B.2	Subcuadro Alumbrado oficinas	2	0,99	10	1	1
B.3	Reserva nave	1	0,87	16	1	1
B.4	Reserva oficinas	1	0,87	16	1	1
B.5	Subcuadro Tomas de corriente nave	10	0,85	25	1	1

B.6	Subcuadro Tomas de corriente oficina	10	0,85	16	1	1
C	Alumbrado exterior	2	0,8	10	1	1
TOTAL (kW)						77,3
TOTAL CARGA (kW)						58
TOTAL DESCARGA (kW)						68,3

Tabla 5: Previsión de carga de la instalación.

Para estima la mínima potencia a contratar, se ha tenido en cuenta que no todas las cargas son simultáneas y se ha diferenciado entre cargas que actúan mientras la carga de los silos y las que actúan mientras la descarga. Además se ha tenido en cuenta el supuesto más desfavorable de que el resto de cargas estén activas y sea de noche, por lo que la iluminación también está.

De esta suposición sacamos la conclusión de que es necesario un mínimo de 68,3 kW que se consumirá durante la actividad de descarga de los silos.

Los parámetros nominales de la instalación se muestran a continuación:

Siendo la intensidad máxima admisible por la instalación $I_{m\acute{a}x}=160$ A, la potencia admisible por la instalación será la siguiente:

$$P_{adm} = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \cos\varphi = \sqrt{3} \cdot 400 \cdot 160 \cdot 1 = 110,9 \text{ kW} \quad (24)$$

Tensión nominal, U_n (V)	$U_n=400$ V
Intensidad admisible, $I_{m\acute{a}x}$ (A)	$I_{m\acute{a}x}=160$ A
Potencia admisible, P_{adm} (kW)	$P_{adm}=110,9$ kW
Potencia mínima a contratar, $P_{m\acute{i}n}$ (kW)	$P_{m\acute{i}n}= 68,3$ kW

Tabla 6: Resumen de parámetros nominales de la instalación.

4. DISEÑO DE LA INSTALACIÓN RECEPTORA

LA instalación se alimentará desde la red pública de Iberdrola Distribución Eléctrica S.A. trifásica de baja tensión con conductor neutro, con tensión de 400 V y frecuencia nominal de 50 Hz.

Según el artículo 104.3 del vigente 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, dicha tensión podrá oscilar en un margen de $\pm 7\%$ de la tensión de suministro declarada es decir, $400V \pm 28V$.

4.1. CAJA GENERAL DE PROTECCIÓN Y CONTADORES

La caja general de protección y medida se colocará en un armario empotrado lo más cercano a la acometida posible.

Dado que la empresa suministradora es Iberdrola Distribución se empleará un cuadro normalizado por Iberdrola, según NI 42.72.00, tipo CMT300E-MF.

El conjunto se muestra a continuación, es un contador electrónico con módulo de tarificación programable. Cuenta con portafusibles tipo BUC-2. Para esta instalación se emplearán de 160 A.

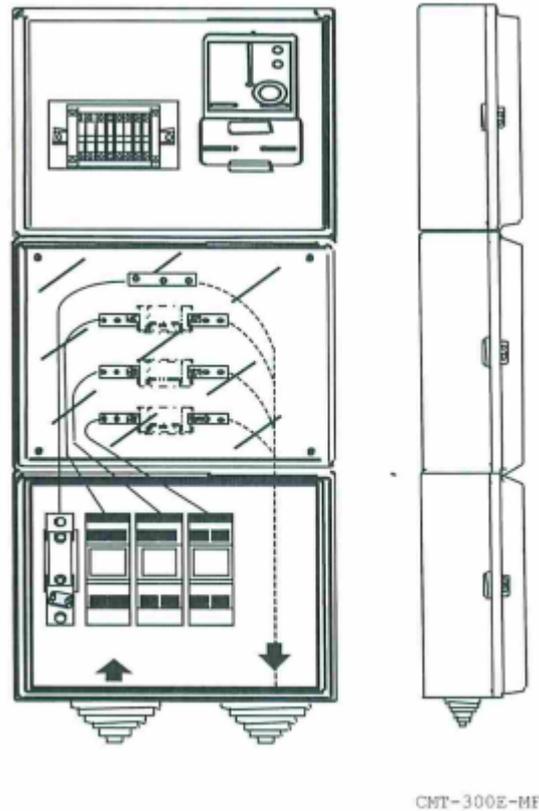


Figura 23: Conjunto de protección y medida CMT300E-MF.

4.2. LÍNEA GENERAL DE ALIMENTACIÓN

Desde el conjunto de protección y medida, hasta el cuadro general de la instalación, se realiza una conexión en forma de línea general de alimentación / derivación individual que se regirá por las siguientes condiciones:

- Línea trifásica de conductores unifilares de tipo RZ1-K(AS), con aislamiento de 0.6/1 kV libre de halógenos y poca emisión de humos y de opacidad reducida.
- Conductores de sección $4 \times 95 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$.
- 85 m de longitud.
- Instalación subterránea y entubada $\varnothing_{\text{tubo}} = 160 \text{ mm}$.
- Intensidad máxima admisible 335 A (Tabla 5. ITC-BT-07)
- Caída máxima de tensión permitida de $1,5\% > 1,21\%$ calculada.

4.3. CUADRO DE PROTECCIONES

Todos los armarios de protecciones serán de poliéster reforzado, con puerta y cerradura.

En la instalación se prevé el uso de los siguientes tipos de armarios eléctricos:

1. CUADROS GENERAL.

- El cuadro de distribución se colocará en interior accesible, lo más cercano al cuadro general de protección y medida. Hasta él llega la línea general de alimentación y de él se distribuye al resto de cuadros secundarios.
- Cuenta con una protección general formado por un interruptor multipolar de 160 A.
- Desde este cuadro se distribuye una línea de alumbrado exterior para el paso de los camiones.

2. CUADROS SECUNDARIOS

- Habrá dos cuadros secundarios, uno para la zona de silos y otro para el conjunto de naves y oficina.
- Desde estos cuadros se distribuyen líneas directas a todos los receptores de más de 16 A. Pudiendo conectar los receptores más pequeños a través de tomas de corrientes.
- En el interior de las naves se encontrarán más subcuadros dotados de protecciones individuales para tomas de corriente e iluminación, que no son objeto de este proyecto.

4.4. CANALIZACIONES Y CIRCUITOS

Se aplicarán las siguientes prescripciones generales a los sistemas de instalación para las conexiones a las máquinas y receptores que se alimenten:

-
- Rejilla/bandeja porta cables sin tapa: de material metálico, con soportes máximo cada 1 m, según indicaciones del fabricante, y conductividad eléctrica asegurada mediante línea de cable de protección puesto a tierra al menos en un punto de cada tramo individual. Los cables irán sujetos con bridas aptas para interior o intemperie, según los casos.
 - Tubos: de material plástico rígido en montaje superficial, ocasionalmente empotrado, con accesorios y piezas especiales apropiadas. Tubos de acero galvanizado en montaje superficial, con accesorios y piezas especiales apropiadas. Distancia entre fijaciones máxima de 2 m. Diámetro mínimo según tabla 7 ITC-BT 21. Grado de protección mínimo: IP42 + IK3.
 - Montaje al aire: no se prevé tramos de montaje al aire. En caso de ser necesario se dispondrán en tramos de hasta 5 m máximo, que no empiecen a menos de 2,5 m de altura desde el suelo. Se emplearán tubos flexibles, del mismo o superior grado de protección que las canalizaciones generales.
 - Circuitos de potencia: un solo circuito por tubo y no más de 10 circuitos por bandeja.
 - No se dispondrán circuitos de muy baja tensión por las mismas canalizaciones que los circuitos de tensión nominal
 - La altura mínima de colocación de tubos y bandejas será como mínimo de 2,5 m para proteger los conductores contra daños mecánicos. Y los enchufes tendrán una altura mínima de 1,5 m.
 - La caída máxima de tensión en circuitos de fuerza será como máximo de un 6,5% y las de los circuitos de alumbrado de un 4,5%. En el circuito de alumbrado exterior se tendrá que respetar un máximo de un 3% de caída de tensión.

INSTALACIONES A LA INTEMPERIE (LOCALES MOJADOS ITC-BT-30)

- Los conductores a emplear serán de doble aislamiento.

-
- Las conexiones para derivaciones o a los receptores se realizarán exclusivamente en el interior de compartimentos estancos, de grado de protección IP54 o más alto.
 - Los cables se tenderán sobre rejilla/ bandeja sin tapa, y se fijarán a ella mediante bridas aptas para uso a la intemperie. El conjunto no formará bolsas para que no retenga agua de lluvia. La bandeja deberá de ser de un material sintético, para evitar la corrosión y garantizar su aislamiento eléctrico.

4.5. RECEPTORES

1. MOTORES

- Los motores estarán fabricados según la familia de normas IEC-UNE-EN 60034. Tanto por su construcción como por su instalación, cumplirán lo preceptuado en la Instrucción ITC-BT-47, los conductores que lo alimentarán estarán dimensionados por una intensidad no inferior a 125% de la que corresponda a plena carga.
- Serán del tipo totalmente cerrados y autoventilados y estarán instalados en puntos fácilmente accesibles para su mantenimiento y limpieza.
- Los motores más importantes de la instalación se controlarán mediante variadores de frecuencia de potencia nominal adecuada para el motor a alimentar y el tipo de uso previsto.
- Cumplirán con el REGLAMENTO (UE) 2019/1781 DE LA COMISIÓN de 1 de octubre de 2019, por el que se establecen requisitos de diseño ecológico para los motores eléctricos y los variadores de velocidad de conformidad con la Directiva 2009/125/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, se modifica el Reglamento (CE) n.o. 641/2009 en lo relativo a los requisitos de diseño ecológico aplicables a los circuladores sin prensaestopas independientes y a los circuladores sin

prensaestopas integrados en productos y se deroga el Reglamento (CE) n.o. 640/2009 de la Comisión

2. LUMINARIAS

- Las luminarias, por su construcción reunirán las condiciones que se indican en la Instrucción ITC-BT-44.
- Tanto estos mecanismos, como los que se instalen para conectar los motores y luminarias, cumplirán por su fabricación, con las condiciones que señala la Instrucción ITC-BT-43.
- En base a la ITC-BT-30 los receptores de alumbrado estarán protegidos contra proyecciones de agua, IPX4.
- Todas las luminarias serán de tecnología LED.

3. CONDUCTORES

Los conductores eléctricos irán perfectamente identificados, de acuerdo con lo establecido por la ITC-BT-20:

- Conductor de protección: Amarillo-verde.
- Conductores de fase: Marrón, negro y gris.
- Conductor neutro: Azul Claro.

4.6. PROTECCIONES CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS, SOBRECARGAS Y CORTOCIRCUITOS

- Se instalan interruptores automáticos magnetotérmicos y diferenciales, y también protecciones fusibles.
- La puesta a tierra de la instalación no superará los 20 Ω en ningún caso. Siendo la protección diferencial de:
 - 30 mA para circuitos de alumbrado .

- 300 mA para circuitos de fuerza.
- Se protegerá contra cortocircuitos y sobrecargas mediante interruptores magnetotérmicos de 0,3 s con poder de corte igual o superior a 6 kA y poder de cierre igual o superior a 6 kA.

Además como medios de protección adicionales se propone:

- El empleo de conductores de aislamiento principal más cubierta del tipo RV 0.6/1 kV, RZ1-K 0.6/1 kV o similar
- El empleo de receptores de doble aislamiento Clase II.
- La instalación de barreras aislantes, como las envolventes de los cuadros de protecciones en poliéster reforzado con fibra de vidrio.

DATOS PARA EL CÁLCULO DE LAS CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO MÁS DESFAVORABLES.

Datos obtenidos a partir de la empresa distribuidora:

Acometida	I_{ccQ}	25 kA
	U_{NQ}	20 kV
Transformador	U_N	20/0,4 kV
	S_T	100 kVA
	$u_{cc\%}$	4%

Tabla 7: Datos para el cálculo de las corrientes de cortocircuito más desfavorables.

4.7. PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES.

Es necesaria la protección de la instalación contra las sobretensiones transitorias que se transmiten por las redes de distribución y que se originan por descargas atmosféricas sobre redes aéreas, apertura de circuitos fuertemente inductivos y malas conexiones accidentales.

La energía proveniente de la perturbación será disipada hacia tierra en la cascada de protecciones instalada, repartiéndose entre todos los descargadores de manera que ninguno quede destruido y la instalación no sufra daños.

Para esto se empleará un descargador de sobretensiones con contacto señalizado instalado en el Cuadro de Silos Fuerza CSF.



Figura 24: Descargador de sobretensiones Schneider Electric

5. CÁLCULOS ELÉCTRICOS

5.1. CONSIDERACIONES

Para proceder al cálculo se estudiará cada circuito, individualmente por cada una de sus fases, tratando de conseguir el mejor equilibrio posible.

Partiendo de esta premisa, se repartirán las cargas y posteriormente se calculará la sección de los conductores de fase, teniendo en cuenta que se emplearán conductores unifilar en todos los casos.

Se tratará la instalación como líneas equilibradas, dado la consideración primera de mantener el máximo equilibrio posible al distribuir los receptores.

Las líneas enterradas tienen una profundidad de 0,7 m y se toma un terreno de resistividad térmica superficial de 1Km/W y 25°C. El resto de líneas al estar en exterior se consideran expuestas al sol y 45°C.

Supondremos, para simplificar los cálculos en la caída de tensión, que aunque la intensidad no sea la máxima, la resistividad del material conductor es la correspondiente a 90°C (temperatura máxima), se despreciará la reactancia y la caída de tensión en el neutro de la líneas trifásicas, ya que el desequilibrio es pequeño. Se usará en todo caso la fase más cargada para realizar los cálculos.

Para el cálculo de la intensidad de cortocircuito se despreciará la resistencia de la acometida y del transformador, ya que se consideran muy pequeñas respecto a la reactancia. En las líneas se despreciará la, teniendo en cuenta únicamente la resistencia de los cables. Esto se debe a que son cables paralelos separados a poca distancia y su inductancia mutua será siempre pequeña, además la capacitancia se despreciará debido a que se trata de una red de muy baja frecuencia (50 Hz) Se usará el cálculo aproximado despreciando intensidades iniciales. Se utilizará la intensidad de cortocircuito al inicio de cada línea para comprobar la sección de las fases y el neutro.

5.2. POTENCIA

$$\text{Potencia Activa} \quad P = \sqrt{3} \cdot U_n \cdot I \cdot \cos \varphi \quad (25)$$

$$\text{Potencia Reactiva} \quad Q = P \cdot \operatorname{tg} \varphi \quad (26)$$

$$\text{Potencia Aparente} \quad S = \sqrt{P^2 + Q^2} \quad (27)$$

5.3. INTENSIDADES ADMISIBLES

1. INTENSIDAD DE LA LÍNEA (de cada fase):

$$I_L = \frac{S_F}{V} \quad (28)$$

2. INTENSIDAD MÁXIMA

$$I_{max} = \frac{I_L}{\sum f} \quad (29)$$

5.4. CAÍDA DE TENSIÓN

$$\Delta e_{F+N} = \frac{2 \cdot \rho \cdot l \cdot I_L}{S} \quad (30)$$

$$\Delta e_{III} = \frac{\sqrt{3} \cdot \rho \cdot l \cdot I_L}{S} \quad (31)$$

5.5. PROTECCIONES CONTRA CORTOCIRCUITOS Y SOBRECARGAS

$$I_L \leq I_{magnetot\acute{e}rmico} \leq I_{max\ conductor}(C.N.) \quad (32)$$

$I_{max\ conductor}(C.N.)$ se refiere a la intensidad máxima admisible del conductor en condiciones normales, es decir el valor obtenido de la tabla de intensidades admisibles del REBT, sin multiplicar por los factores de corrección.

$$I_L \leq I_{fusible} \leq \frac{I_{max\ conductor}(C.N.)}{k} \quad (33)$$

La intensidad máxima que tiene que soportar un conductor durante un tiempo de 2 h es como mínimo 1,45 veces la intensidad máxima que puede soportar permanentemente. Suponiendo que se emplean fusibles extra rápidos cuya constante k es 1,6 tenemos:

$$I_L \leq I_{fusible} \leq \frac{1,45 \cdot I_{max\ conductor} (C.N.)}{1,6} = 0,91 \cdot I_{max\ conductor} (C.N.) \quad (34)$$

NOTA: Los cálculos considerados se muestran en el ANEJO 2: TABLA DE DATOS Y CÁLCULOS que tiene la siguiente forma:

CÁLCULO DE SECCIONES POR CAIDAS DE TENSIÓN																		
CIRCUITO		DATOS DE CÁLCULO				SECCIÓN												
Código	Suministro	Inom (A)	Pnom (kW)	F.sim. f.d.p.	FASE	P (kW)	S(kVA)	Q(kVAr)	I _L (A)	I RBT	S(mm ²)	Øtubo(mm)	L (m)	Cu/Al	g	e (V)	e (%)	%seg
LGA	III	77,3			R	26,8	31,11	15,86	134,73	335	95	140	85 Cu	0,023	4,80	1,20	59,78	
					S	26,8	30,84	15,32	133,53	335	95	140	85 Cu	0,023	4,76	1,19	60,14	
					T	26,3	30,73	15,94	133,05	335	95	140	85 Cu	0,023	4,74	1,19	60,28	
A	CS. Cuadro Silos	48,3			R	19,1	22,12	11,16	95,80	131	35	75	20 Cu	0,023	2,18	0,55	26,87	
					S	16,1	19,05	10,19	82,50	131	35	75	20 Cu	0,023	1,88	0,47	37,02	
					T	15,6	18,54	10,03	80,30	131	35	75	20 Cu	0,023	1,83	0,46	38,71	
A.1	CS1. Cuadro secundario Silos Fuerza	38,8			R	14,6	17,21	9,11	74,53	106	25	75	20 Cu	0,023	2,38	0,59	29,69	
					S	13,6	16,11	8,64	69,77	106	25	75	20 Cu	0,023	2,22	0,56	34,18	
					T	13,1	15,60	8,48	67,56	106	25	75	20 Cu	0,023	2,15	0,54	36,26	
					R	0,5	0,51	0,07	2,19	18	1,5	20	2 Cu	0,023	0,13	0,06	87,85	

Figura 25: Cálculos de sección por caídas de tensión.

CÁLCULO DE SECCIONES POR INTENSIDADES MÁXIMAS																				
CIRCUITO		DATOS DE CÁLCULO				C.N		Factores de corrección					NETOTERM		FUSIBLE					
Código	Suministro	Inom (A)	Pnom (kW)	F.C. f.d.p.	FASE	P (kW)	S(kVA)	Q(kVAr)	I _L (A)	I RBT	S(mm ²)	f1	f2	f3	f4	f5	In	Icn	In	0,91 Icn
LGA	III				R	26,8	30,83	15,30	133,49	335	95	0,96	1,00	0,93	1,02	0,80	160	244	160	222
					S	26,8	30,56	14,75	132,33	335	95	0,96	1,00	0,93	1,02	0,80	160	244	160	222
					T	26,3	30,44	15,38	131,79	335	95	0,96	1,00	0,93	1,02	0,80	160	244	160	222
A	CS. Cuadro Silos	III			R	19,1	21,84	10,60	94,58	131	35	0,95	1,00	0,90	1,00	1,00	100	112	100	102
					S	16,1	18,76	9,62	81,22	131	35	0,95	1,00	0,90	1,00	1,00	100	112	100	102
					T	15,6	18,24	9,46	79,00	131	35	0,95	1,00	0,90	1,00	1,00	100	112	100	102
A.1	CS1. Cuadro secundario Silos Fuerza	III			R	14,6	16,92	8,55	73,26	106	25	0,95	1,00	0,90	1,00	1,00	80	91	80	82
					S	13,6	15,82	8,07	68,48	106	25	0,95	1,00	0,90	1,00	1,00	80	91	80	82
					T	13,1	15,30	7,91	66,26	106	25	0,95	1,00	0,90	1,00	1,00	80	91	80	82
					R	0,5	0,51	0,07	2,19	18	1,5	0,95	1,00	0,90	1,00	1,00	6	15	6	14

Figura 26: Calculo de sección por intensidades máximas.

5.6. CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA

$$Q_c = P \cdot (tg \varphi_1 - tg \varphi_c) \quad (35)$$

BATERIA DE CONDENSADORES			
Q _r (kVAr)	15,86	Q (kVAr)	47,12
Q _s (kVAr)	15,32	P (kW)	79,8
Q _t (kVAr)	15,94	S	92,67 kVA
Pr (kW)	26,8	α	30,56 °
Ps (kW)	26,8	fdp	0,66
Pt (kW)	26,3	FDP	0,95
		δ	18,19
		Q _c	30,53 kVAr

Tabla 8: Corrección del f.d.p.

5.7. INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO

El circuito a resolver para el cálculo de la intensidad de cortocircuito, aplicando el criterio explicado en “Consideraciones”, será el siguiente:

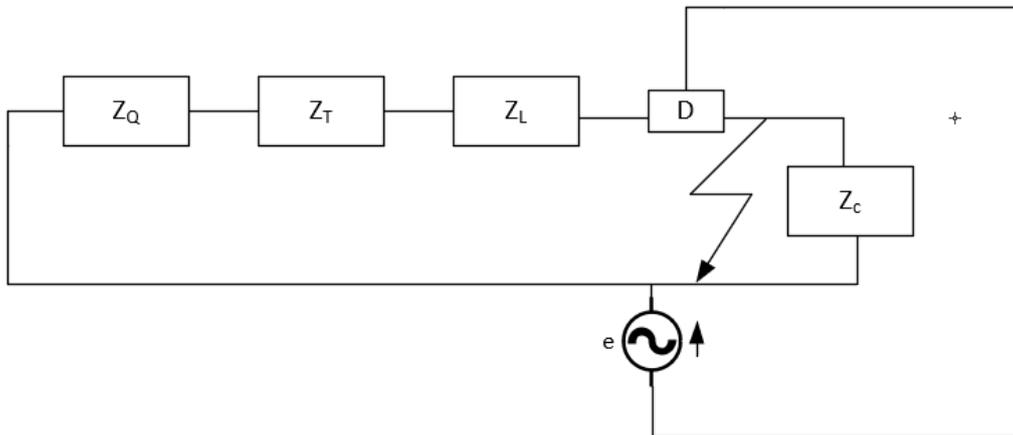


Figura 27: Esquema de cálculo de intensidad de cortocircuito.

Se tiene en cuenta que la mayor impedancia es del lado de la carga es decir la parte aguas abajo en la instalación y por eso se calcula únicamente el defecto teniendo en cuenta los datos aguas arriba (acometida, transformador y línea) hasta el punto a proteger.

$$\text{Reactancia de la acometida, } X_Q \qquad X_Q = c \cdot \frac{U_Q^2}{S_{cc}} \qquad (36)$$

$$\text{Reactancia del transformador, } X_T \qquad X_T = \frac{u_{cc\%}}{100} \cdot \frac{U_T^2}{S_T} \qquad (37)$$

$$\text{Resistencia (Fase y Neutro), } R \qquad R = \frac{\rho \cdot l}{S} \qquad (38)$$

$$\text{CC tripolar, } I_{cc_T} \qquad I_{cc_T} = c \cdot \frac{U}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{R_F^2 + X_{Q+T}^2}} \qquad (39)$$

$$\text{CC fase-neutro, } I_{cc_{F+N}} \qquad I_{cc_{F+N}} = c \cdot \frac{U}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{R_{F+N}^2 + X_{Q+T}^2}} \qquad (40)$$

Poder de cierre

$k=1,8$ (valor habitual)

$$i_{cch} = k \cdot \sqrt{2} \cdot I_{cc} \quad (41)$$

Donde:

- R_F : Resistencia de una fase.
- R_{F+N} : Resistencia de fase más resistencia del neutro.
- X_{Q+T} : Reactancia de la acometida más la del transformador.

NOTA: Los cálculos considerados se muestran en el ANEJO 2: TABLA DE DATOS Y CÁLCULOS que tiene la siguiente forma:

CÁLCULO DE INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO																
CIRCUITO			LINEA					Resistencia			I cortocircuito					
Código	Suministro	Tipo	Sf(mm ²)	Sn(mm ²)	Øtubo(mm)	L (m)	g	Rf(Ω)	Rn(Ω)	jX(Ω)	IccT (kA)	IccFN (kA)	A/mm ² 0,3s	I (kA)	ich (kA)	
Trafo + Acometida		III									0,0640	3,97		0,170	40,86	10,10
LGA			95	50	140	85	0,023	0,00605	0,03910		3,95	3,24	0,259	24,61	10,06	
A	CS. Cuadro Silos	III	35	16	110	25	0,023	0,01643	0,03594		3,84	3,07	0,259	9,07	9,79	
A.1	CS1. Cuadro secundario Silos Fuerza	III	25	16	110	15	0,023	0,01380	0,02156		3,88	3,47	0,259	6,48	9,88	
A.2	CS2. Cuadro secundario Silos Exterior	III	10	10	75	15	0,023	0,03450	0,03450		3,49	2,70	0,259	2,59	8,89	
B	CNO. Cuadro Nave/Oficinas	III	25	16	110	20	0,023	0,01840	0,02875		3,81	3,20	0,259	6,48	9,71	
C	Alumbrado exterior paso camiones	R	6	6	20	45	0,023	0,17250	0,17250			0,72	0,259	1,55	1,84	

Figura 28: Cálculo de intensidades de cortocircuito.

6. PUESTA A TIERRA

En este proyecto se aplicará un régimen de TT (toma de tierras) para toda la instalación, que cumpla las siguientes características:

- Se conectarán todas las masas metálicas de las instalación a los conductores de protección eléctrica, formando una red equipotencial. Esta red se conectará a los electrodos de puesta a tierra dispuestos en la instalación. Con un cable de 25 mm² de Cobre desnudo.
- En caso de que la empresa distribuidora no conecte el neutro a tierra mediante una pica auxiliar, se realizará esta acción.
- Todos los conductores de protección eléctrica serán del mismo calibre que la fase del circuito que proteja.
- La resistencia de bucle entre cualquier conductor de protección y su fase correspondiente, no superará en ningún caso los 20 Ω.

- La máxima tensión admisible de defecto será de 24 V para instalaciones en ambientes húmedos, según el Punto 9 de la *ITC-BT-18: Instalaciones de puesta a tierra*.

7. CONCLUSIÓN Y FIRMA

En las secciones que pertenecen a este Anejo, se han detallado y contemplado todos los aspectos que se describen en la propuesta de Trabajo de Fin de Máster aprobada por la comisión correspondiente elaborada por mi tutor.

Junto con este Anejo se completa la información para llevar a cabo el Proyecto, con el apartado correspondiente de “Planos” y “Tablas de Datos y Cálculos”.

El enganche a red corresponderá a la empresa distribuidora. Se deberán abonar los correspondientes derechos, tasados por ley. El enganche podrá tener lugar cuando se obtenga el visto bueno de la Delegación Provincial de Industria, tras la presentación de los certificados correspondientes, a saber:

- Certificado para puesta en funcionamiento del ingeniero director de obra.
- Certificado de responsabilidad del instalador electricista autorizado.
- Certificado de verificación del Organismo de Control Acreditado (OCA).

El diseño proyectado cumple toda la normativa, tanto local como autonómica y estatal, que le es de aplicación.

En Béjar a junio de 2022

Firma.



IV. AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETO

Este apartado acogerá el diseño de la instalación de automatización y control, cumpliendo los requisitos de la propuesta realizada por el tutor, que se enuncia a continuación:

El anejo de control deberá describir los componentes de un nuevo SCADA, que proporcione las señales necesarias para realizar de forma segura la carga de los silos, elevando los pellets mediante el elevador de cangilones a partir de la piqueta de carga, el reparto entre silos mediante cintas automáticas, y la extracción para su descarga y posterior entrega a los camiones de reparto, a través de la tolva que ya se ha descrito. Se incluirán también la estrategia de programación en forma de diagrama de flujo, Grafcet o algún método similar, la lista de señales de entrada y salida con su oportuna descripción funcional, y se seleccionará el hardware de campo (sensores de nivel y de temperatura) y de control que disponga de las prestaciones requeridas, pero no se requiere realizar su programación.

2. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA PROYECTADO

2.1. MODOS DE FUNCIONAMIENTO

En la siguiente imagen se muestra la disposición de los equipos para facilitar la comprensión del funcionamiento de la planta:

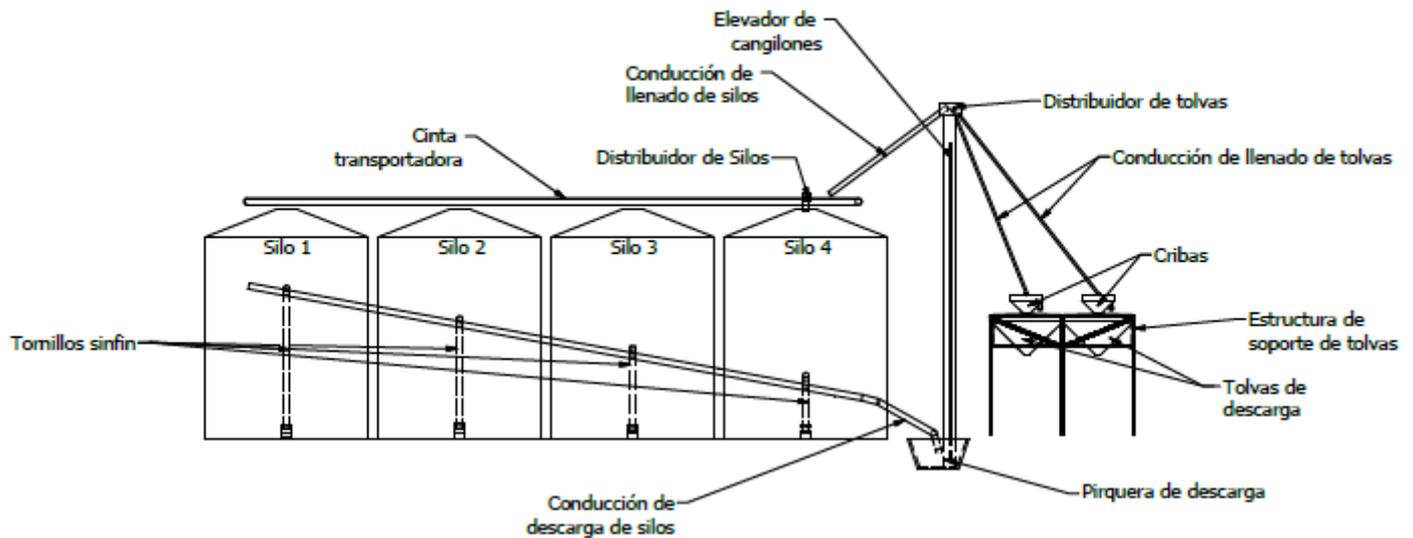


Figura 29: Componentes de la planta.

1. MODO INTELIGENTE

El modo inteligente es el modo en el que los equipos responden automáticamente en función de la programación realizada, obteniendo la información de los sensores y actuando en consecuencia.

Este modo responde a la programación del sistema y a los pulsadores de emergencia.

El cambio a este modo se realiza desde el ordenador supervisor o la interfaz gráfica una vez activado el modo manual.

2. MODO MANUAL

El modo manual es el modo en el que los equipos responden en función de la secuencia pedida por el operador desde el ordenador supervisor o la pantalla táctil.

Este modo muestra información de los sensores y actúa en función de las acciones ordenadas por el operador humano.

Este modo responde al ordenador supervisor, a la interfaz gráfica y a los pulsadores de emergencia.



El cambio a este modo se realiza de forma manual desde la botonera del cuadro de control.

PRECAUCIONES A ADOPTAR (EN EL SISTEMA MANUAL)

- Si el silo/tolva que se desea llenar está lleno, se producirá un aviso sonoro para que el operador elija otro silo/tolva. Si el operador no lo selecciona el sistema dará un aviso de error y no comenzará la maniobra.
- En este modo solo se parará la maniobra cuando el operador active la opción de parar.
- Todos los operadores deben ser suficientemente cualificados para no incurrir en errores que ocasionen un defecto en la instalación.

3. MODO DE MANTENIMIENTO

El modo de mantenimiento es el modo en el que los equipos responden únicamente a la pulsación de los botones del cuadro de control. Se emplea en ocasiones de avería o mantenimiento.

El cambio a este modo se realiza de forma manual desde la botonera del cuadro de control o en caso de la activación de un botón de emergencia.

Siempre que se produce una emergencia en el sistema, se activa el modo de mantenimiento y se tiene que desbloquear manualmente el sistema para poder seguir actuando.

2.2. ESTRATEGIA GENERAL DE TRABAJO

Las secciones que siguen desarrollan la estrategia que se ilustra en los diagramas de flujo que pueden consultarse en los Planos:



- Llenado de silos: esta maniobra que permite rellenar el contenido de los silos con la carga acopiada por camiones de gran capacidad que proveen de pelets la planta. Estos camiones descargan en una piqueta de carga colocada a ras de suelo desde donde se eleva el producto hasta la cintas transportadora que rellena el silo seleccionado previamente.
- Llenado de tolvas: Las tolvas de descarga han de permanecer siempre llenas, por lo que cada vez que carga un camión se activa el llenado de tolvas. Desde el silo definido, a través de un tornillo sinfín se extrae el pelets que se descargará en la piqueta de carga para ser elevado por el elevador de cangilones y trasvasado a las tolvas de carga, pasando por las cribas.
- Trasiego entre silos: En algunos casos, cómo puede ser el mantenimiento de un silo, se realizará un proceso de trasiego de pelets, esta maniobra descarga a través del tornillo sinfín los pelets de un silo y lo lleva a otro.

NOTA: Todos los diagramas de flujo se muestran en el ANEJO 2: TABLA DE DATOS Y CÁLCULOS

2.3. LLENADO DE UN SILO

El llenado de cualquiera de los silos se realiza de la siguiente manera:

1. El material se descarga en la piqueta de carga, por los camiones que sirven a la planta.
2. El distribuidor de silos se coloca en el silo que se va a llenar.
3. El elevador de cangilones, carga desde la piqueta y eleva el material.
4. El distribuidor en la cabeza del elevador dirige el material hacia la cinta transportadora, tapando la caída de las tolvas.
5. El material desciende por su propio peso por la conducción hacia la cinta transportadora.

6. El material es transportado hacia el distribuidor de silos y es descargado en él.

En la siguiente tabla se relacionan los acrónimos con los equipos para facilitar la comprensión de las secuencias de funcionamiento:

EQUIPO	ACRÓNIMO
PG	Piloto general
MDS	Motor distribuidor de silos
MDT	Motor distribuidor de tolvas
MCT	Motor cinta transportadora
MEC	Motor elevador de cangilones
MEX	Motor tornillo sin fin, X= n.º de silo
MCX	Motor criba de polvo, X= n.º de tolva

Tabla 9: Equipos y acrónimos

SECUENCIAS DE ARRANQUE Y PARADA

Las secuencias se iniciarán/finalizarán desde el ordenador supervisor cuando sea necesario en el modo inteligente o mediante la pulsación del botón asociado en el modo manual.

Secuencia de arranque de la carga de silos

$$\left\{ \begin{array}{c} PG \\ verde \end{array} \right\} \rightarrow^{2s} \left\{ \begin{array}{c} MDS \\ on \end{array} \right\} (n.º \text{ silo}) \rightarrow^{10s} \left\{ \begin{array}{c} MDT \\ on \end{array} \right\} (pos = \text{silos}) \rightarrow^{10s} \left\{ \begin{array}{c} MCT \\ on \end{array} \right\} \rightarrow^{5s} \left\{ \begin{array}{c} MEC \\ on \end{array} \right\} \rightarrow^{5s} \left\{ \begin{array}{c} PG \\ off \end{array} \right\}$$

Secuencia de parada de la carga de silos

$$\left\{ \begin{array}{c} PG \\ naranja \end{array} \right\} \rightarrow^{2s} \left\{ \begin{array}{c} MEC \\ off \end{array} \right\} \rightarrow^{20s} \left\{ \begin{array}{c} MDS \\ off \end{array} \right\} \rightarrow^{5s} \left\{ \begin{array}{c} PG \\ off \end{array} \right\}$$

2.4. LLENADO DE LA TOLVA DE CARGA

El llenado de las tolvas de carga se realiza de la siguiente manera:

1. Desde el silo que se va a descargar se acciona el tornillo sin fin, que extraerá el material.
2. El materia discurre por una canalización hasta la piqueta de carga.

3. Desde la piqueta de carga se eleva el material por el elevador de cangilones.
4. El distribuidor en la cabeza del elevador dirige el material hacia las tolvas, pudiendo llenar las dos derechas, las dos izquierdas o todas a la vez.
5. El material se vierte a las tolvas por la canalización.
6. Antes de llegar a la tolva el material es cribado para limpiarlo de polvo y partes rotas.

Para descargar al camión bastaría con accionar manualmente la trampilla inferior de la tolva cuando el camión esté en su sitio.

SECUENCIAS DE ARRANQUE Y PARADA

Las secuencias se iniciarán/finalizarán desde el ordenador supervisor cuando sea necesario en el modo inteligente o mediante la pulsación del botón asociado en el modo manual.

Secuencia de arranque de la carga de silos

$$\left\{ \begin{array}{l} PG \\ verde \end{array} \right\} \rightarrow^{2s} \left\{ \begin{array}{l} MDT \\ on \end{array} \right\} (pos = tolvas) \rightarrow^{5s} \left\{ \begin{array}{l} MCX \\ on \end{array} \right\} \rightarrow^{10s} \left\{ \begin{array}{l} MEC \\ on \end{array} \right\} \rightarrow^{5s} \left\{ \begin{array}{l} MEX \\ on \end{array} \right\} \rightarrow^{5s} \left\{ \begin{array}{l} PG \\ off \end{array} \right\}$$

Secuencia de parada de la carga de silos

$$\left\{ \begin{array}{l} PG \\ naranja \end{array} \right\} \rightarrow^{2s} \left\{ \begin{array}{l} MEX \\ off \end{array} \right\} \rightarrow^{15s} \left\{ \begin{array}{l} MEC \\ off \end{array} \right\} \rightarrow^{20s} \left\{ \begin{array}{l} MCX \\ off \end{array} \right\} \rightarrow^{5s} \left\{ \begin{array}{l} PG \\ off \end{array} \right\}$$

2.5. TRASIEGO ENTRE SILOS

El trasiego entre silos se realiza, únicamente en el modo manual, de la siguiente manera:

1. Se accionará el tornillo de extracción del silo que se desea vaciar.
2. El materia discurre por una canalización hasta la piqueta de carga.
3. Desde la piqueta de carga se eleva el material por el elevador de cangilones.
4. El distribuidor de silos se coloca en el silo que se va a llenar.
5. El elevador de cangilones, carga desde la piqueta y eleva el material.



6. El distribuidor en la cabeza del elevador dirige el material hacia la cinta transportadora, tapando la caída de las tolvas.
7. El material desciende por su propio peso por la conducción hacia la cinta transportadora.
8. El material es transportado hacia el distribuidor de silos y es descargado en él.

SECUENCIAS DE ARRANQUE Y PARADA

Las secuencias se iniciarán/finalizarán desde el ordenador supervisor cuando sea necesario en el modo inteligente o mediante la pulsación del botón asociado en el modo manual.

Secuencia de arranque de la carga de silos

$$\left\{ \begin{array}{c} PG \\ verde \end{array} \right\} \rightarrow^{2s} \left\{ \begin{array}{c} MDS \\ on \end{array} \right\} (n.º \text{ silo}) \rightarrow^{5s} \left\{ \begin{array}{c} MDT \\ on \end{array} \right\} (pos = \text{silos}) \rightarrow^{10s} \left\{ \begin{array}{c} MCT \\ on \end{array} \right\} \rightarrow^{10s} \left\{ \begin{array}{c} MEC \\ on \end{array} \right\} \rightarrow^{5s} \left\{ \begin{array}{c} MEX \\ on \end{array} \right\} \rightarrow^{5s} \left\{ \begin{array}{c} PG \\ off \end{array} \right\}$$

Secuencia de parada de la carga de silos

$$\left\{ \begin{array}{c} PG \\ naranja \end{array} \right\} \rightarrow^{2s} \left\{ \begin{array}{c} MEC \\ off \end{array} \right\} \rightarrow^{15s} \left\{ \begin{array}{c} MDT \\ off \end{array} \right\} \rightarrow^{20s} \left\{ \begin{array}{c} MDS \\ off \end{array} \right\} \rightarrow^{20s} \left\{ \begin{array}{c} MCT \\ off \end{array} \right\} \rightarrow^{5s} \left\{ \begin{array}{c} MEX \\ off \end{array} \right\} \rightarrow^{2s} \left\{ \begin{array}{c} PG \\ off \end{array} \right\}$$

3. ESTRATEGIA DE CONTROL

3.1. ACCIONAMIENTOS

Los accionamientos se realizarán de forma manual a través de interruptores giratorios de dos o tres posiciones y pulsadores, que permiten seleccionar varias opciones. Además se realizarán estas mismas acciones a través de la pantalla táctil.

Interruptor de dos posiciones.

Sirven para acciones todo o nada, como pueden ser encender o apagar un equipo.



Figura 30: Interruptor de dos posiciones Schneider Electric

Interruptor de tres posiciones.

Son elegidos para la selección de varias opciones, como la elección de la cantidad de tolvas a llenar o el modo en el que trabajará el sistema.



Figura 31: Interruptor de tres posiciones Schneider Electric

Pulsador de STOP.

Se trata del pulsador de emergencia o paro total que se pulsará en ocasiones excepcionales y parará toda la maniobra.



Figura 32: Pulsador de STOP Schneider Electric.

3.2. ENCLAVAMIENTOS

Las secuencias de funcionamiento posibles vendrán aseguradas mediante enclavamientos lógicos implementados en la programación del autómatas, que sólo serán efectivos si el sistema funciona en modo inteligente.

Será posible el funcionamiento manual (modo de mantenimiento) del sistema para permitir operaciones de mantenimiento o reparaciones.

- Enclavamientos al arranque: ningún elemento podrá arrancar si no lo ha hecho previamente el situado inmediatamente a su izquierda en la secuencia de arranque. Exige comprobar que su elemento de protección no indica fallo y que el selector manual del panel frontal está en modo "AUT".
- Enclavamientos de parada: ningún elemento deberá parar si no lo ha hecho previamente el situado inmediatamente a su izquierda en la secuencia de parada.

IMPORTANTE:

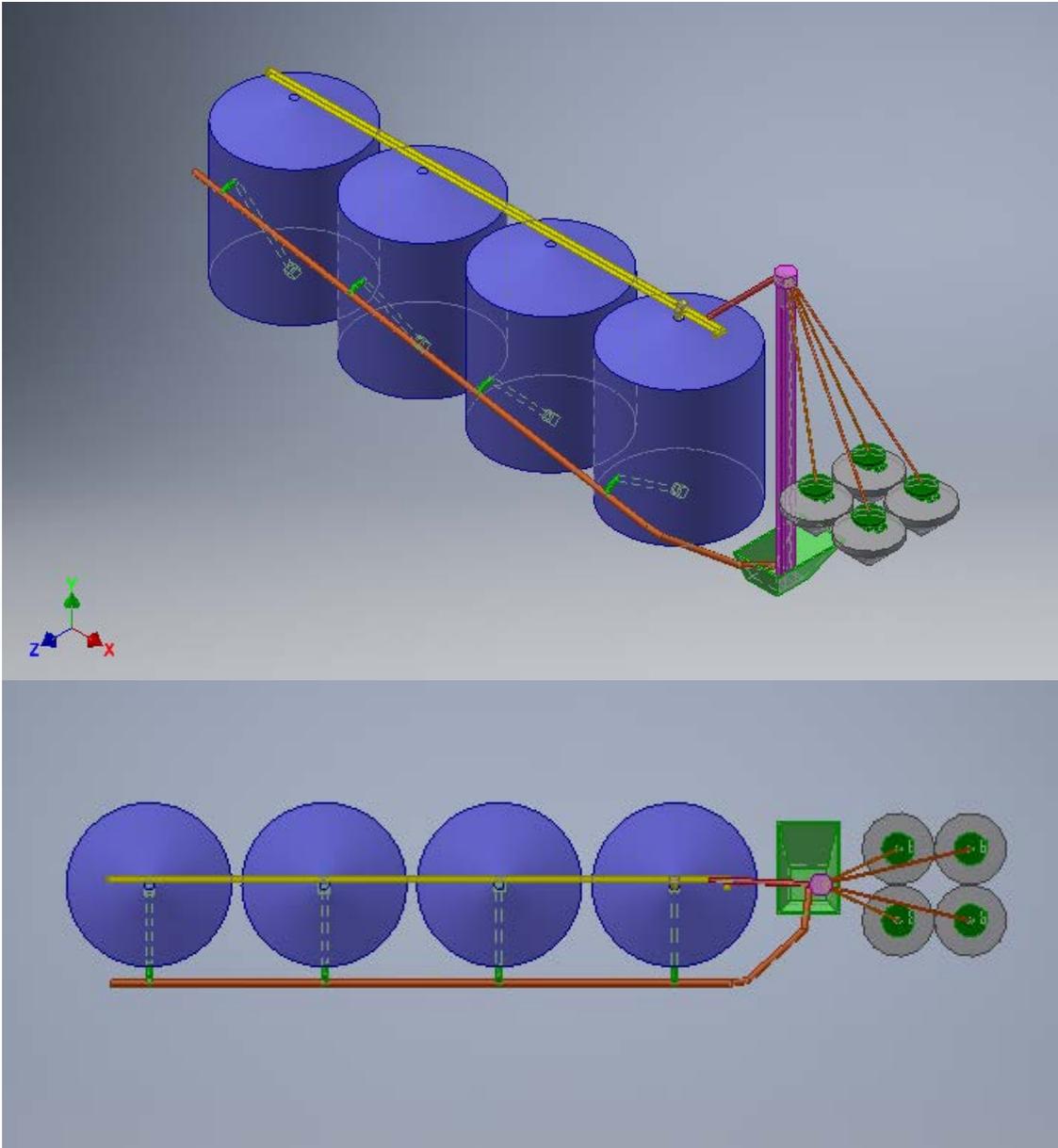
No habrá enclavamientos físicos o cableados, por lo que existe riesgo de daño de componentes si éstos se utilizan en modo Manual de forma indebida.

3.3. INTERFACE "HOMBRE MÁQUINA" HMI

El autómatas de control se enlazará a un ordenador mediante arquitectura de red del Cliente (no definida). De esta forma se muestran todas las funciones en la pantalla gráfica lo que permite la modificación de la programación del autómatas en tiempo real, adecuándose a las necesidades, de esta forma se permite el máximo grado de interacción con el sistema.

La pantalla del programa que se implementa en el ordenador supervisor, mostrará vistas de los laterales y superior del sistema además de dos vistas en perspectiva para que

se pueda tener acceso a todos los elementos que componen el sistema. Estas pantallas se muestran a continuación.



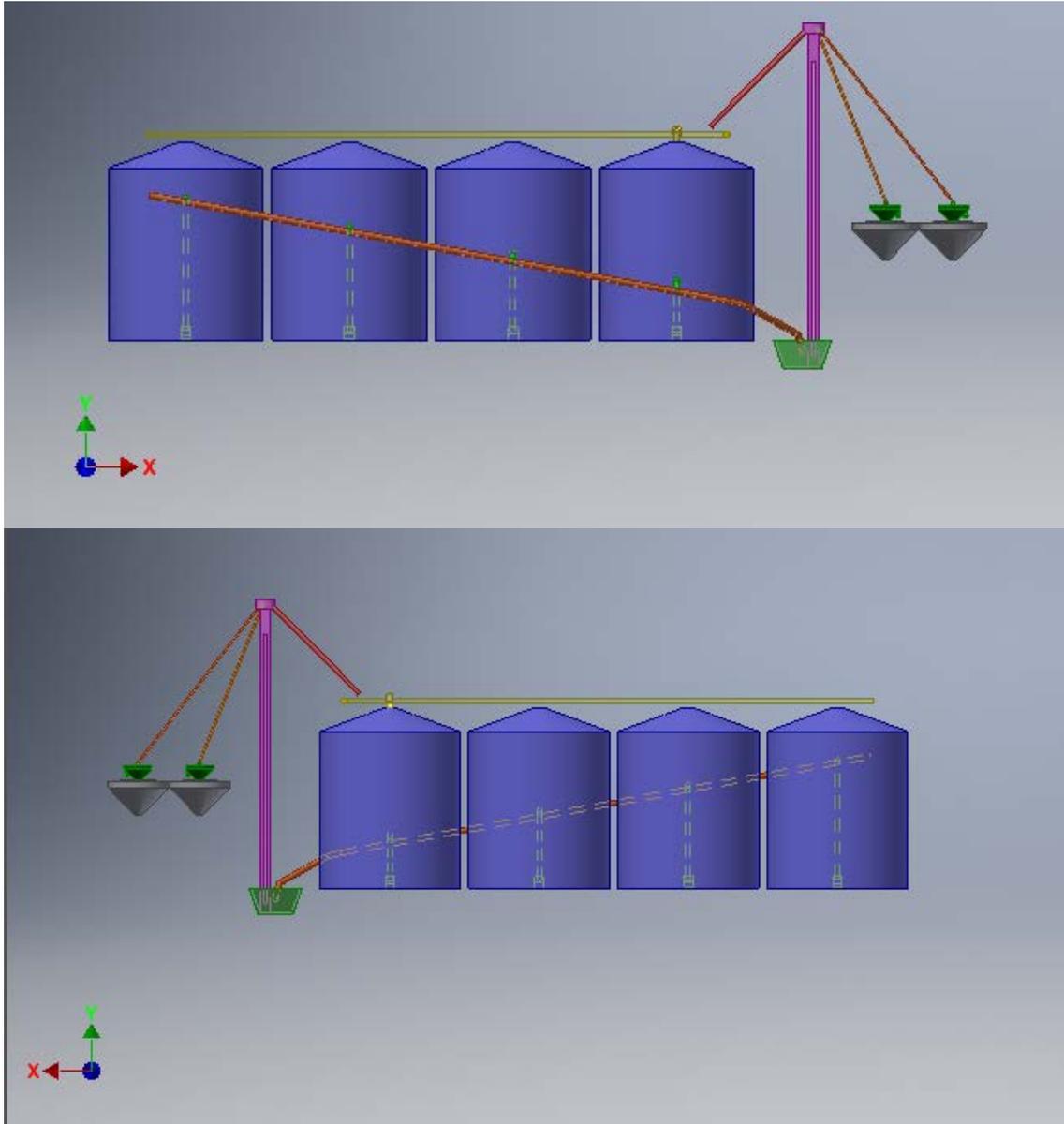


Figura 33: Pantallas de la interface "hombre máquina" HMI.

En el armario de control se mostrará un panel con botones, pensado para el uso de operaciones de mantenimiento, que permite el accionamiento manual de los diferentes equipos.

El sistema contará con una pantalla gráfica táctil que permite el control desde el exterior. Además permite consultar todos los datos que se pueden ver desde el ordenador.

4. LISTADOS DE SEÑALES, ENTRADAS Y SALIDAS

1. SEÑALES ANALÓGICAS

Las señales analógicas serán todas señales de entrada, vienen desde los diferentes sensores de temperatura y humedad que se encuentran dispuestos en la planta (silos y tolvas).

2. SEÑALES DIGITALES

Todas las señales de control, sensores de nivel e indicadores de alarmas serán entradas y salidas digitales.

3. SEÑALES INFORMÁTICAS

El sistema de comunicaciones elegido intercambiará la siguiente información con los variadores de velocidad para control de motores instalados:

- Lectura de datos
- Frecuencia de giro.
- Potencia absorbida de la red.
- Histórico de 4 últimas alarmas con anotación de hora/día del suceso.

Escritura de datos

- Velocidad de giro "PID %".
- Reconocimiento de alarma.

El Supervisión del Sistema debe poder ofrecer al usuario el registro de los últimos 20 errores de comunicación Modbus con los variadores de frecuencia.

	N.º
ENTRADAS DIGITALES	34
SALIDAS DIGITALES	22
ENTRADAS ANALÓGICAS	24
SALIDAS ANALÓGICAS	0
ENTRADAS INFORMÁTICAS	85
SALIDAS INFORMÁTICAS	40

Tabla 10: Resumen de señales.

NOTA: Todas las señales se muestran en el ANEJO 1: PLANOS

5. HARDWARE SELECCIONADO

5.1. SCADA

Para realizar la monitorización y el control de todas las variables de sistema, así como la supervisión de datos y el registro de estos se empleará un sistema SCADA, que permite el control instantáneo y la optimización de la operaciones de la planta.

Para este caso se empleará un equipo de la marca Schneider Electric, tipo smart-phone. Desde el cual se controla todo el sistema en tiempo real.



Figura 34: Interfaz HMI Schneide Electric.

En este caso se usará un SCADA HMIDT35XFH pantalla 7" WVGA EXT. display 3C3 GTUX.

Características:

- Manejo con pantalla táctil
- Colocación en exterior, protección IP66/IP67
- Display LCD 7" a color
- Con servidor web incorporado para gestión y control desde un ordenador supervisor conectado a Internet.

5.2. EQUIPOS DE CAMPO

1. MOTORES

Los motores se controlarán mediante variadores de velocidad electrónicos *Schneider Electric* o similar, dotados de tarjeta de comunicación y conectados al sistema centralizado.



Figura 35: Variador de frecuencia Schneider Electric ATV630 y puerta de conexión.

Todos los motores serán regulados por el grupo de normas UNE EN 60034. Serán tratados como motores de funcionamiento continuo, clase F, con protección IP65. Cumpliendo los valores mínimos de eficiencia para el nivel de eficiencia IE3 a 50 Hz que se muestran en la siguiente tabla para los motores usados :

Potencia nominal de salida P_n [kW]	Número de polos			
	2	4	6	8
0,12	60,8	64,8	57,7	50,7
0,18	65,9	69,9	63,9	58,7
0,20	67,2	71,1	65,4	60,6
0,25	69,7	73,5	68,6	64,1
0,37	73,8	77,3	73,5	69,3
0,40	74,6	78,0	74,4	70,1
0,55	77,8	80,8	77,2	73,0
0,75	80,7	82,5	78,9	75,0
1,1	82,7	84,1	81,0	77,7
1,5	84,2	85,3	82,5	79,7
2,2	85,9	86,7	84,3	81,9
3	87,1	87,7	85,6	83,5
4	88,1	88,6	86,8	84,8
5,5	89,2	89,6	88,0	86,2
7,5	90,1	90,4	89,1	87,3
11	91,2	91,4	90,3	88,6

Tabla 11: Valores mínimos de eficiencia para el nivel de eficiencia IE3 a 50 Hz (%)

CÓDIGO	ID.	ELEMENTO/USO	P (KW)	REGULACIÓN
A.1.2	MDT	Distribuidor de tolvas	0,5	Arranque directo
A.1.3	ME1	Extracción silo 1	1,5	Variador (Regulación continua)
A.1.4	ME2	Extracción silo 2	1,5	Variador (Regulación continua)
A.1.5	ME3	Extracción silo 3	1,5	Variador (Regulación continua)
A.1.6	ME4	Extracción silo 4	1,5	Variador (Regulación continua)
A.1.7	MC	Motor Cinta Transportadora	7,5	Variador (Regulación continua)
A.1.8	MDS	Distribuidor de silos	1,5	Variador (Regulación continua)
A.1.9	MEC	Elevador de cangilones	10	Variador (Regulación continua)
A.1.10	MC1	Motor criba 1	2,2	Arranque directo
A.1.11	MC2	Motor criba 2	2,2	Arranque directo
A.1.12	MC3	Motor criba 3	2,2	Arranque directo
A.1.13	MC4	Motor criba 4	2,2	Arranque directo
A.1.14	MT1	Motores de las trampillas de descarga	1	Arranque directo
A.1.15	MT2	Motores de las trampillas de descarga	1	Arranque directo
A.1.16	MT3	Motores de las trampillas de descarga	1	Arranque directo
A.1.17	MT4	Motores de las trampillas de descarga	1	Arranque directo

Tabla 12: Motores.

2. SENSORES

- Sensor de nivel:

El control del nivel de pelets dentro de los silos y las tolvas. Se realizará con un sensor radar para medición continua de nivel en sólidos a granel, sin contacto, similar al VEGAPLUS 69.



Figura 36: Sensor de radar, VEGAPLUS 69

Características:

- Señal de salida: 4 – 20 mA.
- Precisión: ± 5 mm
- Protección: IP66/IP68
- Distancia de mediada: Hasta 120 m
- Protocolo del puerto de comunicación: Modbus, Ethernet.
- Materiales: Plástico, aluminio, acero inoxidable.

Instalación:

El emisor/receptor debe quedar colocado en posición vertical, puede ir montado en el techo del silo colgado atornillado a la tapa del silo o mediante un soporte en la pared lateral

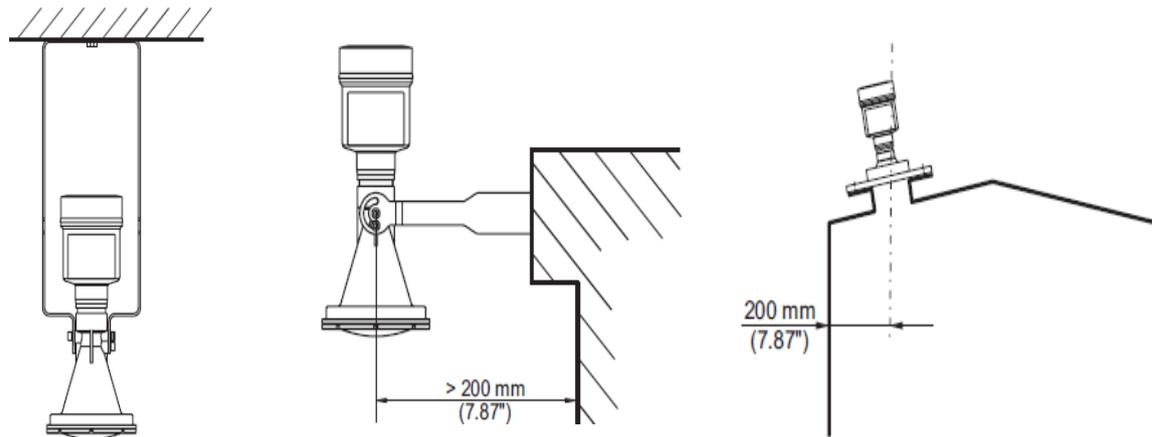


Figura 37: Colocación del sensor de nivel.

- Sensor de nivel por inclinación:

El nivel máximo de llenado tanto en silos como en tolvas se realizará con un sensor de nivel de sólidos de tipo flotador como el *SOLIBA EX P*.



Figura 38: Sensor de nivel, *SOLIBA EX P*.

Características:

- Tensión de trabajo: 240 V
- Precisión: $\pm 10^{\circ}$
- Protección: IP68
- Longitud de cable: Hasta 30 m
- Protocolo del puerto de comunicación: red eléctrica.
- Materiales: Polipropileno copolímero + HR HY

Instalación:

El flotador debe quedar colocado en posición vertical colgando, de forma que al llenar el silo, el pellets incline el flotador, abriendo el contacto interno y cortando el llenado.

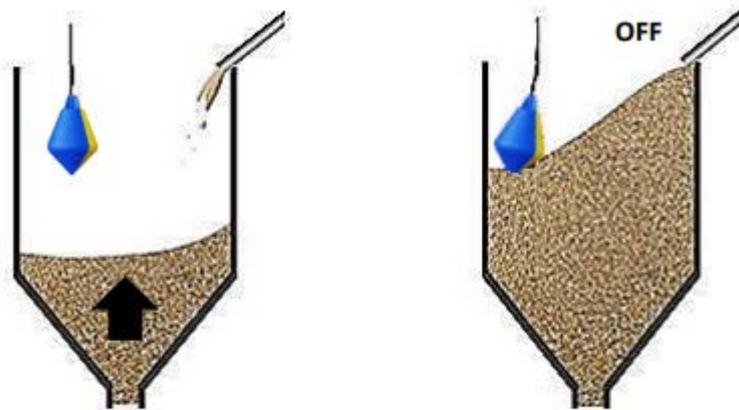


Figura 39: Colocación del sensor de nivel.

Sensor de temperatura y humedad:

El control de temperatura y humedad de pellets dentro de los silos, se realizará con sensores multipunto mixtos, que darán las dos medidas.



Figura 40: Sensores de temperatura y humedad multipunto.

Características:

- Alimentación : 9~30VDC
- Distancia de control: 30M
- Protección: IP67
- Max.30 sensores de temperatura en un cable.

Instalación:

Se colocarán colgando del techo del silo en posición vertical. En cada silo se dispondrán cuatro sensores para tener un control preciso de todo el contenido.

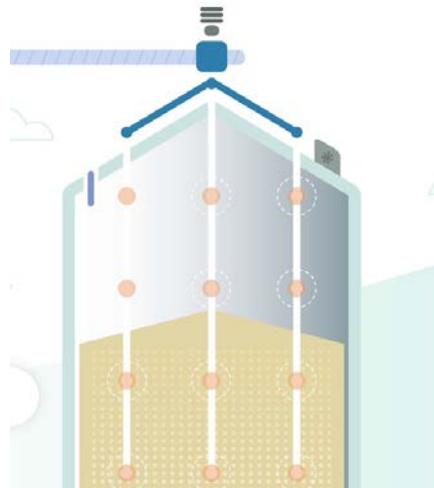


Figura 41: Colocación de las sondas de temperatura y humedad.

5.3. AUTÓMATAS Y PLC

Un PLC (Controlador Lógico Programable) o autómata programable, es una computadora que sirve para controlar en tiempo real los procesos de un sistema industrial. Estos equipos trabajan en función de variables de entrada que toman de los sensores, actuando en consecuencia sobre los actuadores.

Para este proyecto se ha escogido un PLC Schneider Electric Modicon M221. Con las siguientes características:

- Tensión de alimentación: 24 V en corriente continua.

- Número de entradas/salidas digitales: 24.
- Número de entradas analógicas: 2.
- Conexión: USB 2.0 mini, RJ45.
- Comunicación en redes disponibles: MODBUS TCP, Ethernet.
- Tiempo de respuesta: 60 μ s.
- Memoria: 256 kB para aplicación de usuarios y datos RAM con capacidad de sujeción: 10000 instrucciones y 256 kB para variables internas RAM.
- Montaje sobre carril DIN acorde a IEC 60715.



Figura 42: PLC: Schneider Electric Modicon M221.

A este equipo hay que añadirle entradas auxiliares necesarias, tanto analógicas como digitales.



Figura 43: Paquete de entradas analógicas Modicon TM3.



Figura 44: Entradas y salidas digitales, Modicon TM3, 32.

5.4. BUSES DE SEÑAL

El bus de señal es el cableado de transmisión de datos. Permite la conexión de dispositivos de campo como transductores, actuadores y sensores, con las unidades de control programables PLC. Gracias a esto se puede controlar y cuantizar las operaciones de máquinas y demás equipamiento.

Los buses de señal a instalar en esta planta serán:

- Red de comunicaciones cable Ethernet apantallado CAT-6 (para protocolo Modbus-TCP).
- Señales digitales: cableado apantallado, dos hilos trenzados, cobre recocido, calibre 22 AWG (0,33 mm² aproximadamente).
- Señales analógicas: cableado apantallado, dos hilos trenzados, cobre recocido, calibre 22 AWG (0,33 mm² aproximadamente).
- La pantalla de estos cables se pondrá a tierra solo en el extremo del autómeta, nunca en el otro lado y jamás en los dos a la vez.

6. CONCLUSIÓN Y FIRMA

En este apartado de automatización y control de la instalación, se describe los fundamentos, prestaciones y funcionamiento del sistema requerido. El diseño proyectado cumple toda la normativa que le es de aplicación.

En Béjar a junio de 2022

Firma.



V. GESTIÓN DE RESIDUOS DE LA CONSTRUCCIÓN

1. IDENTIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS

Para la identificación de los residuos se procederá según el Código C.E.R de la Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos.

DENOMINACIÓN	CÓDIGO	Cantidad en t	Cantidad en m ³
Residuos de grava y rocas	01 04 08	84	40
Residuos de arenas y arcillas	01 04 09	83	40
Hormigón	17 01 01	0	0
Ladrillos	17 01 02	0	0
Tejas y materiales cerámicos	17 01 03	0	0
Mezclas de hormigón, ladrillos tejas y materiales cerámicos sin sustancias peligrosas	17 01 07	0	0
Maderas	17 02 01	0,03	0.05
Plásticos	17 02 03	0.008	0.08
Asfalto	17 03 02	0	0
Hierro y acero	17 04 05	0.2	0.05
Metales mezclados	17 04 07	0.2	0.05
Cables que no contienen hidrocarburos, alquitrán de hulla y otras sustancias peligrosas	17 04 11	0	0
TOTAL		167,44	80,23

Tabla 13: Desglose de residuos producidos.

2. SEPARACIÓN DE LOS RESIDUOS Y PLAN DE GESTIÓN DE LOS RESIDUOS

En esta obra por sus características, es difícil encontrar mezclados residuos de diferentes tipos, aun así, será obligatorio separa entre residuos de obra, plásticos, maderas, metales y cables. Para esto se procederá de la siguiente forma:

RESIDUOS	FORMA DE ACTUACIÓN
Residuos de obra civil.	Los residuos de la excavación se cargarán en camiones según se vayan produciendo, para retirarlos del lugar. Los de obra se irán almacenando en un contenedor.
Maderas	Serán separados del resto de materiales siempre que sea posible y se introducirán en el contenedor de madera.
Plásticos	Serán separados del resto de materiales siempre que sea posible y se introducirán en el contenedor de plásticos, manteniendo la tapa cerrada.
Metales	Serán separados del resto de materiales siempre que sea posible y se introducirán en el contenedor de metales.
Cables	Los deshechos de cables se irán almacenando en el contenedor de cables para su posterior transporte al centro de reciclado.

Tabla 14: Residuos

Cuando uno de los contenedores esté lleno, el ingeniero director de obra, llamará a la empresa gestora de residuos, que lo llevará a la planta de tratamiento correspondiente y dejara un contenedor vacío en su lugar.

3. VALORACIÓN, REUTILIZACIÓN O ELIMINACIÓN DE LOS RESIDUOS

La valoración de los residuos se realizará por los propios operarios en la obra, separando los residuos “limpios” aquellos que están totalmente separados de otros y no requieren un tratamiento especial y residuos “sucios” aquellos que por cualquier motivo no se puedan separar y por tanto sea necesario de un tratamiento especial para reciclarlos.

Siempre que sea posible se tratará de reutilizar los residuos, como puede ser con los residuos de obra para allanar parte del terreno, se reutilizarán las maderas de encofrados para realizar posteriores trabajos o se emplearán sobrantes de cables, para otras zonas en las que se requiera menor longitud.

Si nada de esto es posible se almacenarán en los contenedores indicados y se transportarán al centro de tratamiento especializado.

4. MEDIDAS PARA MINIMIZAR LOS RESIDUOS

Con el objeto de minimizar los residuos en este proyecto el constructor asumirá la responsabilidad de organizar y planificar tanto el suministro, acopio de materiales y proceso de ejecución con el criterio de minimizar los residuos generados. Para ello se adoptarán las siguientes medidas:

1. Se pactará con todos los proveedores la devolución del exente de materiales sin utilizar en caso de que esto sea posible.
2. El suministro de los productos en obra ha de ser con el menos embalaje posible o siendo este reutilizable, siendo recogido por el proveedor.
3. Se tratará de solicitar la menor cantidad necesaria de materiales, evitando el despilfarro y también la acumulación de estos en la obra.

4. En caso de adoptar nuevas medidas durante el transcurso del proyecto, estas deben ser comunicadas al Ingeniero Director de Obra para su aprobación.

5. INSTALACIONES DE TRATAMIENTO

La obra contará con una zona de contenedores, donde se depositará, los diferentes residuos, esta zona estará en un lugar accesible y cercano a la salida, con espacio suficiente para la maniobrabilidad de vehículos. Al ser una obra pequeña no se necesitará un plano específico para este apartado.

Será necesario contar los siguientes contenedor para almacenar los residuos de la obra hasta su tratamiento:

- Contenedor para plástico.
- Contenedor para maderas.
- Contenedor para metales.
- Contenedor para cables.
- Contenedor para residuos sucios.

Será obligatoria la separación de los diferentes residuos y su evacuación de la obra según se vayan rellenando estos contenedores.

6. PRESUPUESTO

Debido a las dimensiones y las condiciones de la obra no será necesario contratar una empresa gestora de residuos.

Con el fin de garantizar la correcta gestión de los residuos de construcción y demolición generados en las obras, las Administraciones Locales obligan a realizar un depósito de una fianza u otra garantía financiera equivalente, que responda de la correcta gestión de los residuos de construcción y demolición que se produzcan en la obra. En la siguiente tabla se desglosan los gastos derivados de la Gestión de Residuos.

CONCEPTO	PRECIO UNITARIO	TASA	PRECIO
Servicio de entrega y recogida de Contenedores para áridos, hormigón, Plástico, madera, cartón y cables, Colocados a pie de obra.	120,00 €/t	2%	122,4€/t
Fianza de los contenedores			50€
1 CONTENEDOR			600,8€

Tabla 15: Presupuesto del tratamiento de residuos.

Los residuos se recogerán en obra en contenedores de 5 m³ (4,5 t) y se contará al final de la obra el gasto derivado de una necesidad mayor de procesado de residuos.

7. CONCLUSIÓN Y FIRMA

El artículo GESTIÓN DE RESIDUOS queda finalizado y redactado de acuerdo con las normativa vigente y de desarrollo del Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.

El diseño proyectado cumple toda la normativa, tanto local como autonómica y estatal, que le es de aplicación.

En Béjar a junio de 2022

Firma.



VI. PLIEGO DE CONDICIONES

1. CONDICIONES GENERALES

1.1. OBRAS OBJETO DEL PRESENTE PROYECTO

Se consideran sujetas a las condiciones de este Pliego de Condiciones, todas las obras cuyas características, planos y presupuestos, se adjuntan en las partes correspondientes, del presente proyecto, así como todas las obras necesarias para dejar completamente terminados los edificios e instalaciones con arreglo a los planos y documentos adjuntos.

Se entiende por obras accesorias aquellas que, por su naturaleza, no pueden ser previstas en todos sus detalles, sino a medida que avanza la ejecución de los trabajos.

Las obras accesorias se construirán según se vaya conociendo su necesidad. Cuando su importancia lo exija se construirán en base a los proyectos adicionales que se redacten. En los casos de menor importancia se llevarán a cabo conforme a la propuesta que formule el Ingeniero Director de Obra.

1.2. OBRAS ACCESORIAS NO ESPECIFICADAS EN EL PLIEGO

Si en el transcurso de los trabajos se hiciese necesario ejecutar cualquier obra o instalación que no se encuentren descritas en este PLIEGO DE CONDICIONES, el adjudicatario estará obligado a realizarlas con estricta sujeción a las ordenes que reciba del Ingeniero Director de Obra.

El Ingeniero Director de Obra tendrá plenas atribuciones para sancionar la idoneidad de los sistemas empleados, los cuales estará expuestos para su aprobación, de forma que las obras o instalaciones resulten defectuosas total o parcialmente, deberán ser demolidas o desmontadas sin que esto de derecho a ningún tipo de reclamación.

1.3. DIRECTOR DE OBRA

La Propiedad nombrará a un Ingeniero Industrial, en quien recaerán las labores de la dirección, control y vigilancia de las obras del presente proyecto. El Contratista proporcionará toda clase de facilidades para que el Ingeniero Director de obra, pueda llevar a cabo su trabajo con la máxima eficacia.

1.4. DOCUMENTOS QUE DEFINEN LA OBRA

Los documentos que definen la obra y que la Propiedad entregue al Contratista tendrán carácter meramente informativo.

Son documentos contractuales los planos, pliego de condiciones, cuadros de precios, presupuesto parcial y total, que se incluyen en este proyecto.

Los datos incluidos en la memoria anejos, así como la justificación de precios tienen meramente carácter informativo.

Cualquier cambio en el planteamiento de la obra que implique un cambio sustancial respecto de lo proyectado deberá ponerse en conocimiento de la Dirección Técnica para que lo apruebe y, si procede, redacte la oportuna modificación en el proyecto.

En caso de contradicción entre los planos y el Pliego de Condiciones, prevalecerá lo prescrito en este último documento. Lo mencionado en los planos y omitido en el Pliego de Condiciones o viceversa, habrá de ser ejecutado como si estuviera expuesto en ambos documentos.

1.5. CALIDAD DE LOS MATERIALES Y CERTIFICADOS

Todos los materiales a emplear en la presente obra serán de primera calidad y reunirán las condiciones exigidas vigentes referentes a materiales y prototipos de construcción. Además de cumplir con la normativa actual y contar con el marcado CE.

1.6. CONTROL Y LIBRO DE ÓRDENES DE LA OBRA

Las obras se ejecutarán siguiendo estrictamente lo dispuesto en este proyecto y a las modificaciones necesarias si estas se llevan a cabo.

El Contratista deberá emplear los materiales y mano de obra que cumplan dichas exigencias y por ello hasta que tenga lugar la recepción definitiva de obra este será el único responsable de los trabajos y el control de estos.

En la casilla y oficina de la obra, tendrá el Contratista el Libro de Ordenes, en el que se anotarán las que el Ingeniero Director de Obra precise dar en el transcurso de la obra. El cumplimiento de las ordenes expresadas en dicho libro es tan obligatorio por el contrato como a la que figuran en el pliego de condiciones.

El comienzo y los plazos de ejecución de la obra deberán ajustarse a lo previsto en el proyecto de la obra, cumpliéndose con un plazo de 7 días de variación todos y cada uno de los plazos descritos. En caso de cualquier incumplimiento o imprevisto deberá ser notificado por escrito al Ingeniero Director de Obra, para tomar las medidas y modificaciones pertinentes.

1.7. CONDICIONES ECONÓMICAS

Las condiciones económicas fijan el marco de relaciones económicas para el abono y recepción de la obra. Tienen un carácter subsidiario respecto al contrato de obra, establecido entre las partes que intervienen, Promotor y Contratista, que es en definitiva el que tiene validez.

Como base fundamental se establece el principio de que el Contratista debe percibir el importe de todos los trabajos ejecutados, siempre que estos se hayan realizado con arreglo y sujeción al proyecto y condiciones generales y particulares que rijan la construcción de la obra contratada que este proyecto describe.

Se podrán exigir tanto garantías de pago como fianzas para asegurar que el Contratista responda al cumplimiento del contrato.

Los pagos han de efectuarse en los plazos previamente establecidos y su importe será el descrito en las certificaciones de obra expedidas por el Ingeniero Director, en caso de falta de estos pagos se podrá paralizar la obra.

Tanto el presupuesto como los documentos vinculantes a este se habrá realizado con un estudio pormenorizado de las necesidades de este proyecto y por tanto no habrá posibilidad de errores o equivocaciones en este que aumente el presupuesto de la obra, en caso de que el número de unidades fuese inferior al presupuestado se descontará del presupuesto.

En caso de la aparición de un precio contradictorio al alza o la necesidad de fijar un nuevo precio por cambios en el mercado, se deberá realizar un informe de este, notificando al Contratista, Promotor y Propiedad, adjuntando siempre la explicación pertinente a esta necesidad, y se necesitará la unanimidad de estos para poder modificar el presupuesto al alza.

1.8. CONDICIONES LEGALES

Para cuantas cuestiones, litigios o diferencias pudieran seguir durante o después de los trabajos, las partes se someterán a juicio de amigables componedores nombrados en número igual por ellas y presidido por el Ingeniero Director de Obra y en último término a los Tribunales de justicia del lugar que radique la Propiedad.

El Contratista es responsable de la ejecución de las obras en las condiciones establecidas en el contrato y en los documentos que componen el proyecto, la memoria no tendrá consideración de documento. El Contratista se obliga a lo establecido en la ley de contratos de trabajo además a lo dispuesto por la de accidentes de trabajo subsidio familiar y seguros sociales.

Será de cuenta del Contratista el vallado del solar cuidado de la conservación de sus líneas de linde y vigilancia que, por los poseedores de las fincas contiguas, si las hubiese, no se realicen durante las obras actos que mermen o modifiquen la propiedad.

El Contratista será responsable de todos los accidentes que por inexperiencia o descuido ocurran en el proceso de esta obra. Por tanto, este estará obligado a adoptar todas las medidas de seguridad que sean necesarias para evitar, en lo posible, todo tipo de accidentes en todos los lugares peligrosos de la obra.

Toda observación referente a cualquier cuestión jurídica será puesta inmediatamente en conocimiento del Ingeniero Director de Obra.

2. CONDICIONES PARTICULARES

2.1. RECEPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

Para proceder a la recepción provisional de las obras será necesaria la asistencia del propietario, del Ingeniero Director de la Obra y del Contratista o su representante debidamente autorizado.

Si las obras se encuentran en buen estado y han sido ejecutadas con arreglo a las condiciones establecidas, se darán por percibidas provisionalmente comenzando a correr en dicha fecha el plazo de garantía, que se considera de tres meses.

Cuando las obras no se hallen en estado de recibidas, se hará constar en el acta y se especificarán en la misma las precisas y detalladas instrucciones que el Ingeniero Director de la Obra debe señalar al contratista para remediar los defectos observados, fijándose un plazo para subsanarlos, expirado el cual, se efectuará un nuevo reconocimiento en idénticas condiciones, a fin de proceder la recepción provisional de la obra.

Después de realizar un escrupuloso reconocimiento y si la obra estuviese conforme con las condiciones de este pliego, se levantará un acta por duplicado, a la que

acompañará los documentos justificantes de la liquidación final. Una de las actas quedará en poder de la propiedad y la otra se entregará al contratista.

Desde la fecha en que la recepción provisional quede hecha, comienza a contarse el plazo de garantía que servirán un año. Durante este período, el Contratista se hará cargo de todas aquellas reparaciones de desperfectos a defectos y vicios ocultos.

Terminado del plazo de garantía, se verificará la recepción definitiva con las mismas condiciones que la provisional, y si las obras están bien conservadas y en perfectas condiciones, el contratista quedará relevado de toda responsabilidad económica; en caso contrario se retrasará la recepción definitiva hasta que, a juicio del Ingeniero Director de la Obra, y dentro del plazo que se marque, queden las obras del modo y forma que se determinan en este pliego.

Si el nuevo reconocimiento resultase que el Contratista no hubiese cumplido, se declarará rescindida la contrata con pérdida de la fianza, a no ser que la propiedad crea conveniente conceder un nuevo plazo.

2.2. CONDICIONES APLICABLES A LOS MATERIALES Y MODOS DE EJECUCIÓN DE LA OBRA CIVIL

2.2.1. REPLANTEO DE OBRA

Antes de dar comienzo a la obra, el Ingeniero Director de Obra ayudado del personal necesario, procederá al replanteo general de la obra. Una vez finalizado el mismo se levantará el acta de comprobación del replanteo, siendo verificado por el Contratista.

Los replanteos de detalle se llevarán a cabo de acuerdo con las instrucciones y órdenes del Ingeniero Director de Obra, quien realizará las comprobaciones necesarias en presencia del Contratista.

El Contratista se hará cargo de las estacas, señales y referencias que se dejen en el terreno como consecuencia del replanteo.

No se admitirán errores mayores de 1/500 de las dimensiones genéricas, y se respetarán los márgenes de error indicados en las condiciones generales de ejecución de resto de las unidades de obra, siendo el Contratista el total responsable de la actuación de replanteo y los documentos que de esta deriven.

2.2.2. MOVIMIENTOS DE TIERRA, EXPLANACIONES, VACIADOS Y POZOS

Se refiere en el presente artículo a los desmontes y terraplenes para dar al terreno la rasante de explanación, la excavación a cielo abierto realizada con medios manuales y/o mecánicos y las excavaciones de zanjas y pozos para llevar a cabo el proyecto en sus distintas fases de la obra.

Se adoptarán las condiciones relativas a materiales, control, valoración, mantenimiento y seguridad dispuestas en la siguiente normativa, en general:

- CTE: DB-SE-C Seguridad estructural. Cimentaciones.

En particular lo dispuesto en:

- Punto 7 Acondicionamiento del terreno.
- Punto 8 Mejora o refuerzo del terreno.
- Anejo C.1 Calicatas.

Se adoptarán las siguientes medidas:

- Se realizará un perímetro señalizado de la zona para delimitar el área de trabajo.
- Se mantendrán intactas las instalaciones ajenas a la obra, tratando de no dañar estas durante el trabajo, manteniendo las distancias de seguridad en función de la instalación a la que se aproximen.
- Se mantendrá alejado todo el personal de los medios mecánicos automóbiles mientras estos estén realizando trabajos.
- El margen respecto a otras construcciones será de 1 m, realizándolas a mano si es necesario una mayor aproximación.

-
- Se realizarán entibados siempre que la altura de la pared supere 1,50 m y sea necesario el acceso de personas a la zanja. Se realizará con madera seca de 300 kg/cm² a compresión.

2.2.3. CIMENTACIÓN

Las secciones y cotas de profundidad serán las que el Ingeniero Director de Obra señale, con independencia de lo que marque el proyecto, este tiene un carácter informativo. No se rellenarán los cimientos hasta que lo ordene el Ingeniero Director de Obra.

El Ingeniero Director de Obra tienen la facultad de introducir las cimentaciones especiales o modificaciones que crea necesario en función de las condiciones particulares que se presenten en el momento.

Se adoptarán las condiciones relativas a materiales, control, valoración, mantenimiento y seguridad dispuestas en la siguiente normativa, en general:

- CTE: DB-SE-C Seguridad estructural. Cimentaciones.
- Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.

Se adoptarán las siguientes medidas:

- Se proporcionará una capa de hormigón de limpieza en todo la superficie de apoyo preparando esta para el vertido del hormigón, cuyo espesor será uniforme e igual a la definida en los planos.

2.2.4. ENCOFRADO

Se refiere en el presente artículo a los procesos previos a la colocación de las armaduras: cimbras y apuntalamiento, encofrados y moldes, productos desencofrantes; y a los procesos posteriores al hormigonado: desencofrado y desmoldeo, descimbrado y desapuntalado; para llevar a cabo el proyecto en sus distintas fases de la obra.

Se adoptarán las condiciones relativas a materiales, control, valoración, mantenimiento y seguridad dispuestas en la siguiente normativa, en general:

- Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.

En particular lo dispuesto en:

- Artículo 48. Procesos posteriores al hormigonado. (48.2, 48.3, 48.4)
- Artículo 53. Procesos posteriores al hormigonado. (53.1 y 53.2)

Se adoptarán las siguientes medidas:

- Los moldes y encofrados estarán limpios en el momento de su colocación.
- Los moldes y encofrados serán lo suficientemente estancos para evitar pérdidas del hormigón o el agua que este contiene.
- Se recomienda utilizar barnices antiadherentes para facilitar el desencofrado, en este caso dichos productos no deben dejar ningún resto en la estructura de hormigón.

2.2.5. ARMADURA

El presente artículo regula los aspectos relacionados con la ejecución de armaduras, su elaboración armado y montaje, tanto de armaduras activas como pasivas.

En este caso solo se emplearán armaduras pasivas por lo que se aplicará en especial lo dispuesto en esos apartados de la normativa.

Se adoptarán las condiciones relativas a materiales, control, valoración, mantenimiento y seguridad dispuestas en la siguiente normativa, en general:

- Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.

En particular lo dispuesto en:

- Artículo 49. Procesos de elaboración, armado y montaje de las armaduras pasivas.

Se adoptarán las siguientes medidas:

- El doblado de las armaduras se realizará en frío y a velocidad moderada, ajustándose a lo descrito en los planos.

- Las armaduras estarán limpias (libres de óxidos o cualquier sustancia que impida la buena adherencia con el hormigón) a la hora de colocarlas.
- Se dispondrán separadores garantizando el recubrimiento necesario en cada caso.
- Los cercos o estribos se sujetarán a las barras mediante un atado simple.

2.2.6. HORMIGONADO

Contempla el presente artículo las condiciones relativas a los materiales y equipos de origen industrial relacionados con la ejecución de las obras de hormigón en masa o armado o pretensado fabricados en obra o prefabricados, así como las condiciones generales de fabricación, transporte, puesta en obra, curado, valoración y mantenimiento.

Se adoptarán las condiciones relativas a materiales, control, valoración, mantenimiento y seguridad dispuestas en la siguiente normativa, en general:

- Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.

En particular lo dispuesto en:

- Artículo 51. Fabricación y suministro del hormigón.
- Artículo 52. Puesta en obra y curado del hormigón y de los productos de protección, reparación y refuerzo.

Se adoptarán las siguientes medidas:

- El transporte desde la hormigonera se realizará tan rápidamente como sea posible, empleando métodos que impidan toda segregación, exudación, evaporación de agua o infusión de cuerpos extraños en la masa.
- La descarga del hormigón en la obra se realice lo más cerca posible del lugar de su ubicación definitiva, para reducir al mínimo las posteriores manipulaciones.
- La compactación del hormigón se ejecutará en general mediante vibración, empleándose vibradores cuya frecuencia no sea inferior a seis mil (6000) ciclos por minuto.

-
- Quedará suspendido el vertido de hormigón con tiempo inferior a 0 °C y superior a 40 °C, además de si hay previsiones de lluvia excesiva o que impida la posibilidad de aislar con lonas la zona a hormigonar.

2.3. CONDICIONES APLICABLES A LOS MATERIALES Y MODOS DE EJECUCIÓN PARA EL MONTAJE MECÁNICO

2.3.1. PERFILES DE ACERO Y CERRAJERÍA

El presente artículo regula los aspectos relacionados con la ejecución de perfiles laminados de acero, piezas necesarias para el montaje de la estructura metálica y su puesta en obra.

Se adoptarán las condiciones relativas a materiales, control, valoración, mantenimiento y seguridad dispuestas en la siguiente normativa, en general:

- CTE: DB-SE A Seguridad estructural. Acero.
- Eurocódigo 3: Proyecto de estructuras de acero. Parte 1-3: Reglas generales. Reglas adicionales para perfiles y chapas de paredes delgadas conformadas en frío.
- Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.

En particular lo dispuesto en:

- Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.
- Artículo 91. Preparación y fabricación.
- Artículo 92. Transporte y montaje.

Se adoptarán las siguientes medidas:

- Todas las piezas serán las indicadas en este Proyecto, así como sus secciones.
- El constructor de estas piezas efectuará todos los planos con los detalles necesario para su correcto uso en obra, además todas las piezas deberán estar

documentadas en las distintas entregas de obras y contar con el grabado de las cualidades en las mismas piezas.

- La estructura se realizará en taller siempre que sea posible, dejando para la obra los mínimos trabajos de montaje posibles.

2.3.2. UNIONES Y PROTECCIÓN

Este artículo se refiera a los aspectos relacionados con las uniones y protección de los elementos metálicos para completar la estructura metálica.

Se adoptarán las condiciones relativas a materiales, control, valoración, mantenimiento y seguridad dispuestas en la siguiente normativa, en general:

- Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.

En particular lo dispuesto en:

- Artículo 94. Soldadura.
- Artículo 95. Tratamientos de protección.

Se adoptarán las siguientes medidas:

- Todos los materiales deberán estar provistas de una protección en forma de pintura a la salida de fábrica, dejando libre de esta las zonas que serán trabajadas en obra.
- Todos los elementos estarán colocados y firmemente sujetos en la obra para realizar las uniones, en este caso serán uniones soldadas con arco eléctrico manual con electrodos revestidos. Estas soldaduras nunca se realizarán con una temperatura inferior a 0°C ya que ponen en peligro la misma.
- Se tratará de minimizar en lo posible el número de uniones realizadas en obra para dar una mayor garantía del acabado de las mismas.

2.4. CONDICIONES APLICABLES A LOS MATERIALES Y MODOS DE EJECUCIÓN PARA EL MONTAJE ELÉCTRICO Y ELECTRÓNICO

2.4.1. CONDUCTORES

Este artículo se refiere a los aspectos relacionados con los conductores empleados en el Proyecto.

Los conductores a emplear en la acometida serán de cobre electrolítico, con aislamiento de plástico a base de una capa de Polietileno Reticulado, para una tensión de trabajo de 1.000 Voltios.

Se adoptarán las condiciones relativas a materiales, control, valoración, mantenimiento y seguridad dispuestas en la siguiente normativa, en general:

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, REBT.

No se permitirá el empleo de cables de procedencia distinta en el mismo circuito.

2.4.2. CANALIZACIONES

En el presente artículo se regula la instalación de canalizaciones a utilizar y los materiales de estas en la instalación eléctrica.

Las canalizaciones se dispondrán según lo dispuesto en este Proyecto en el apartado III. Diseño Eléctrico.

Los tubos, canales y bandejas pueden ser fabricados en acero, material plástico u otro tipo de material, siempre y cuando cumplan con la característica de no ser propagadores de la llama.

Se adoptarán las condiciones relativas a materiales, control, valoración, mantenimiento y seguridad dispuestas en la siguiente normativa, en general:

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, REBT.

En particular lo dispuesto en:

-
- ITC-BT-21. Instalaciones interiores o receptoras. Tubos y canales protectoras.

No se permitirán conductores al aire, aunque sea en tramos mínimos. No se colocarán conductores directamente sobre paredes.

2.4.3. EQUIPOS ELÉCTRICOS

Contempla el presente artículo las condiciones relativas a los equipos eléctricos, como pueden ser motores o luminarias que se emplearán en el Proyecto.

Estos equipos se han de ubicar en áreas no peligrosas y como mínimo a una altura de 1 m del suelo. Comprobando en todo momento que las características del producto sean las correctas e instalándolo siguiendo las indicaciones del Fabricante.

Todos los equipos eléctricos vienen indicados en la Memoria y se deberán situar tal y como se describe en los planos eléctricos, poniendo especial cuidado en el grado de protección IP de cada equipo, ya que irá en función de la zona en la que se ubiquen.

Las luminarias de emergencia deberán ser autónomas y con una batería que garantice, al menos 1h de funcionamiento.

2.4.4. ARMARIOS Y CUADROS ELÉCTRICOS

Este artículo se refiera a los aspectos relacionados con los armarios y cuadros contenedores de equipos de protección y equipos automáticos, cajas generales de protección y armarios de contadores que se emplearán en la instalación eléctrica de este Proyecto.

Se adoptarán las condiciones relativas a materiales, control, valoración, mantenimiento y seguridad dispuestas en la siguiente normativa, en general:

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, REBT.

En particular lo dispuesto en:

- ITC-BT-13 Instalaciones de enlace. Cajas generales de protección.

2.4.5. PROTECCIONES

El presente artículo regula los aspectos relacionados con los interruptores generales automáticos y los interruptores diferenciales empleados para la protección de los equipos y circuitos eléctricos.

Se adoptarán las condiciones relativas a materiales, control, valoración, mantenimiento y seguridad dispuestas en la siguiente normativa, en general:

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, REBT.

En particular lo dispuesto en:

- ITC-BT-17. Instalaciones de enlace. dispositivos generales e individuales de mando y protección. interruptor de control de potencia.
- ITC-BT-22. Instalaciones interiores o receptoras. Protección contra sobretensiones.
- ITC-BT-23. Instalaciones interiores o receptoras. Protección contra sobretensiones.
- ITC-BT-24. Instalaciones interiores o receptoras. Protección contra los contactos directos e indirectos.

2.4.6. PUESTA A TIERRA

Se refiere en el presente artículo a la instalación de puesta a tierra del Proyecto, en la que se incluyen picas, mallas conductores de puesta a tierra y sus uniones y los tubos y protecciones de los mismos.

Se adoptarán las condiciones relativas a materiales, control, valoración, mantenimiento y seguridad dispuestas en la siguiente normativa, en general:

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, REBT.

En particular lo dispuesto en:

- ITC-BT-18. Instalaciones de puesta a tierra.

2.4.7. CONDICIONES APLICABLES AL SISTEMA DE CONTROL

El presente artículo se refiere a la instalación automática de la planta, sus equipos, su conexión y su programación.

La instalación automática está basada en un circuito lógico cableado, compuesto principalmente por relés, contactores, contactos auxiliares, pulsadores e interruptores, o de lógica programada, que implica la utilización de autómatas tipo PLC.

- Cada cable, borna de aparato o de regleta de bornas y cada aparato instalado llevarán una identificación única diferenciada por circuitos.
- Los códigos empleados en la identificación seguirán cualquier estándar internacional aceptado, si es posible se empleará la simbología y referenciado de esquemas que se especifican en la IEC 1082-1.
- Toda la instalación estará representada en esquemas multifilares, donde constarán, además de las conexiones necesarias, las etiquetas, códigos o nombres de los componentes físicos que se vayan a instalar, bornas, cables y accesorios incluidos.
- La versión final de los esquemas desarrollados que el Contratista tiene obligación de dejar a buen recaudo en la obra, se corresponderá, sin errores, con la instalación ejecutada, y podrán ser interpretados para su verificación por cualquier entendido en la materia.
- El Contratista está obligado a dejar documentada la programación efectuada en los sistemas que implemente. Se emplearán diagramas de flujo para indicar el funcionamiento del sistema, representación de estados, acciones, etc.
- El Contratista no secuestrará de ninguna manera el acceso a la programación, en caso de que sea necesaria la utilización de autenticación para el acceso, dejará a la Propiedad todas las claves necesarias para que cualquier otro técnico competente, designado por ella, pueda acceder al total de la programación.

3. PRUEBAS PARA LA PUESTA EN FUNCIONAMIENTO

3.1. PRUEBAS DE CARGA ESTÁTICAS

3.1.1. DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO

1. Partiendo de la obra completa y rematada, se esperarán al menos 28 días de curado del hormigón.
2. Se señalarán, con un mínimo de 6, los puntos de control necesarios para tomar la medidas. Estos puntos serán situados a juicio del Ingeniero Director de Obra, para evaluar la deformación que sufra la estructura, estos puntos serán aquellos donde se prevea mayor flecha.
3. Se procederá a medir la situación de estos puntos con una resolución y un error de ± 1 mm. Se tomará nota del orden en que se realizan las medidas.
4. Se realizará un incremento progresivo de la carga, hasta llegar al máximo de la capacidad nominal calculada para la estructura diseñada en este proyecto.
5. Para realizarlo se procederá con volúmenes de agua acopiados en los depósitos debidamente acondicionados para ello, a razón de 1000 kg/m³.
6. Se volverá a medir en el mismo orden y con el mismo equipo de medida la nueva posición de los puntos de control.
7. Se descargará la estructura y se volverá a medir en el mismo orden y con el mismo equipo de medida la nueva posición de los puntos de control.

3.1.2. CRITERIOS DE MEDICIÓN Y ACEPTACIÓN DE RESULTADOS

- El proceso se deberá realizar tres veces, considerándose la media aritmética de las tres medidas, ninguna de ellas debe desviarse más de un 1,5 de la desviación típica de los errores de todos los ensayos, en caso de que esto suceda esta medida sería eliminada del promedio.

- Se realizarán los tres ensayos extremando las precauciones en cada ocasión. Tras cada ensayo, el Ingeniero Director de Obra decidirá si la estructura se comporta correctamente y si se puede proceder a un siguiente ensayo.
- Tras el segundo intento se procederá a calcular las deformaciones de la estructura, como la diferencia entre las medidas de control y la media de las posiciones con la estructura cargada. En caso de deformaciones exageradas se procederá a un tercer ensayo.
- Si la flecha no supera los límites señalados en el Proyecto y si las deformaciones permanentes no suponen un impedimento para el buen funcionamiento de la estructura, el Ingeniero Director de Obra dará por buenos los resultados y la calificación del ensayo será favorable.

3.2. PRUEBAS ELÉCTRICAS

3.2.1. TARADO Y VERIFICACIÓN DE PROTECCIONES ELÉCTRICAS

Para certificar la conformidad de la instalación con lo descrito en este Proyecto se deben realizar una serie de pruebas para verificar que los valores se encuentran en los parámetros descritos.

1. Se realizarán medidas de la resistencia de aislamiento del conjunto del cableado, en las condiciones y con los contenidos exigidos en *ITC-BT-19. Instalaciones interiores o receptoras. Prescripciones generales*, con los receptores desconectados, a tensiones continuas de 500 V y 1.000 V según proceda, tanto entre conductores de fase, como entre fase y neutro y entre cualquiera de estos y tierra. Durante las pruebas entre fase y tierra las fases no ensayadas se conectarán a tierra.
2. Se verificará que el calibre de las protecciones eléctricas corresponde con el establecido en este Proyecto y que ninguna protección de sobrecarga es de calibre superior



al de la intensidad máxima admisible en las condiciones reales de instalación según *ITC-BT-19. Instalaciones interiores o receptoras. Prescripciones generales.*

3. Se medirá la impedancia del bucle de defecto fase tierra en al menos 5 puntos distintos de la instalación, que se consideren suficientemente representativos de toda ella. Ninguna medida podrá arrojar un valor superior a 20 Ω .

Si es de aplicación se requerirá de un Organismo de Control Acreditado, para certificar que la instalación es segura y cumple con los requisitos reglamentarios según esta dispuesto en la *ITC-BT-5. Verificaciones e inspecciones.*

3.3. PRUEBAS DE CONTROL

3.3.1. SEÑALES A VERIFICAR

Es necesario verificar todas las señales de control del conjunto de automatismos que se han diseñado en este Proyecto, comprobando que todas las señales son limpias y claras, y que no hay interferencias entre ellas o externas que distorsionen la señal.

En este Proyecto se encuentra la lista de señales, los emisores, receptores y buses de señal que serán los que se deben comprobar.

3.3.2. ENCLAVAMIENTOS / SECUENCIAS A VERIFICAR

Posteriormente a la verificación de señales se debe proceder a verificar el funcionamiento de la programación.

En este Proyecto se encuentran diseñados los diafragmas de flujo de las diferentes secuencias de funcionamiento. Estos diagramas se deben respetar.

Nunca se pueden generar secuencias que sean inseguras o pongan en peligro a las personas o instalaciones. Si esto ocurre el Ingeniero Director de Obra deberá decidir como corregir esta secuencia errónea, lo que puede llegar a cambiar un automatismo por un funcionamiento manual.

4. CONCLUSIÓN Y FIRMA

La instalación se considerará terminada cuando alcance todas las prestaciones especificadas en este Proyecto y todas aquellas especificaciones de sentido común y buen funcionamiento de las instalaciones.

La instalación ha de cumplir los objetivos para los que fue diseñada, por lo que el Ingeniero Director de Obra, asistirá a la Propiedad en todas las actividades de verificación que sean necesarias.

Finalmente, el Contratista debe entregar la documentación de final de obra, que certifique su buen funcionamiento. Además de asistir a los Organismos de Control Acreditados y al Ingeniero Director de Obra en todas las inspecciones pertinentes para certificar el correcto funcionamiento y el cumplimiento legal de la instalación.

En Béjar a junio de 2022

Firma.



VII. SEGURIDAD Y SALUD: ESTUDIO BÁSICO

1. CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA

El Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre en el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en obras de construcción, establece en el apartado 2 del Artículo 4 que en los proyectos de obra no incluidos en los supuestos previstos en el apartado 1 del mismo, el promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un Estudio Básico de Seguridad y Salud, siendo los supuestos, los siguientes:

- El Presupuesto de Ejecución por Contrata es inferior a 450 000 €.
- La duración estimada de la obra no es superior a 30 días o no se emplearán en ningún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente. El volumen de mano de obra estimada es inferior a 500 trabajadores-día.
- No es una obra de túneles, galerías, conducciones subterráneas o presas.

Como no se da ninguno de estos supuestos en el presente proyecto, se redacta el siguiente ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.

1.1. UNIDADES QUE COMPONENTEN LA OBRA

La obra estará realizada por cuadrillas de un máximo de 8 obreros, pudiendo coexistir dos cuadrillas completas en un mismo momento, nunca más (no pueden exceder de 20 trabajadores en obra simultáneamente), para tareas en las que se requiera ayuda en alguna labor, apoyando una cuadrilla a otra como puede ser en el momento de tendido de tubos o colocación de motores. Estas actuaciones quedan consideradas a la hora de diseñar la prevención.

Las principales unidades que componen la obra son las siguientes:

1. Replanteo de las instalaciones
2. Obra civil
3. Estructuras mecánicas
4. Instalación eléctrica
5. Instalación automática y de control.
6. Pruebas y ensayos.

2. PELIGROS DETECTADOS Y RIESGOS ASUMIDOS

2.1. PELIGROS GENERALES

- Caídas de operarios al mismo nivel.
- Caídas de operarios a distinto nivel.
- Caída de operarios al vacío.
- Caídas de objetos sobre operarios.
- Choques o golpes contra objetos.
- Atrapamientos y aplastamientos.
- Lesiones y/o cortes en manos y/o pies.
- Sobreesfuerzos.
- Ruido, contaminación acústica.
- Cuerpos extraños en los ojos.
- Afecciones en la piel.
- Contactos eléctricos directos.
- Contactos eléctricos indirectos.
- Ambientes pobres en oxígeno.
- Inhalación de vapores y gases.
- Trabajos en zonas húmedas o mojadas.

- Explosiones e incendios.
- Radiaciones y derivados de soldadura.
- Quemaduras.

2.2. PELIGRO DE DAÑOS A TERCEROS

Se evitará en lo posible la visita de terceros ajenos a la obra. Si se ha de producir una visita, se tomarán en todo momento las medidas de seguridad para garantizar la seguridad de la misma.

Se realizará señalización de entrada y salida de vehículos para alertar a terceros de la posible actuación de vehículos de obra en vías de acceso público, así como el uso de vallado correspondiente para evitar el acercamiento de terceros a la obra.

2.3. CARÁCTER DE LOS PELIGROS Y RIESGOS ASUMIDOS

Todos los riesgos mencionados anteriormente deben considerarse como EVITABLES y, por tanto, en todo momento se debe trabajar en evitar y eliminar estos riesgos. Por ello es preciso y obligatorio seguir las medidas de prevención que se detallan en los siguientes apartados.

3. MEDIDAS DE PREVENCIÓN PARA AMINORAR RIESGOS

3.1. MEDIDAS GENERALES DE PREVENCIÓN

1. Empleo de barandillas, redes de seguridad y arneses y anclajes homologados.
2. Empleo de andamios homologados.
3. Uso de equipos de protección individual.
4. Empleo de escaleras homologadas.
5. Empleo de tableros o planchas en huecos horizontales.

6. Señalización del tipo de trabajo.
7. Carcasas y resguardos de protección en partes móviles de máquinas.
8. Mantenimiento adecuado de la maquinaria.
9. Evacuación de escombros.
10. Iluminación suficiente.
11. Limpieza de las zonas de tránsito y trabajo.
12. Empleo de herramientas homologadas y con las protecciones o aislamientos requeridos para su uso.

3.2. TRABAJOS CON MAQUINARIA PESADA Y EXCAVACIONES

1. Habilitar caminos de circulación de maquinarias y de personas.
2. Evacuación de escombros
3. Carcasas y resguardos de protección en partes móviles de máquinas.
4. Mantenimiento adecuado de la maquinaria.
5. Distancia de seguridad con líneas eléctricas.
6. Iluminación suficiente.
7. Achique de aguas.
8. Barandillas en bordes de excavación
9. Entibaciones, apuntalamientos.
10. Achique de aguas.
11. Vigilancia con edificios colindantes.
12. Avisadores ópticos y acústicos de maquinaria.
13. No permanecer en el radio de acción de la maquinaria.
14. Limpieza de cornisas bordes de excavación.

3.3. TRABAJOS CON RIESGOS ELÉCTRICOS

1. Corte de todas las fuentes de tensión.
2. Evitar cualquier realimentación.
3. Verificar ausencia de tensión.
4. Poner a tierra y en cortocircuito las partes de las instalaciones donde se vaya a trabajar.
5. Emplear los sistemas de señalización de la zona de trabajo.
6. Emplear las herramientas adecuadas, con aislamiento para trabajos eléctricos.
7. No realizar trabajos eléctricos sin recibir la autorización del Ingeniero Director de Obra.
8. Avisar previamente que se van a realizar trabajos eléctricos en la obra.
9. Los cuadros eléctricos deben permanecer cerrados y señalizados y serán accesibles únicamente por personal autorizado.
10. Realizar una predicción de los mantenimientos de la instalación.

4. EQUIPOS DE PROTECCIÓN

4.1. PROTECCIÓN PERSONAL

Resulta obligatorio el uso de los siguientes equipos de protección personal, aplicando los necesarios en cada tipo de trabajo, siendo motivo de incumplimiento de este ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD el no usarlos y por consiguiente la aplicación de la sanción correspondiente:

1. Casco de seguridad .
2. Botas o calzado de seguridad, si es necesario impermeables.
3. Botas aislantes de la electricidad.
4. Guantes de trabajo.

5. Guantes aislantes.
6. Ropa de trabajo.
7. Gafas de seguridad.
8. Protectores auditivos.
9. Cinturón de seguridad.
10. Faja de sujeción a cintura.
11. Traje de agua impermeable.
12. Pantallas de soldadura.
13. Alfombra aislante.
14. Letreros de trabajo eléctrico.
15. Comprobadores de tensión
16. Herramientas aislantes.

Si en algún caso es necesario cualquier otro equipo de protección personal será el Coordinador de Seguridad y Salud en obra el que indique cuando y como se debe usar.

4.2. PROTECCIÓN COLECTIVA

De cara a la protección colectiva se aplicarán las siguientes medidas de obligado cumplimiento:

1. Orden y limpieza en la zona de trabajo.
2. Correcta iluminación en interiores y momentos de baja visibilidad.
3. Mantenimiento de las herramientas y utensilios empleados en obra en correcto estado de mantenimiento.
4. Señalizar y respetar las zonas de trabajo de vehículos.
5. Cumplir con la organización de recepción almacenamiento de residuos y recogida de estos.
6. Mantener libres las entradas y salidas de la obra.

En caso de notar algún incumplimiento de estas medidas se avisará al Coordinador de Seguridad y Salud en obra para tomar las medidas necesarias y prevenir los riesgos que puedan estar apareciendo.

5. FORMACIÓN

Será de obligado cumplimiento que todo el personal, antes de ingresar en la obra, reciba una exposición de los métodos de trabajo, riesgos que entraña y medidas de seguridad que se han de emplear en cada caso.

En todas las cuadrillas habrá una figura de socorrista que deberá contar con el certificado de Prevención en Riesgos Laborales (al menos de 50h).

6. MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS

6.1. BOTIQUÍN

En el centro de trabajo se dispondrá al menos de un botiquín con los medios necesarios para efectuar las curas de urgencia en caso de accidente y estará a cargo de él una persona capacitada designada por la empresa constructora.

En el botiquín se encontrará una lista de los diferentes teléfonos de emergencia y los emplazamientos médicos más cercanos.

6.2. RECONOCIMIENTO MÉDICO

Todo el personal que empiece a trabajar en la obra deberá pasar un reconocimiento médico previo al trabajo.

7. COORDINADOR EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD

La designación del Coordinador en la elaboración del proyecto y en la ejecución de la obra podrá recaer en la misma persona. El Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, deberá desarrollar las siguientes funciones:

1. Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y seguridad.
2. Coordinar las actividades de la obra para garantizar que las empresas y personal actuante apliquen de manera coherente y responsable los principios de acción preventiva que se recogen en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales durante la ejecución de la obra, y en particular, en las actividades a que se refiere el Artículo 10 del Real Decreto 1627/1997.
3. Aprobar el Plan de Seguridad y Salud elaborado por el contratista y, en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo.
4. Organizar la coordinación de actividades empresariales previstas en el Artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
5. Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.
6. Adoptar las medidas necesarias para que solo las personas autorizadas puedan acceder a la obra.

La Dirección Facultativa asumirá estas funciones cuando no fuera necesario la designación del Coordinador

8. LIBRO DE INCIDENCIAS

En cada centro de trabajo existirá, con fines de control y seguimiento del Plan de Seguridad y Salud, un Libro de Incidencias que constará de hojas por duplicado y que será

facilitado por el Colegio profesional al que pertenezca el técnico que haya aprobado el Plan de Seguridad y Salud.

Deberá mantenerse siempre en obra y en poder del Coordinador. Tendrán acceso al Libro, la Dirección Facultativa, los contratistas y subcontratistas, los trabajadores autónomos, las personas con responsabilidades en materia de prevención de las empresas intervinientes, los representantes de los trabajadores, y los técnicos especializados de las Administraciones públicas competentes en esta materia, quienes podrán hacer anotaciones en el mismo.

Efectuada una anotación en el Libro de Incidencias, el Coordinador estará obligado a remitir en el plazo de veinticuatro horas una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realiza la obra. Igualmente notificará dichas anotaciones al contratista y a los representantes de los trabajadores.

9. PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

En aplicación del Estudio Básico de Seguridad y Salud, el contratista, antes del inicio de la obra, elaborará un Plan de Seguridad y Salud en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en este Estudio Básico y en función de su propio sistema de ejecución de obra. En dicho Plan se incluirán, en su caso, las propuestas de medidas alternativas de prevención que el contratista proponga con la correspondiente justificación técnica, y que no podrán implicar disminución de los niveles de protección previstos en este Estudio Básico.

El Plan de Seguridad y Salud deberá ser aprobado, antes del inicio de la obra, por el Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra. Este podrá ser modificado por el contratista en función del proceso de ejecución de la misma, de la evolución de los trabajos y de las posibles incidencias o modificaciones que puedan surgir a lo largo de la obra, pero que siempre con la aprobación expresa del Coordinador.

Cuando no fuera necesaria la designación del Coordinador, las funciones que se le atribuyen serán asumidas por la Dirección Facultativa.

Quienes intervengan en la ejecución de la obra, así como las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención en las empresas intervinientes en la misma y los representantes de los trabajadores, podrán presentar por escrito y de manera razonada, las sugerencias y alternativas que estimen oportunas. El Plan estará en la obra a disposición de la Dirección Facultativa.

10. OBLIGACIONES Y DERECHOS

10.1. OBLIGACIONES DEL PROMOTOR

Antes del inicio de los trabajos, el promotor designará un Coordinador en materia de Seguridad y Salud, cuando en la ejecución de las obras intervengan más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos o diversos trabajadores autónomos. La designación del Coordinador en materia de Seguridad y Salud no eximirá al promotor de las responsabilidades.

El promotor deberá efectuar un aviso a la autoridad laboral competente antes del comienzo de las obras, que se redactará con arreglo a lo dispuesto en el Anexo III del Real Decreto 1627/1997 debiendo exponerse en la obra de forma visible y actualizándose si fuera necesario.

10.2. OBLIGACIONES DE CONTRATISTAS Y SUBCONTRATISTAS

El contratista y subcontratistas estarán obligados a:

1. Aplicar los principios de acción preventiva que se recogen en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos laborales y en particular:
 - El mantenimiento de la obra en buen estado de limpieza.

-
- La elección del emplazamiento de los puestos y áreas de trabajo, teniendo en cuenta sus condiciones de acceso y la determinación de las vías o zonas de desplazamiento o circulación.
 - La manipulación de distintos materiales y la utilización de medios auxiliares.
 - El mantenimiento, el control previo a la puesta en servicio y control periódico de las instalaciones y dispositivos necesarios para la ejecución de las obras, con objeto de corregir los defectos que pudieran afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.
 - La delimitación y acondicionamiento de las zonas de almacenamiento y depósito de materiales, en particular si se trata de materias peligrosas.
 - El almacenamiento y evacuación de residuos y escombros.
 - La recogida de materiales peligrosos utilizados.
 - La adaptación del período de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
 - La cooperación entre todos los intervinientes en la obra.
 - Las interacciones o incompatibilidades con cualquier otro trabajo o actividad.
2. Cumplir y hacer cumplir a su personal lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud.
 3. Cumplir la normativa en materia de prevención de riesgos laborales, teniendo en cuenta las obligaciones sobre coordinación de las actividades empresariales previstas en el Artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, así como cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el Anexo IV del Real Decreto 1627/1997.
 4. Informar y proporcionar las instrucciones adecuadas a los trabajadores autónomos sobre todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiera a seguridad y salud.

5. Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

Serán responsables de la ejecución correcta de las medidas preventivas fijadas en el Plan y en lo relativo a las obligaciones que le correspondan directamente o, en su caso, a los trabajos autónomos por ellos contratados. Además, responderán solidariamente de las consecuencias que se deriven del incumplimiento de las medidas previstas en el Plan.

Las responsabilidades del Coordinador, Dirección Facultativa y el Promotor no eximirán de sus responsabilidades a los contratistas y a los subcontratistas.

10.3. OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES

Los trabajadores autónomos están obligados a:

1. Aplicar los principios de la acción preventiva que se recoge en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, y en particular:
 - El mantenimiento de la obra en buen estado de orden y limpieza.
 - El almacenamiento y evacuación de residuos y escombros.
 - La recogida de materiales peligrosos utilizados.
 - La adaptación del período de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
 - La cooperación entre todos los intervinientes en la obra.
 - Las interacciones o incompatibilidades con cualquier otro trabajo o actividad.
2. Cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el Anexo IV del Real Decreto 1627/1997.
3. Ajustar su actuación conforme a los deberes sobre coordinación de las actividades empresariales previstas en el Artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, participando en particular en cualquier medida de su actuación coordinada que se hubiera establecido.

4. Cumplir con las obligaciones establecidas para los trabajadores en el Artículo 29, apartados 1 y 2 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
5. Utilizar equipos de trabajo que se ajusten a lo dispuesto en el Real Decreto 1215/1.997.
6. Elegir y utilizar equipos de protección individual en los términos previstos en el Real Decreto 773/1.997.
7. Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del Coordinador en materia de seguridad y salud.

Los trabajadores autónomos deberán cumplir lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud.

10.4.DERECHOS DE LOS TRABAJADORES

Los contratistas y subcontratistas deberán garantizar que los trabajadores reciban una información adecuada y comprensible de todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a su seguridad y salud en la obra.

Una copia del Plan de Seguridad y Salud y de sus posibles modificaciones, a los efectos de su conocimiento y seguimiento, será facilitada por el contratista a los representantes de los trabajadores en el centro de trabajo.

11. INCUMPLIMIENTO Y PARALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS

Cuando el Coordinador y durante la ejecución de las obras, observase incumplimiento de las medidas de seguridad y salud, advertirá al contratista y dejará constancia de tal incumplimiento en el Libro de Incidencias, quedando facultado para, en circunstancias de riesgo grave e inminente para la seguridad y salud de los trabajadores, disponer la paralización de tajos o, en su caso, de la totalidad de la obra.

Dará cuenta de este hecho a los efectos oportunos, a la Inspección de Trabajo' y Seguridad Social de la provincia en que se realiza la obra. Igualmente notificará al contratista, y en su caso a los subcontratistas y/o autónomos afectados de la paralización y a los representantes de los trabajadores.

12. CONCLUSIÓN Y FIRMA

El artículo ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD queda finalizado y redactado de acuerdo con las normativa vigente y de desarrollo de la Ley 31/1995 de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.

El diseño proyectado cumple toda la normativa que le es de aplicación.

En Béjar a junio de 2022

Firma.



VIII. ANEJO 1: PLANOS

1. GENERALES
2. DISEÑO MECÁNICO
3. DISEÑO ELÉCTRICO
4. AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL

ÍNDICE DE PLANOS

1. GENERALES

- 1.1 UBICACIÓN Y ACCESOS
- 1.2 ORDENACIÓN DEL SOLAR
- 1.3 ALZADOS DEL SOLAR

2. ANEJO MECÁNICO

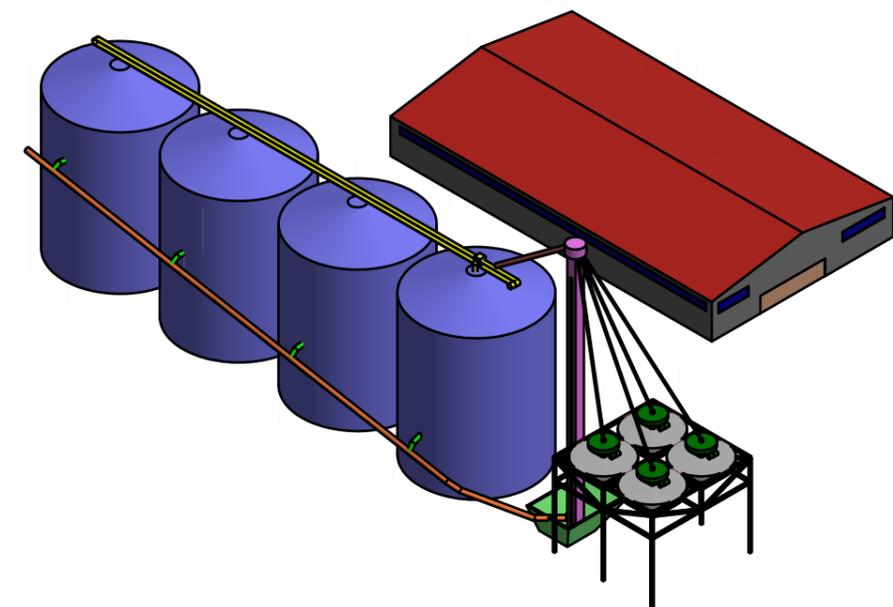
- 2.1 DIMENSIONES GENERALES
- 2.2 CONDUCTOS DE CARGA
- 2.3 FILTRO DE POLVO
- 2.4 TOLVAS DE DESCARGA
- 2.5 ESTRUCTURA PORTANTE
- 2.6 CIMENTACIÓN
- 2.7 ANCLAJES

3. ANEJO ELÉCTRICO

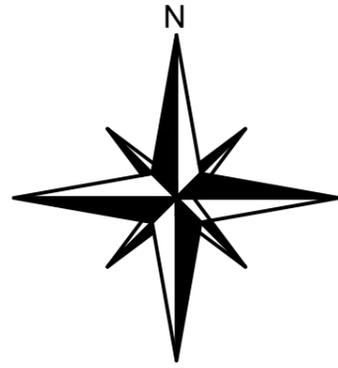
- 3.1 CANALIZACIONES Y RECEPTORES
- 3.2 PUESTA A TIERRA
- 3.3 DIAGRAMA DE BLOQUES
- 3.4 ESQUEMAS UNIFILARES 1
- 3.5 ESQUEMAS UNIFILARES 2
- 3.6 ESQUEMAS UNIFILARES 3

4. ANEJO DE AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL

- 4.1 DIAGRAMA DE LLENADO DE SILOS
- 4.2 DIAGRAMA DE LLENADO DE TOLVAS
- 4.3 DIAGRAMA DE PROCESOS DE PARADA
- 4.4 DIAGRAMA DE TRASIEGO ENTRE SILOS
- 4.5 DIAGRAMA DE VERIFICACIÓN DE FALLOS
- 4.6 DIAGRAMA DE VERIFICACION DE NIVEL DE SILOS 1
- 4.7 DIAGRAMA DE VERIFICACION DE NIVEL DE SILOS 2
- 4.8 DIAGRAMA DE VERIFICACION DE NIVEL TOLVAS
- 4.9 DISTRIBUCIÓN DE SENSORES
- 4.10 LISTADO DE SEÑALES

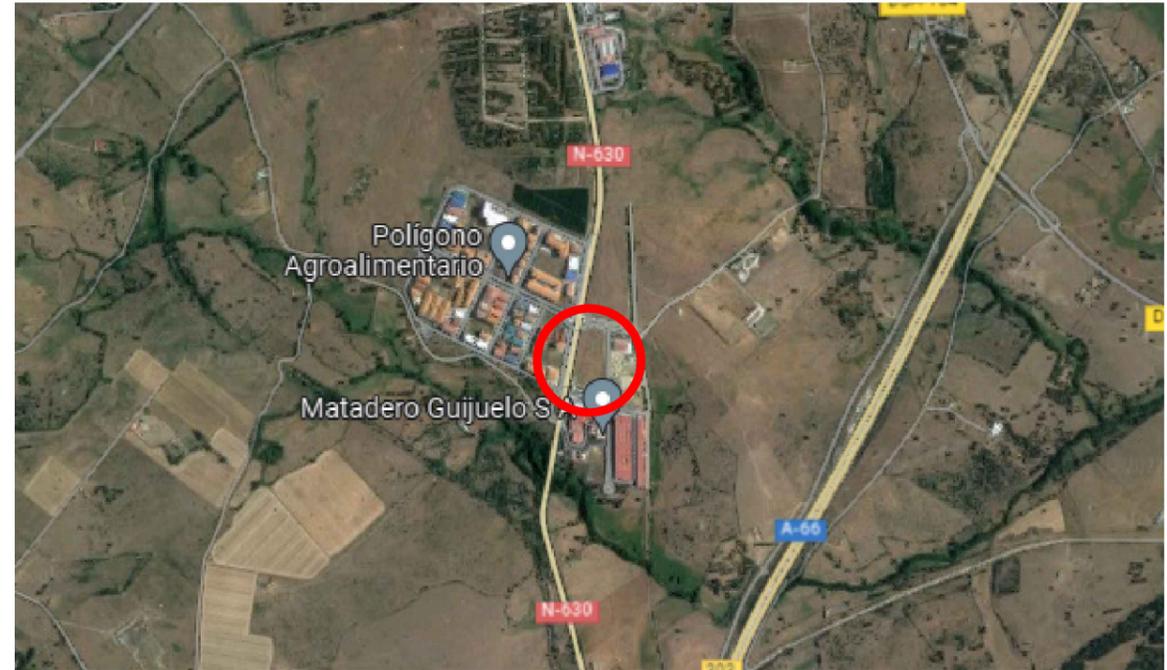


🏠	Fecha	Nombre y apellidos	Firma	Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial Área de Ingeniería Eléctrica
Dibujado:	06/2022	Rubén Sánchez Castro		
Comprobado:	06/2022	Norberto Redondo Melchor		
Escala:	ÍNDICE DE PLANOS			Nº Plano:
				Nº Revisión:



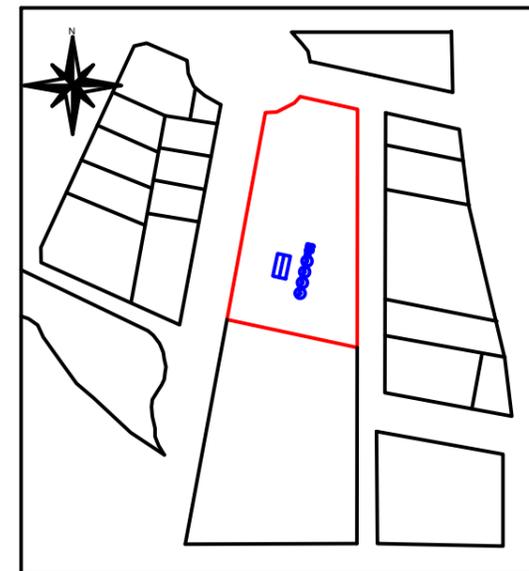
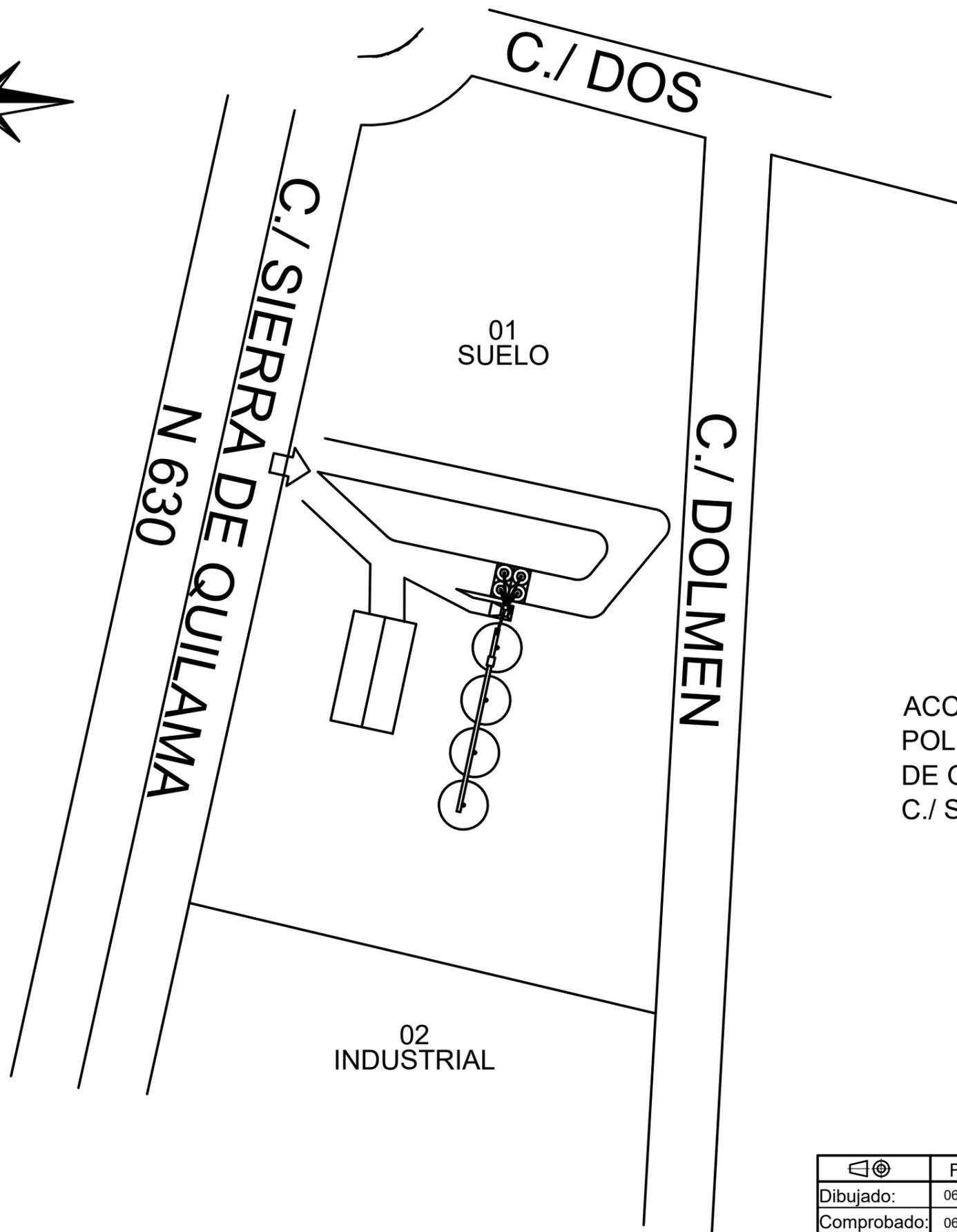
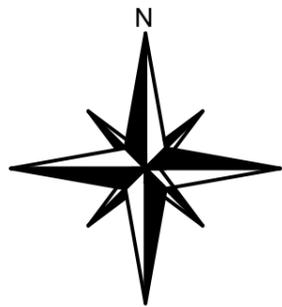
0 50 100 200

UBICACIÓN
C./ SIERRA DE QUILAMA,
PARCELA 01



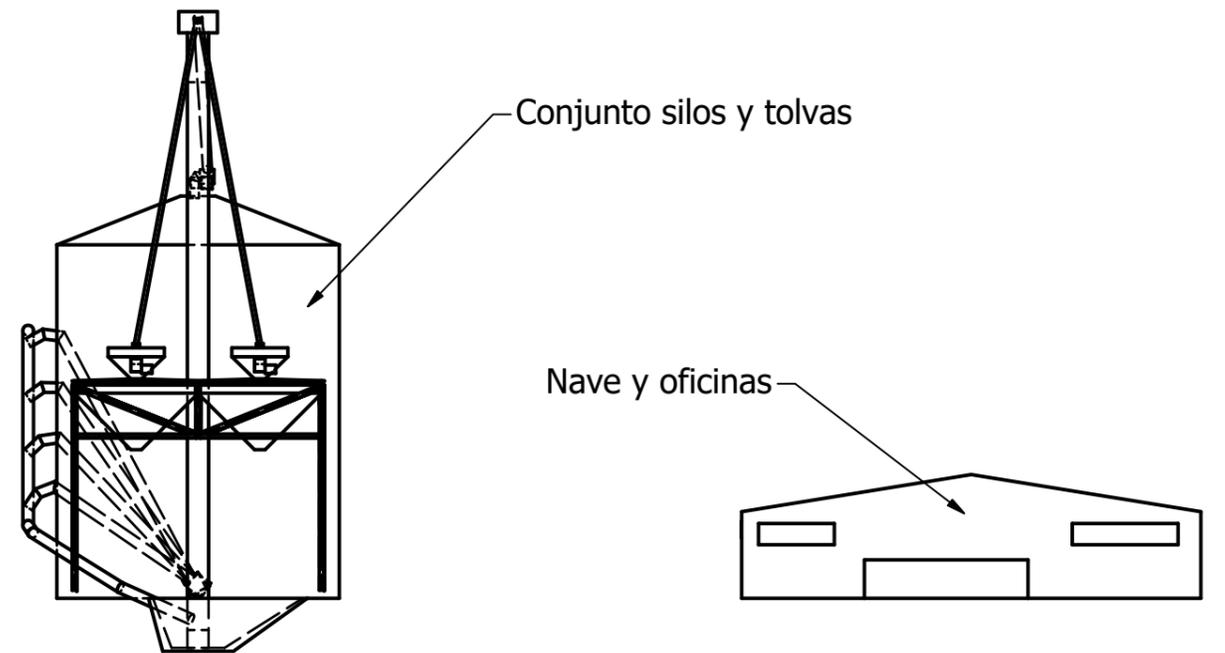
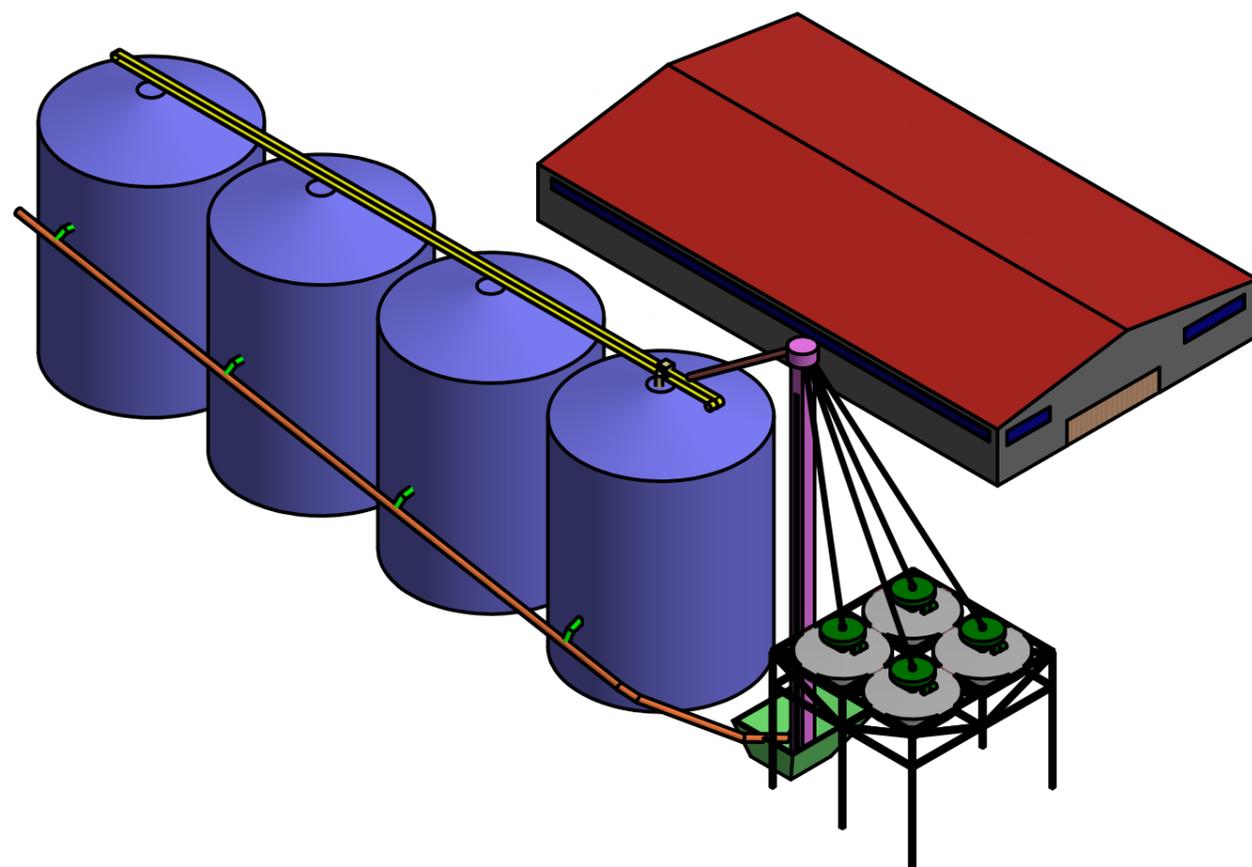
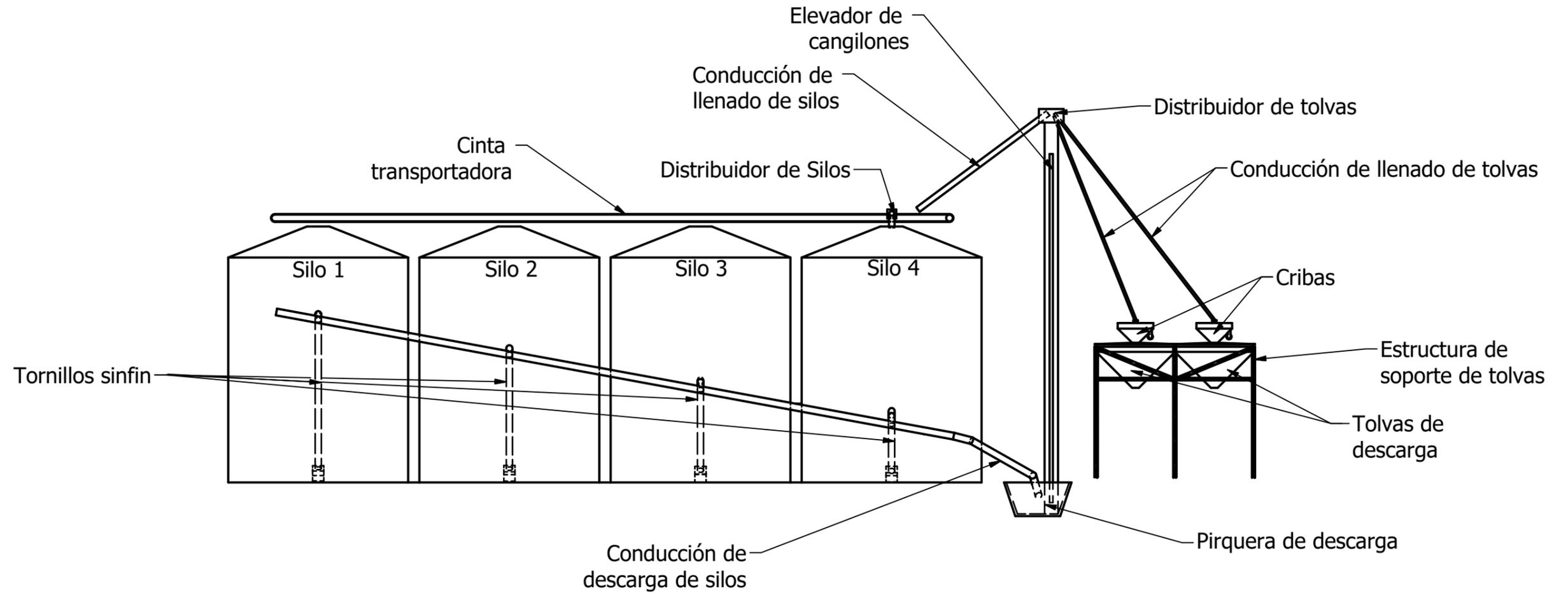
ACCESO
POLÍGONO AGROALIMENTARIO
GUIJUELO
DESDE N-630 Y A-66

📍	Fecha	Nombre y apellidos	Firma	Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial Área de Ingeniería Eléctrica
Dibujado:	06/2022	Rubén Sánchez Castro		
Comprobado:	06/2022	Norberto Redondo Melchor		
Escala:	UBICACIÓN Y ACCESOS			Nº Plano: 1.2
				Nº Revisión: 1

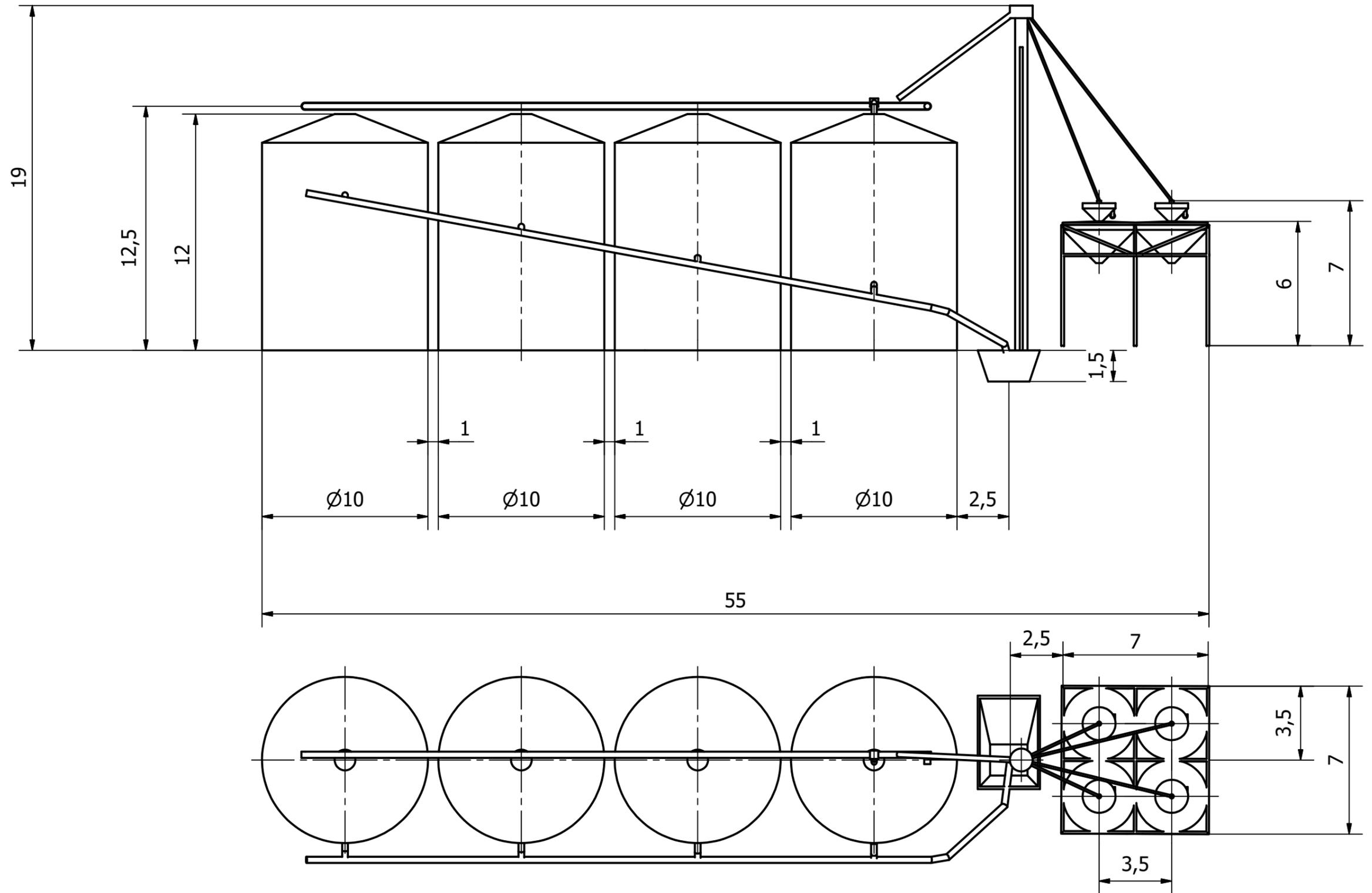


ACCESOS:
 POLÍGONO AGROALIMENTARIO
 DE GUIJUELO
 C./ SIERRA DE QUILAMA, PARCELA 01

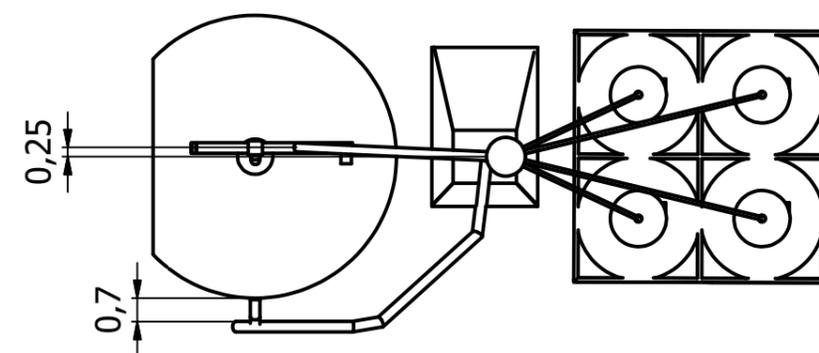
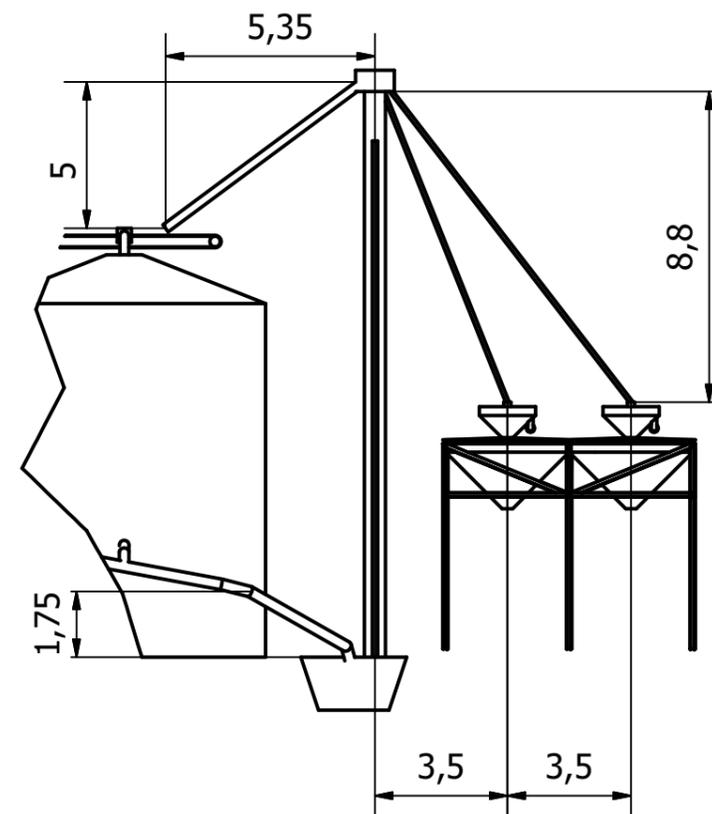
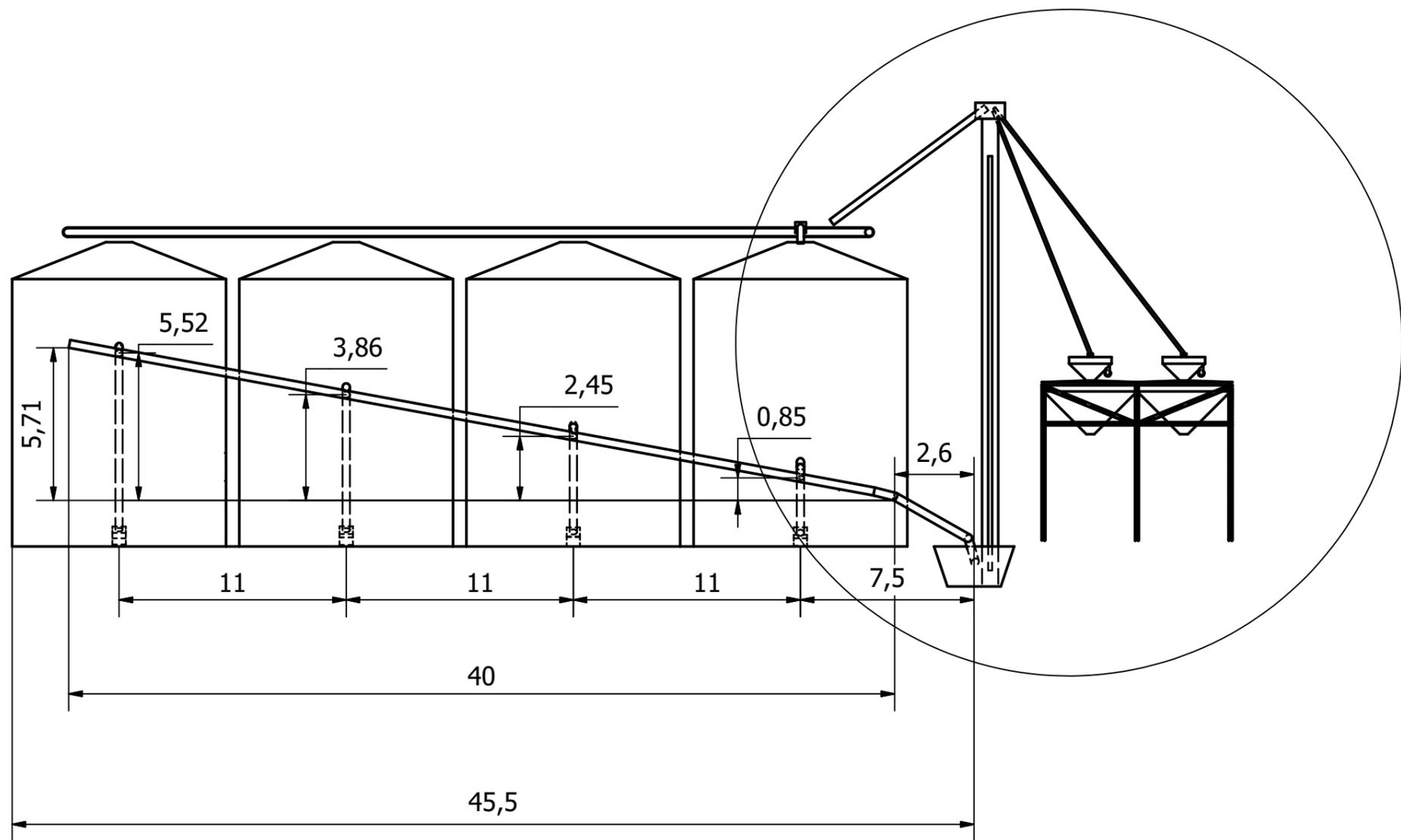
🏠	Fecha	Nombre y apellidos	Firma	Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial Área de Ingeniería Eléctrica
Dibujado:	06/2022	Rubén Sánchez Castro		
Comprobado:	06/2022	Norberto Redondo Melchor		
Escala: 1:1000	ORDENACIÓN DEL SOLAR			Nº Plano: 1.2
				Nº Revisión: 1



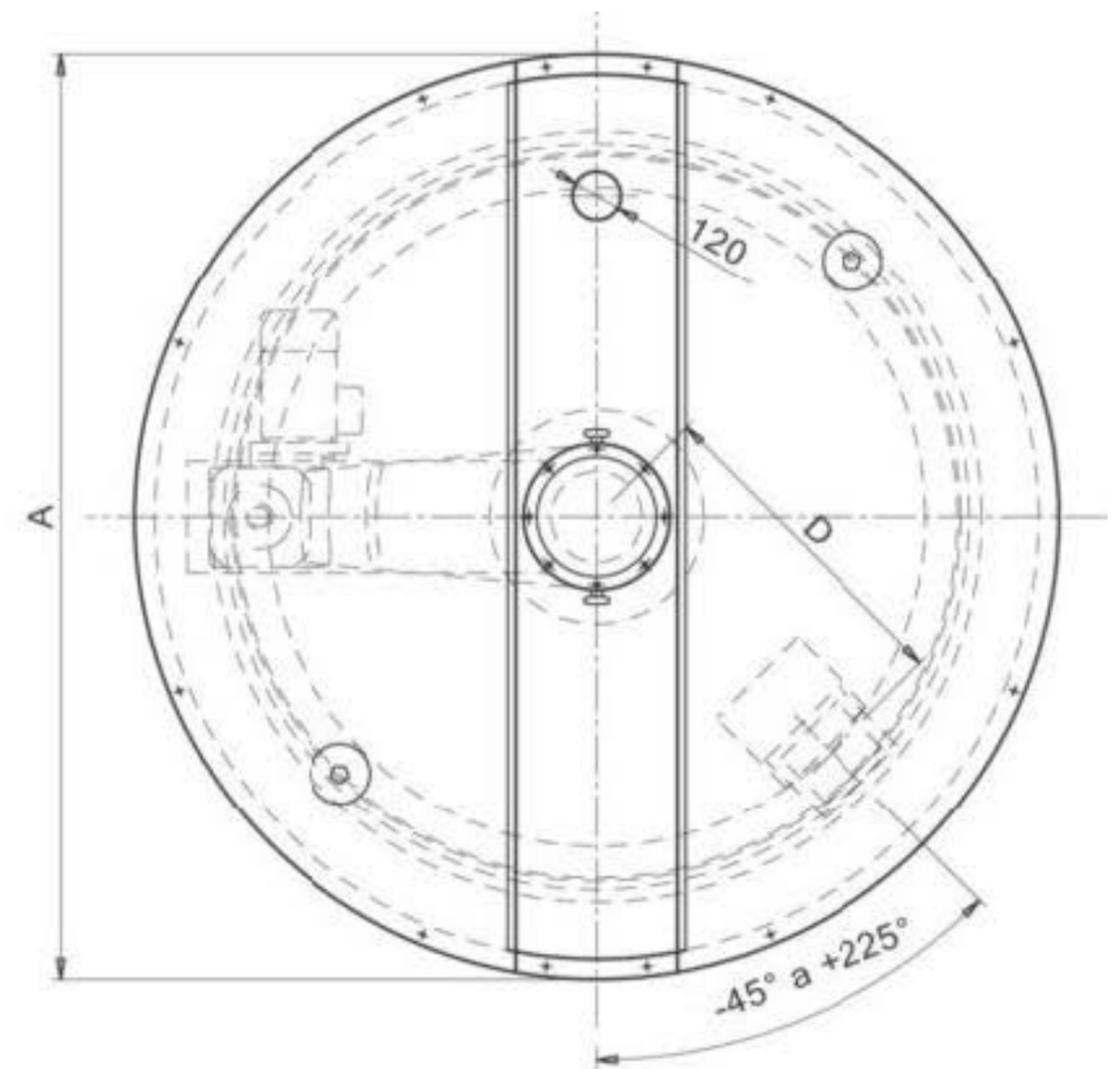
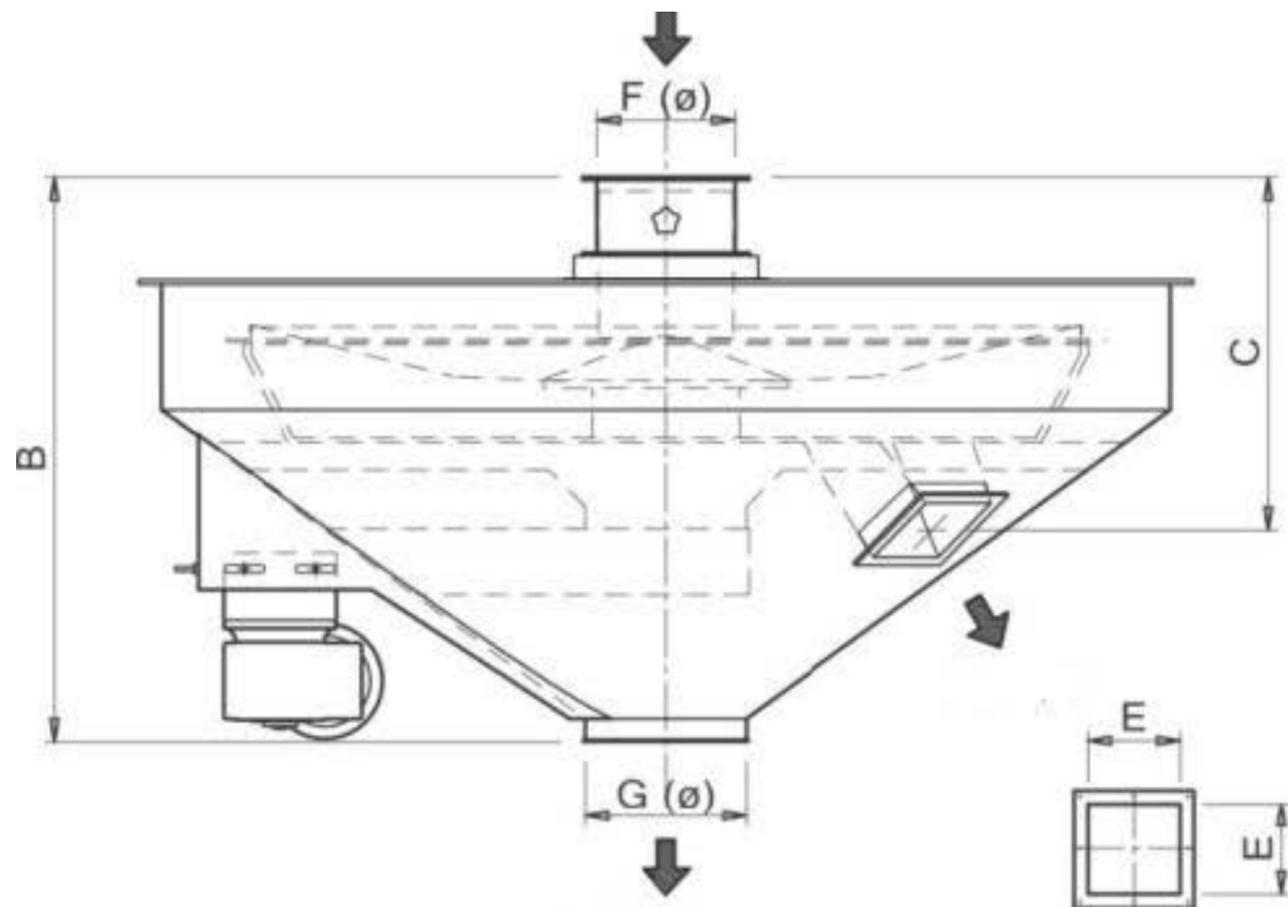
	Fecha	Nombre y apellidos	Firma	<i>Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial</i> <i>Área de Ingeniería Eléctrica</i>
Dibujado:	06/2022	Rubén Sánchez Castro		
Comprobado:	06/2022	Norberto Redondo Melchor		Nº Plano: 1.3
Escala:	ALZADOS DEL SOLAR			Nº Revisión: 1
1/200				



	Fecha	Nombre y apellidos	Firma	Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial Área de Ingeniería Eléctrica
Dibujado:	06/2022	Rubén Sánchez Castro		
Comprobado:	06/2022	Norberto Redondo Melchor		 Nº Plano: 2.1 Nº Revisión: 2
Escala: 1:200	DIMENSIONES GENERALES			



	Fecha	Nombre y apellidos	Firma	Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial Área de Ingeniería Eléctrica
Dibujado:	06/2022	Rubén Sánchez Castro		
Comprobado:	06/2022	Norberto Redondo Melchor		
Escala: 1/200	CONDUCTOS DE CARGA			Nº Plano: 2.2
				Nº Revisión: 1



MODELO	A	B	C	D	E	F	G	m [KG]	P [KW]
VR 15	1 590	1 005	650	574	160	250	300	580	2,2
VR 22	2 300	1 230	770	825	1 289	200	300	730	2,2
VR 27	2 800	1 500	900	1 015	240	300	350	960	3

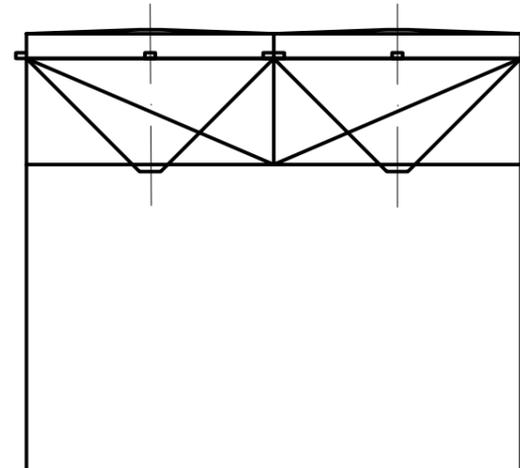
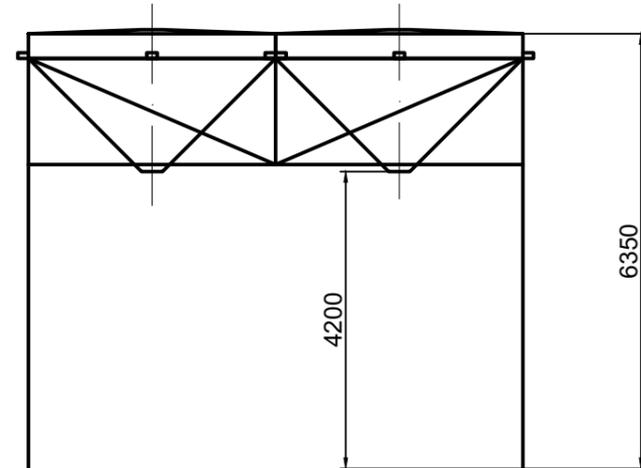
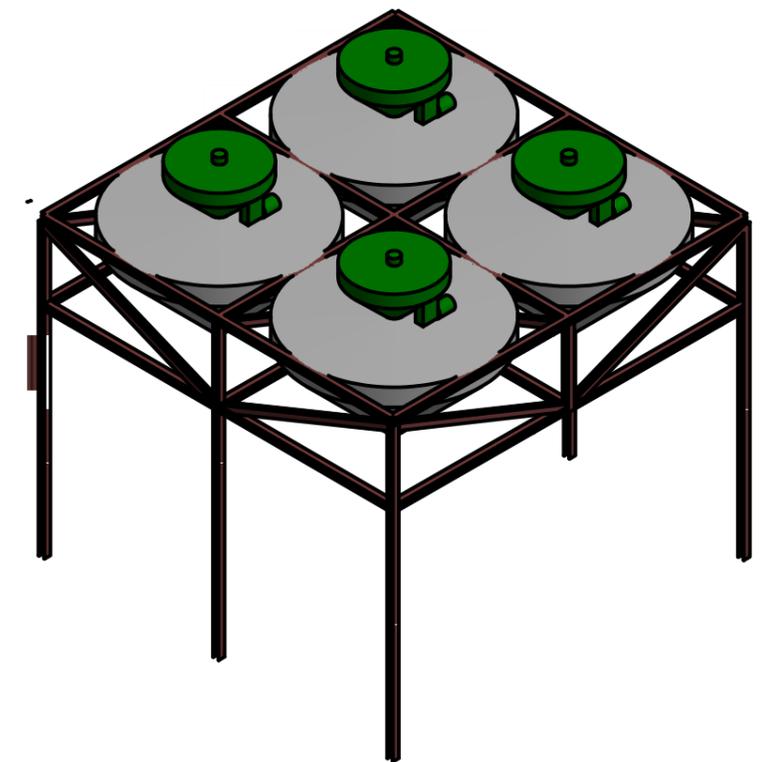
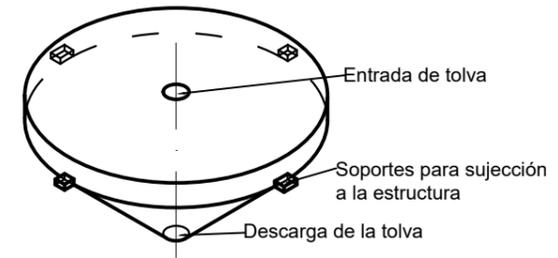
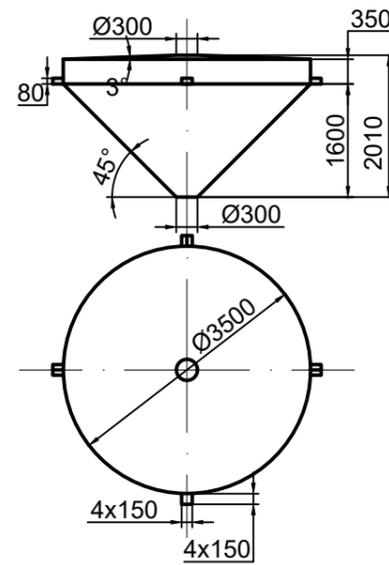
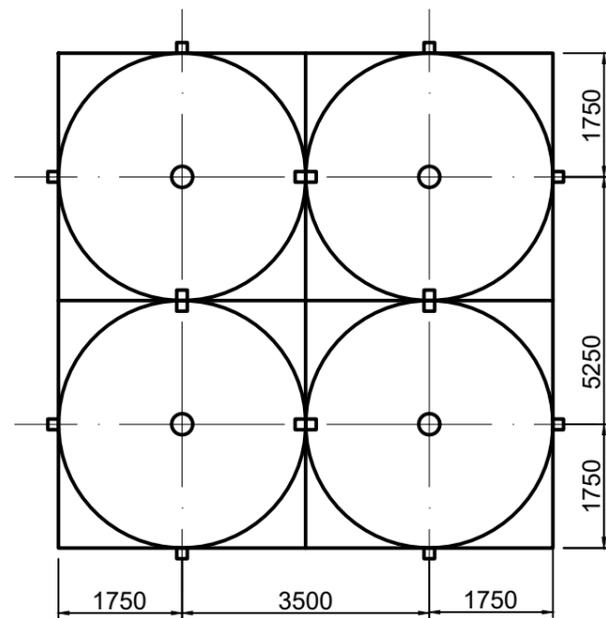
DATOS TÉCNICOS DE LA CRIBA:

Capacidad de cribado: hasta 120 t/h, para 0,6t/m³
 Diámetro de entrada/salida: F=Ø 250 / G= Ø300 mm
 Peso: 580 kg

DATOS TÉCNICOS DEL MOTOR:

Tensión: 400 V a 50 Hz
 Potencia: 2,2 kW

Fecha	Nombre y apellidos	Firma	Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial Área de Ingeniería Eléctrica
Dibujado: 06/2022	Rubén Sánchez Castro		
Comprobado: 06/2022	Norberto Redondo Melchor		
Escala:	FILTRO DE POLVO		Nº Plano: 2.3
			Nº Revisión: 1



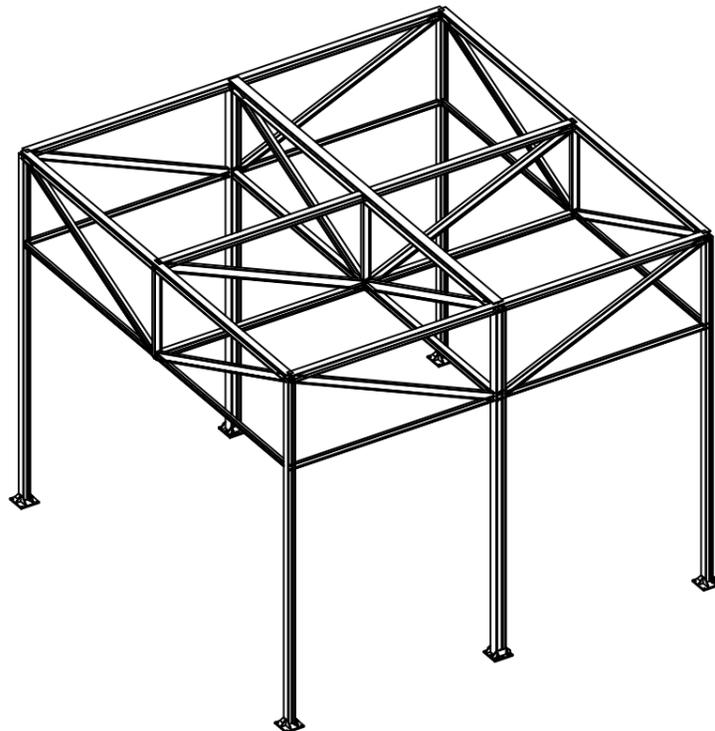
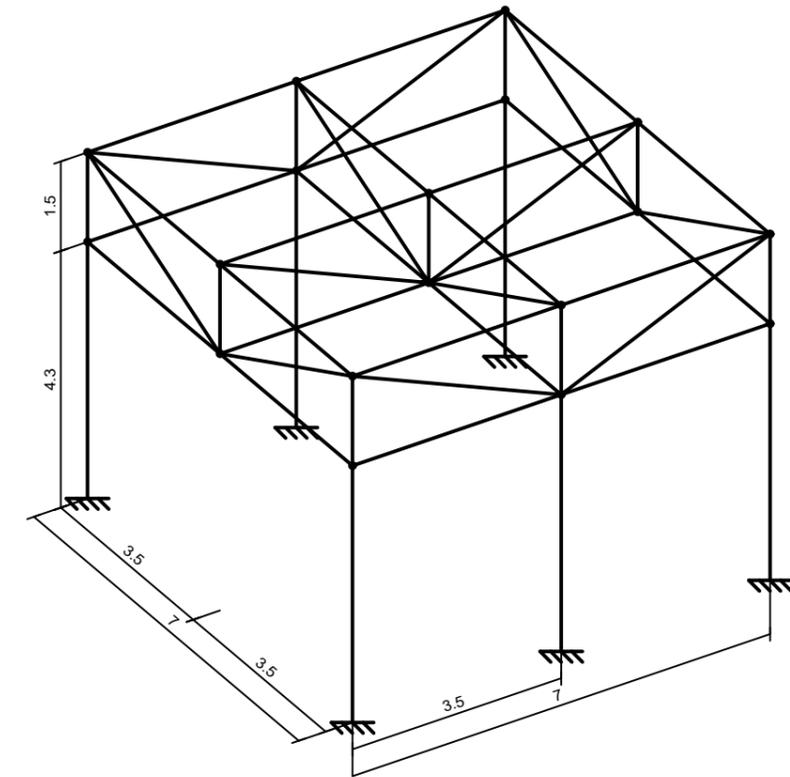
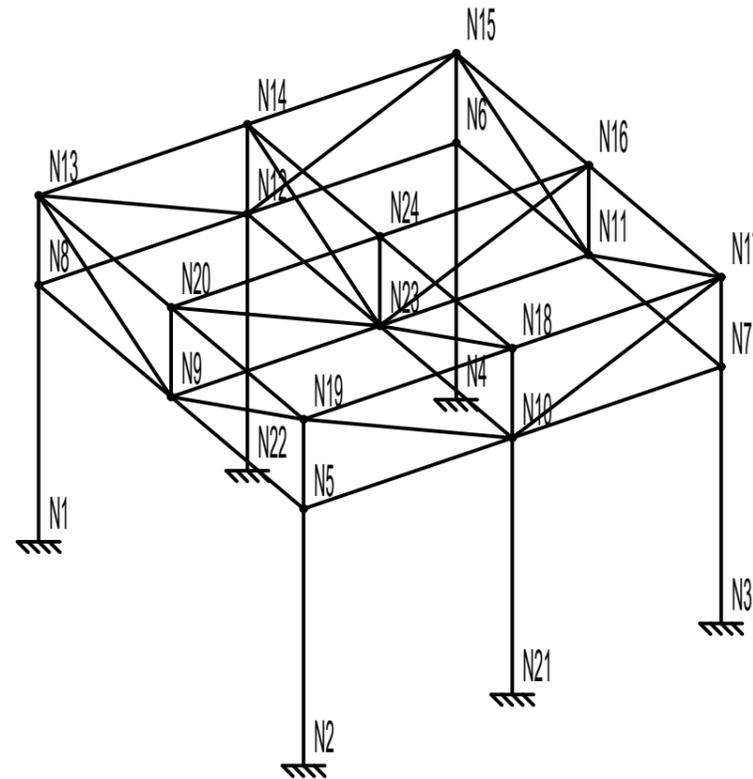
Características de la tolva

Volumen 9 m³
 Peso 800 kg
 Material de construcción Acero galvanizado S235
 Capacidad en pellets 24 000 kg

⚙️	Fecha	Nombre y apellidos	Firma	Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial Área de Ingeniería Eléctrica
Dibujado:	06/2022	Rubén Sánchez Castro		
Comprobado:	06/2022	Norberto Redondo Melchor		
Escala: 1:100	TOLVAS DE DESCARGA			Nº Plano: 2.4
				Nº Revisión: 1



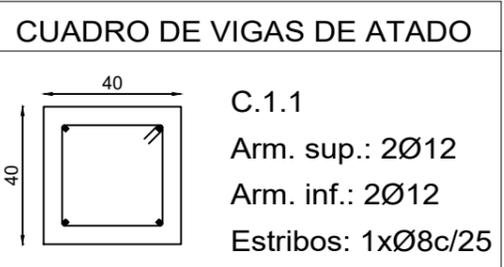
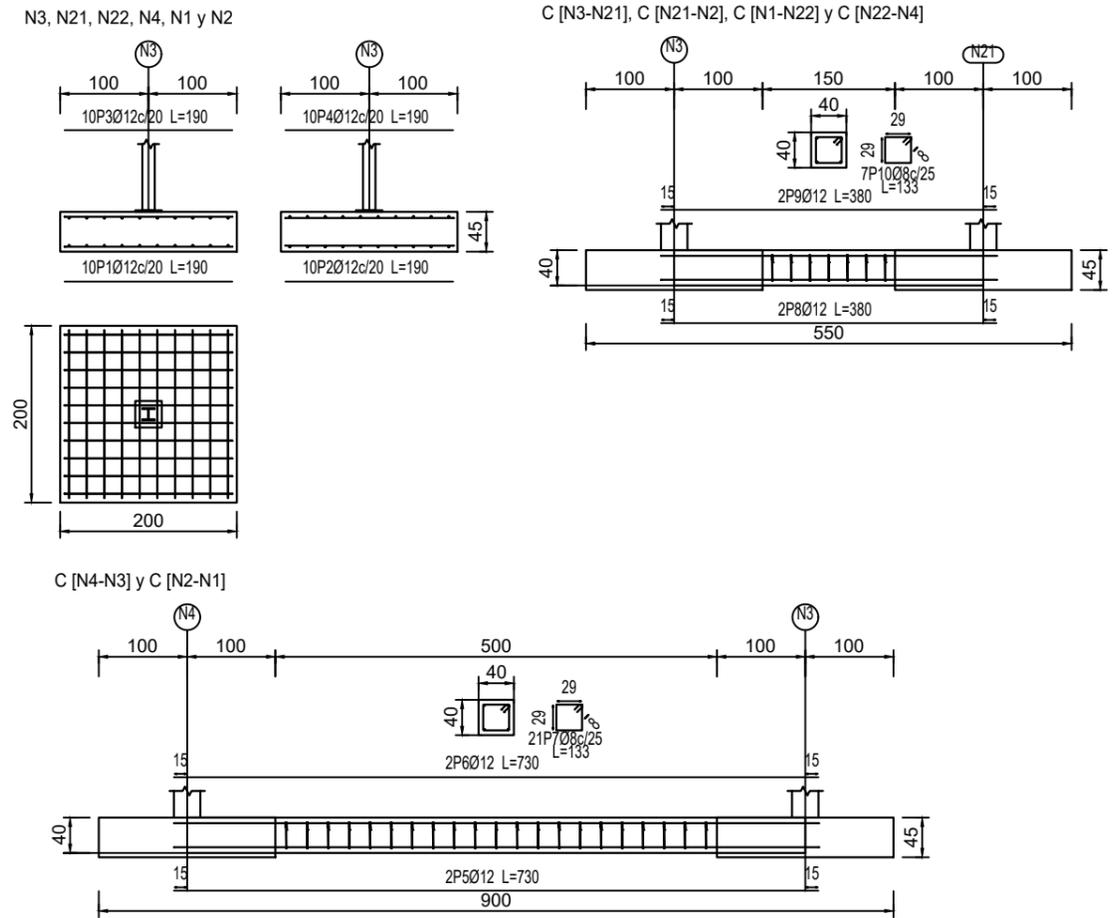
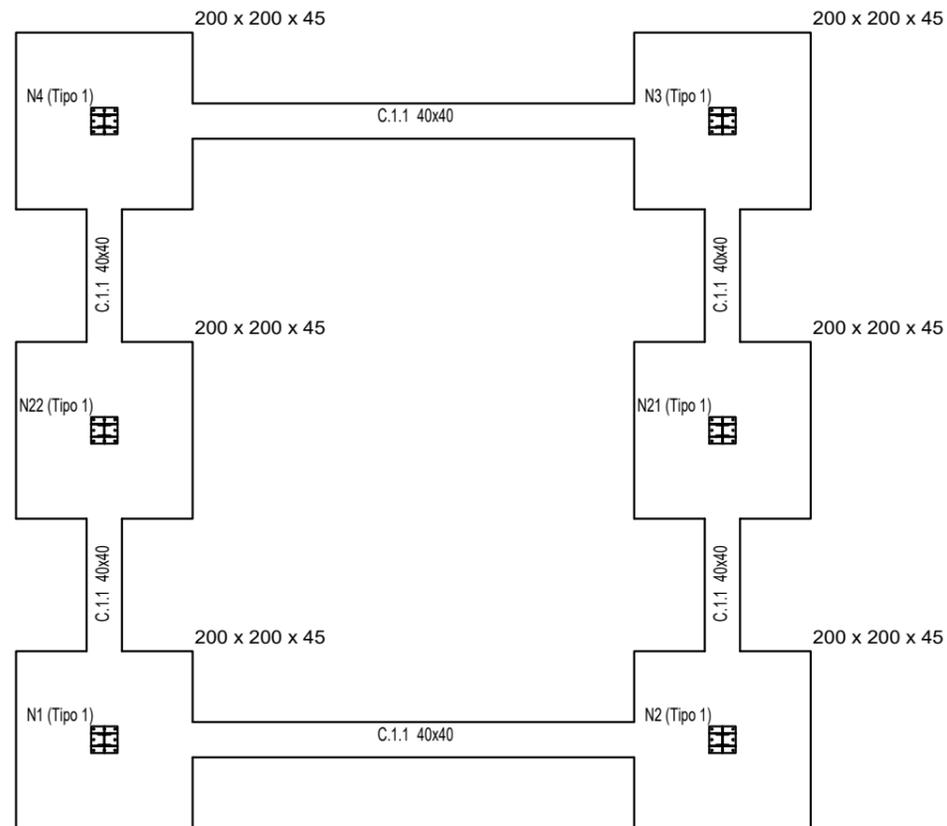
Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)
N1/N13	HE 140 B (HEB)
N22/N14	HE 140 B (HEB)
N4/N15	HE 140 B (HEB)
N15/N17	HE 140 B (HEB)
N13/N19	HE 140 B (HEB)
N8/N5	HE 100 B (HEB)
N6/N7	HE 100 B (HEB)
N8/N6	HE 100 B (HEB)
N14/N18	HE 140 B (HEB)
N20/N16	HE 140 B (HEB)
N12/N10	HE 100 B (HEB)
N9/N11	HE 100 B (HEB)
N11/N15	HE 100 B (HEB)
N11/N17	HE 100 B (HEB)
N9/N19	HE 100 B (HEB)
N9/N13	HE 100 B (HEB)
N12/N13	HE 100 B (HEB)
N12/N15	HE 100 B (HEB)
N23/N14	HE 100 B (HEB)
N23/N18	HE 100 B (HEB)
N23/N20	HE 100 B (HEB)
N23/N16	HE 100 B (HEB)
N23/N24	HE 100 B (HEB)
N9/N20	HE 100 B (HEB)
N11/N16	HE 100 B (HEB)
N2/N19	HE 140 B (HEB)
N21/N18	HE 140 B (HEB)
N3/N17	HE 140 B (HEB)
N5/N7	HE 100 B (HEB)
N10/N19	HE 100 B (HEB)
N10/N17	HE 100 B (HEB)
N13/N15	HE 140 B (HEB)
N19/N17	HE 140 B (HEB)



Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A (cm ²)	Avy (cm ²)	Avz (cm ²)	Iyy (cm ⁴)	Izz (cm ⁴)	It (cm ⁴)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275 (UNE-EN 10025-2)	1	HE 140 B, (HEB)	43.00	25.20	7.31	1509.00	549.70	20.16
		2	HE 100 B, (HEB)	26.00	15.00	4.32	449.50	167.30	9.33

Notación:
 Ref.: Referencia
 A: Área de la sección transversal
 Avy: Área de cortante de la sección según el eje local 'Y'
 Avz: Área de cortante de la sección según el eje local 'Z'
 Iyy: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Y'
 Izz: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Z'
 It: Inercia a torsión
 Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.

	Fecha	Nombre y apellidos	Firma	Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial Área de Ingeniería Eléctrica
Dibujado:	06/2022	Rubén Sánchez Castro		
Comprobado:	06/2022	Norberto Redondo Melchor		Nº Plano: 2.5
Escala: 1:100	ESTRUCTURA PORTANTE			Nº Revisión:

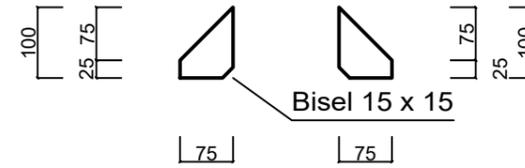
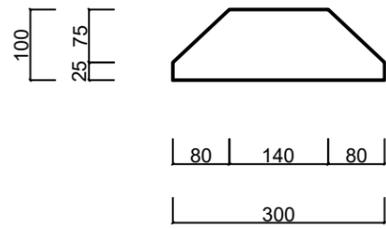


Cuadro de arranques		
Referencias	Pernos de Placas de Anclaje	Dimensión de Placas de Anclaje
N3, N21, N22, N4, N1 y N2	8 Pernos Ø 12	Placa base (300x300x18)

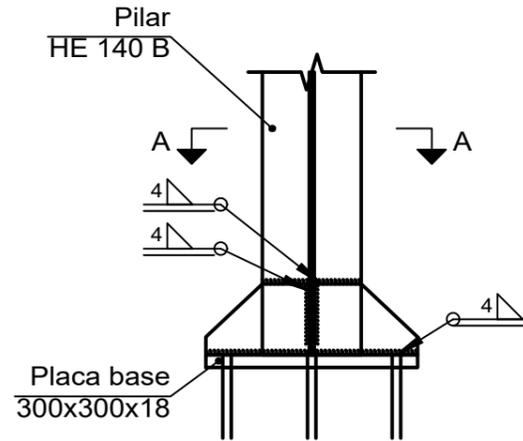
Resumen Acero		Long. total	Peso+10%	Total
Elemento, Viga y Placa de anclaje		(m)	(kg)	
B 500 S, Ys=1.15	Ø8	93.1	40	602
	Ø12	575.2	562	

	Fecha	Nombre y apellidos	Firma	Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial Área de Ingeniería Eléctrica
Dibujado:	06/2022	Rubén Sánchez Castro		
Comprobado:	06/2022	Norberto Redondo Melchor		Nº Plano: 2.6
Escala: 1:8	CIMENTACIÓN			Nº Revisión:

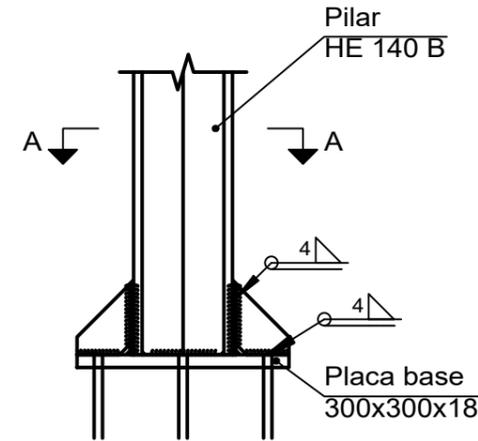
Tipo 1



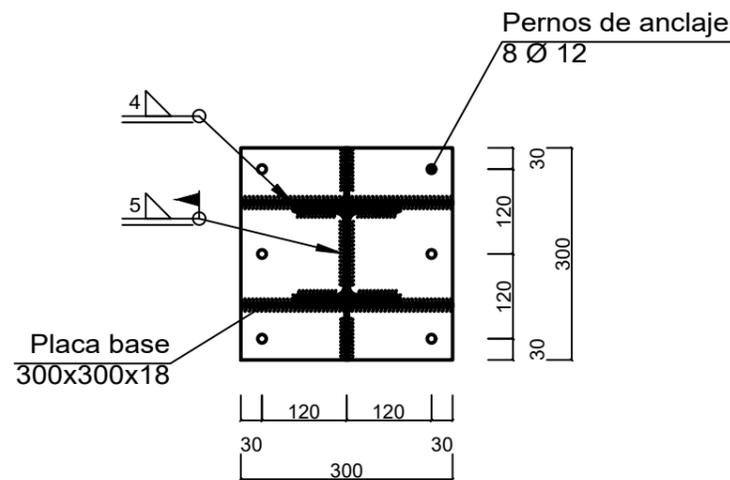
Rigidizadores x - x (e = 5 mm) Rigidizadores y - y (e = 5 mm)



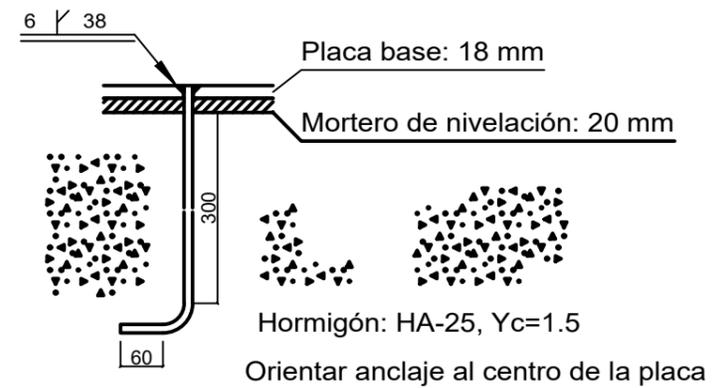
Alzado



Vista lateral



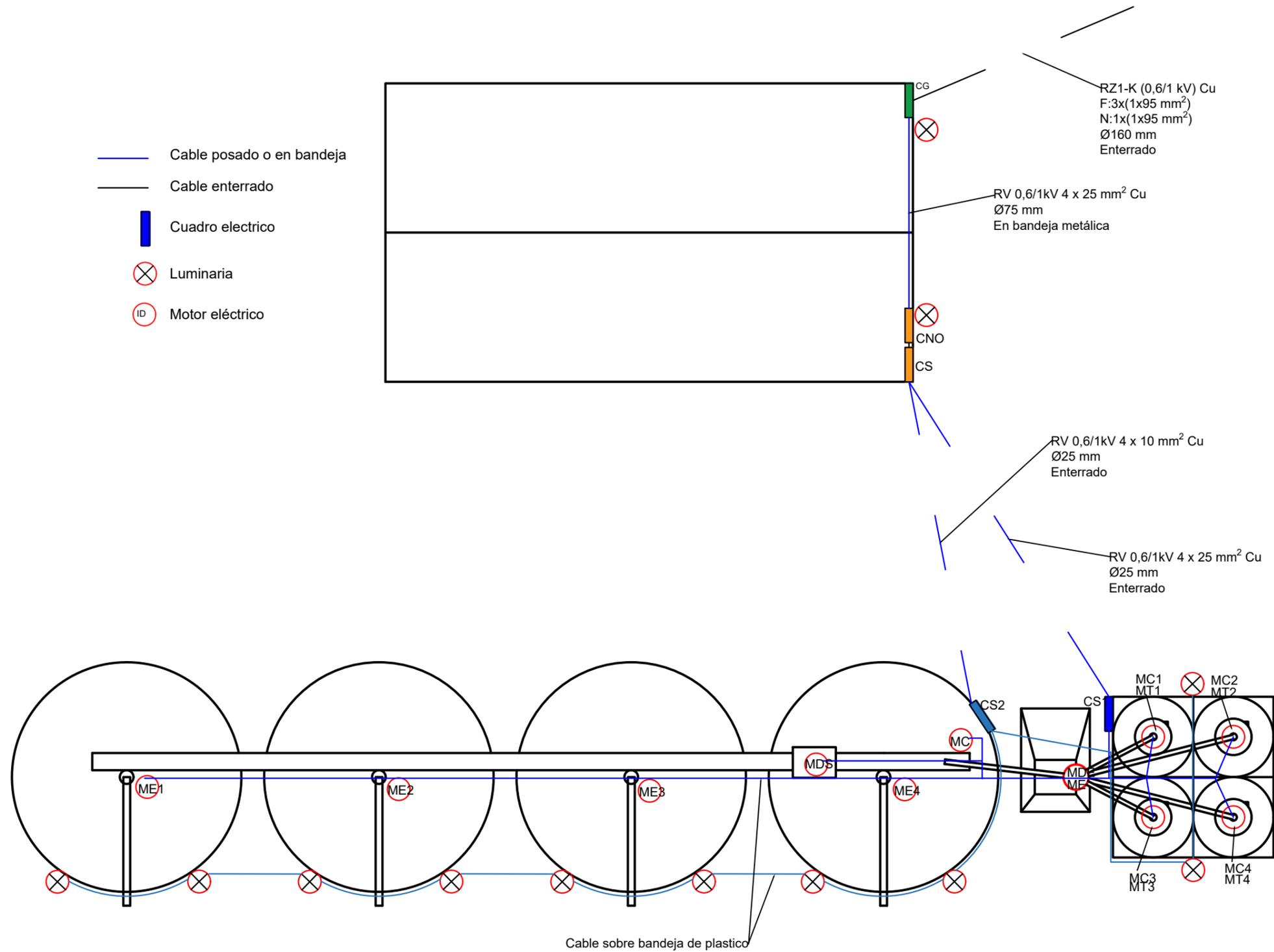
Sección A - A



Anclaje de los pernos Ø 12, B 500 S, Ys = 1.15 (corrugado)

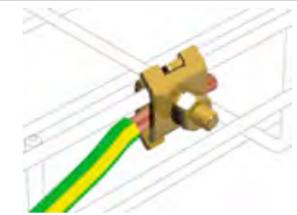
⊕	Fecha	Nombre y apellidos	Firma	Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial Área de Ingeniería Eléctrica
Dibujado:	06/2022	Rubén Sánchez Castro		
Comprobado:	06/2022	Norberto Redondo Melchor		
Escala: 1:10	ANCLAJES 1			Nº Plano: 2.7
				Nº Revisión:

- Cable posado o en bandeja
- Cable enterrado
- Cuadro eléctrico
- ⊗ Luminaria
- ID Motor eléctrico

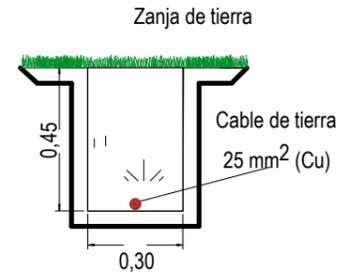


Cable sobre bandeja de plastico

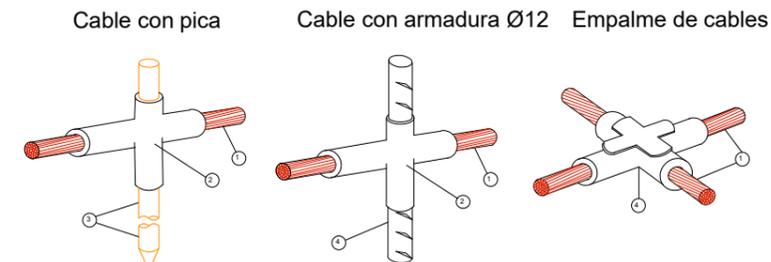
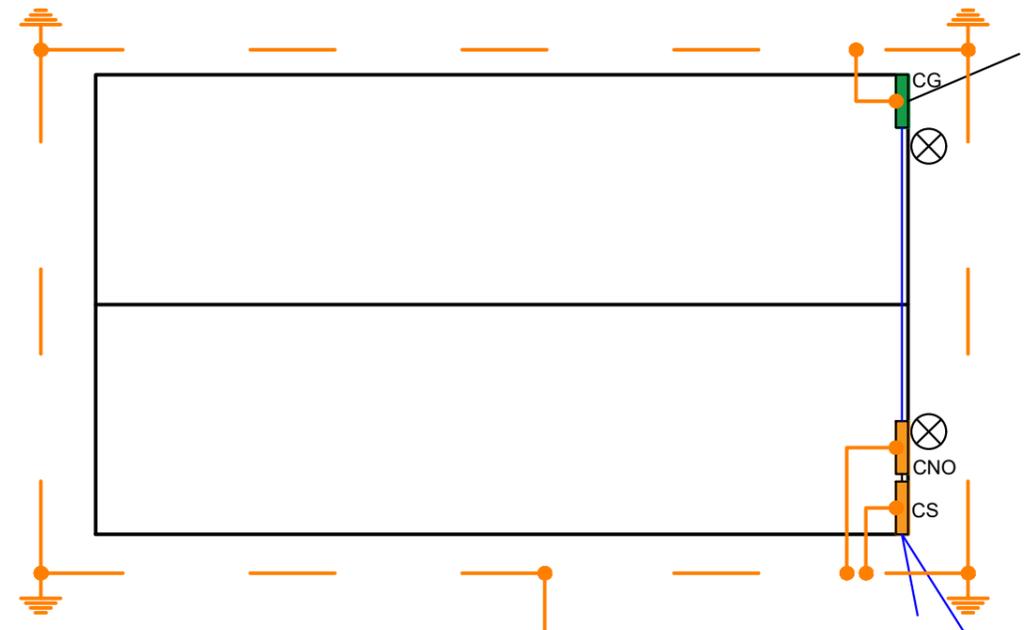
⊕	Fecha	Nombre y apellidos	Firma	Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial Área de Ingeniería Eléctrica 
Dibujado:	06/2022	Rubén Sánchez Castro		
Comprobado:	06/2022	Norberto Redondo Melchor		Nº Plano: 3.1
Escala: 1:200	CANALIZACIONES Y RECEPTORES			Nº Revisión: 1



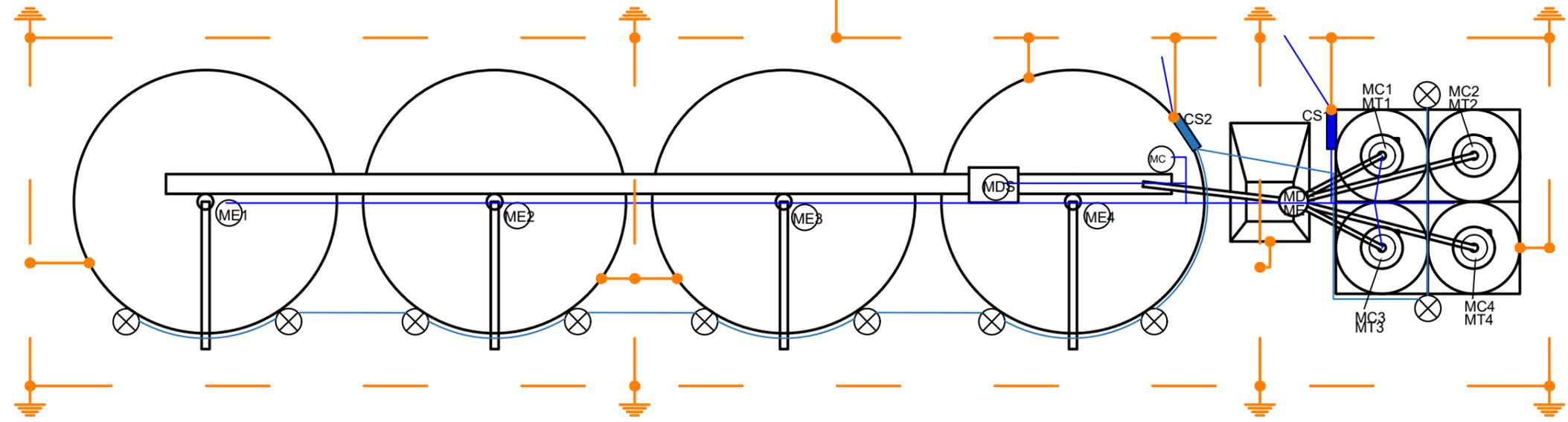
Borna para la conexión de la bandeja al conductor de tierra



- Pica de cobre de Ø 14 mm y 2 m
- Conexión soldada de cable de Cu
- Cable desnudo de 25 mm² de Cu

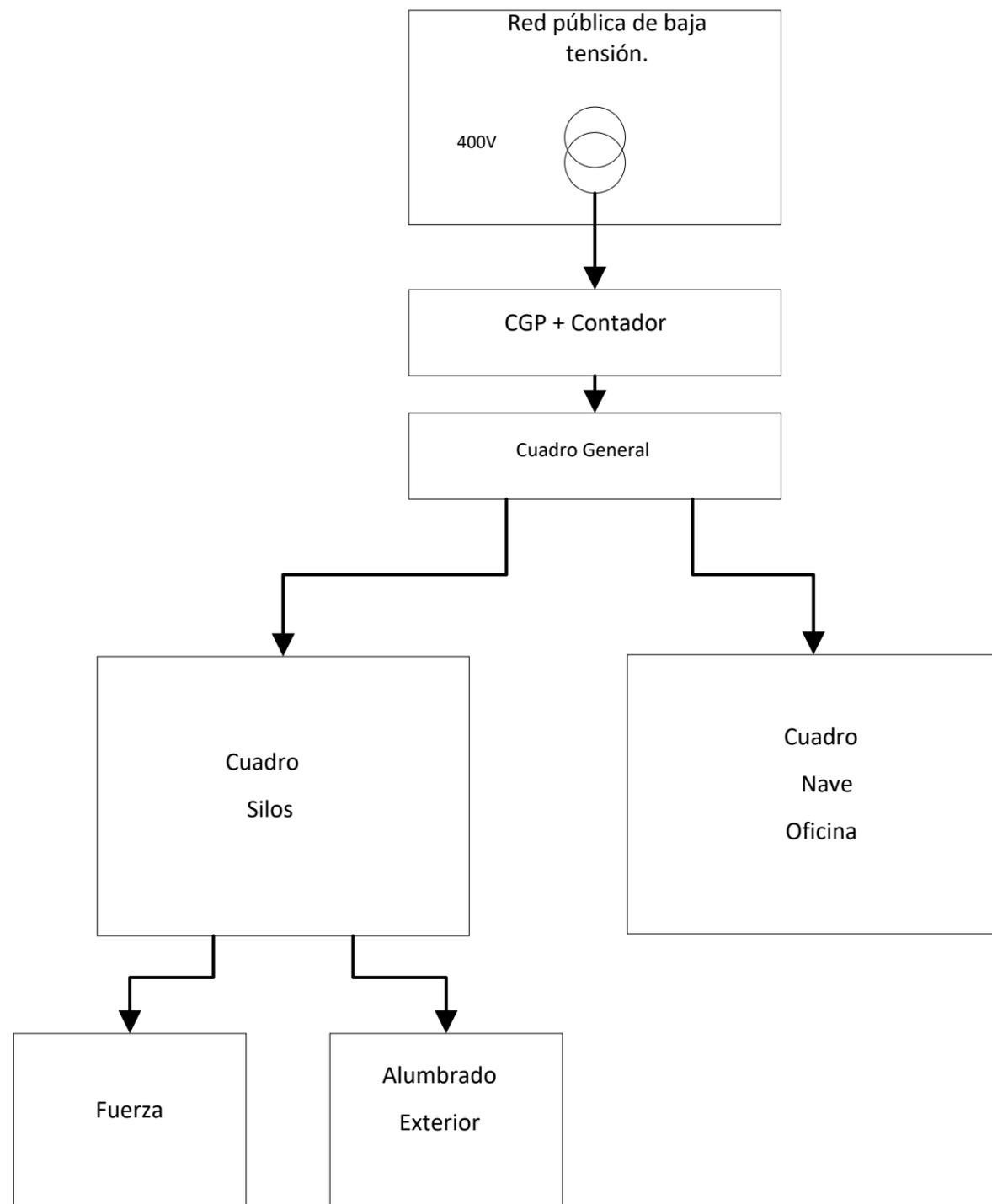


1. Cable de cobre 25mm²
2. Soldadura exotérmica
3. Pica de tierra Ø14 mm y 2 m
4. Armadura de acero Ø12mm



	Fecha	Nombre y apellidos	Firma	Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial Área de Ingeniería Eléctrica
Dibujado:	06/2022	Rubén Sánchez Castro		
Comprobado:	06/2022	Norberto Redondo Melchor		
Escala:	PUESTA A TIERRA		Nº Plano:	
1:200			Nº Revisión:	

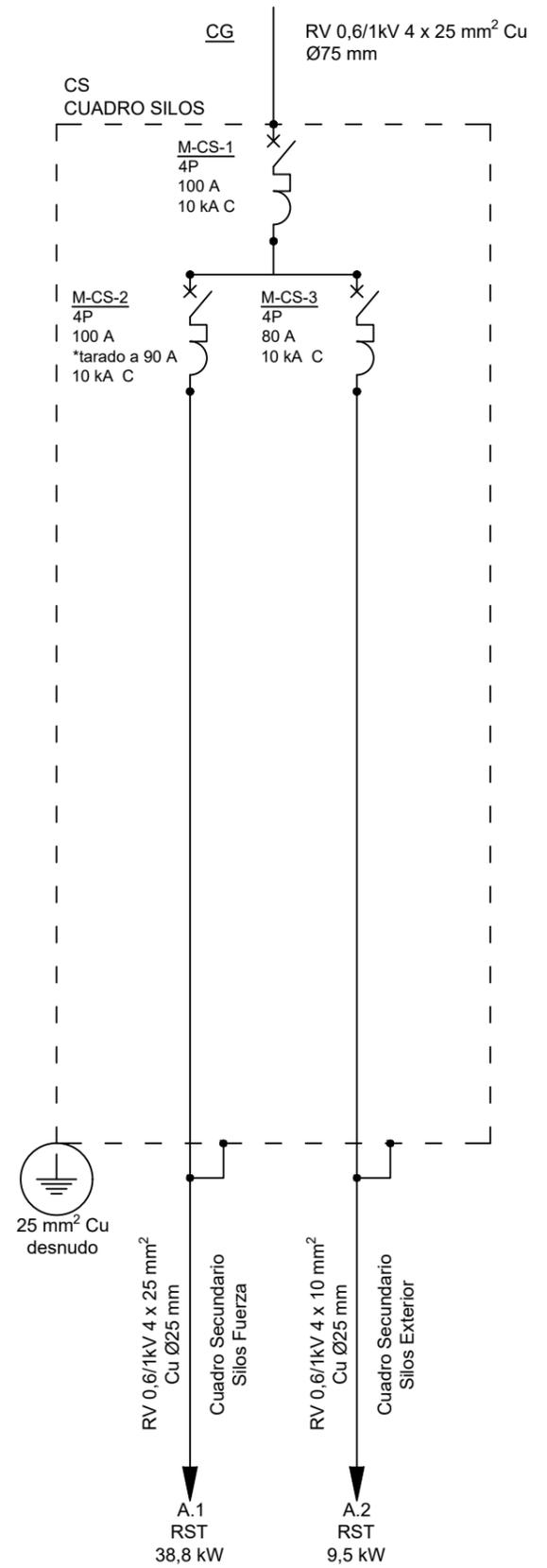
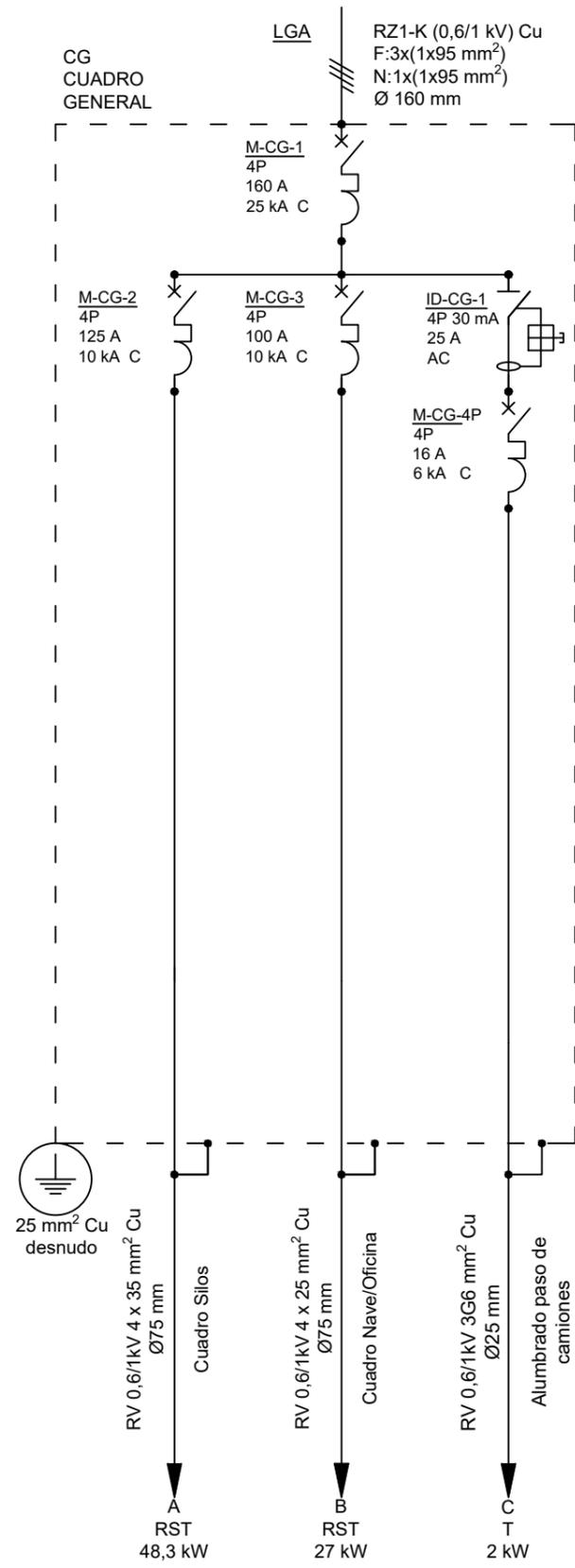
DIAGRAMA DE BLOQUES DE LA INSTALACIÓN PROYECTADA



LEYENDA PARA LOS ESQUEMAS UNIFILARES

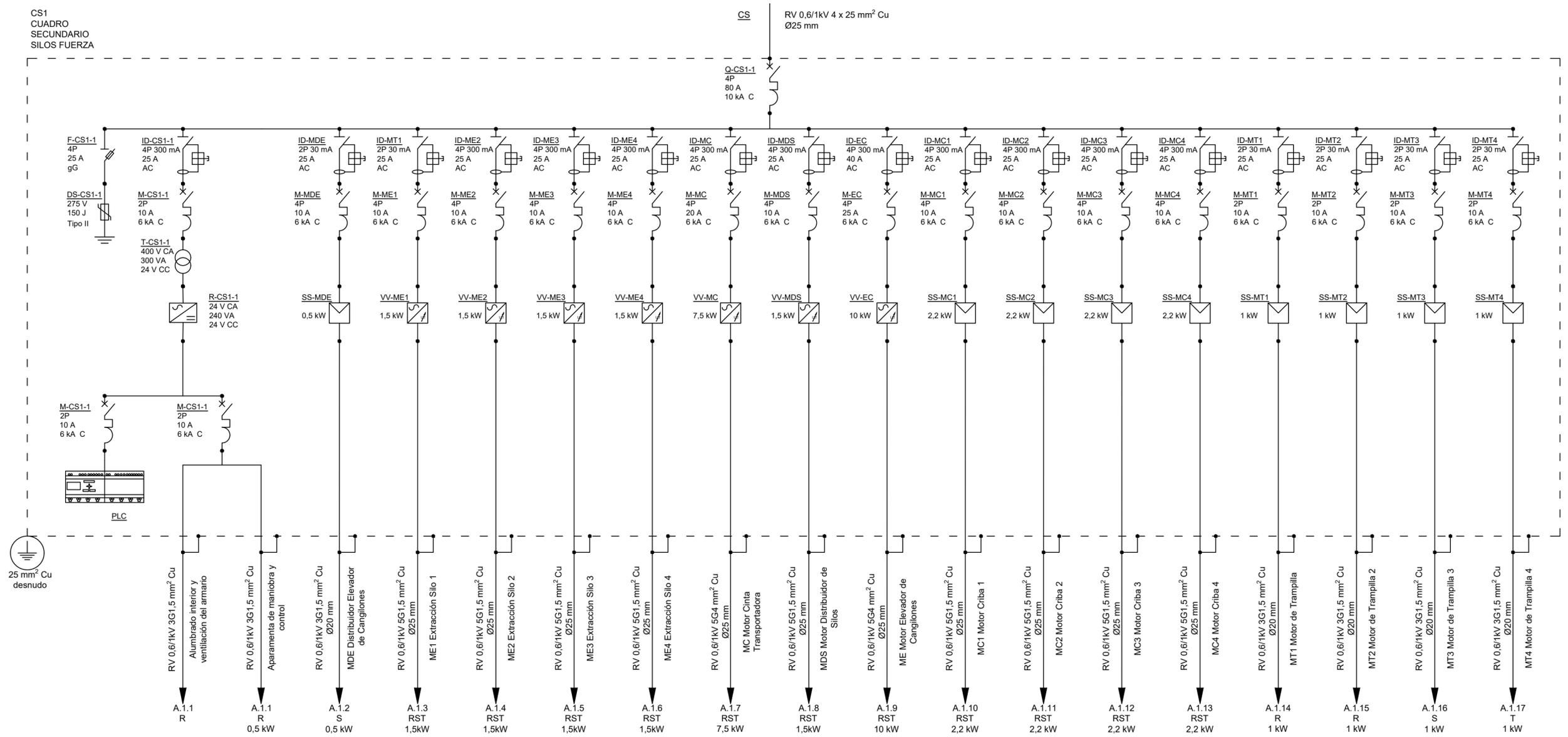
	XZ1 (0,6/1 kV) KAI F:4x(1x240 mm ²) N:2x(1x240 mm ²) 75 mm	LÍNEA GENERAL DE ALIMENTACIÓN		AUTÓMATA PROGRAMABLE PLC
	COD ID 4P 250 A 36 kA C.mold	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO MAGNETOTÉRMICO CON PODER DE CORTE/CIERRE EN CORTOCIRCUITO		ENVOLVENTE
	COD ID 4P 25 mA 40 A AC	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO DIFERENCIAL CON PODER DE APERTURA/CIERRE EN CARGA		PUESTA A TIERRA DE LAS MASAS METÁLICAS
	COD ID 3P 400A 50 kA Micrlg 70P	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO MAGNETOTÉRMICO CON BLOQUE DIFERENCIAL ASOCIADO		CONTROLADOR DE MOTOR ASÍNCRONO VF: VARIADOR DE FRECUENCIA SS: ARRANCADOR PROGRESIVO
	COD ID 2 NA 16 A 230 V	CONTACTOR ELECTROMAGNÉTICO CON PODER DE APERTURA/CIERRE EN CARGA		SECCIONADOR MANUAL CON PODER DE APERTURA/CIERRE EN CARGA Y APERTURA AUTOMÁTICA POR FUSIBLES
	COD ID 230 V CA 800 VA 24 V CA	TRANSFORMADOR DE TENSION CON SEPARACIÓN GALVÁNICA DE CIRCUITOS		INTERRUPTOR AUTOMÁTICO CON PODER DE APERTURA EN CORTOCIRCUITO
	COD ID 80 A Tipo II	LIMITADOR DE SOBRETENSIONES		SECCIONADOR MANUAL CON PODER DE APERTURA/CIERRE EN CARGA Y APERTURA AUTOMÁTICA POR FUSIBLES
	#ID ON OFF 100 A 4P	INTERRUPTOR DE ACCIONAMIENTO MANUAL		

	Fecha	Nombre y apellidos	Firma	Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial Área de Ingeniería Eléctrica
Dibujado:	06/2022	Rubén Sánchez Castro		
Comprobado:	06/2022	Norberto Redondo Melchor		 Nº Plano: 3.3 Nº Revisión: 1
Escala:	DIAGRAMA DE BLOQUES			

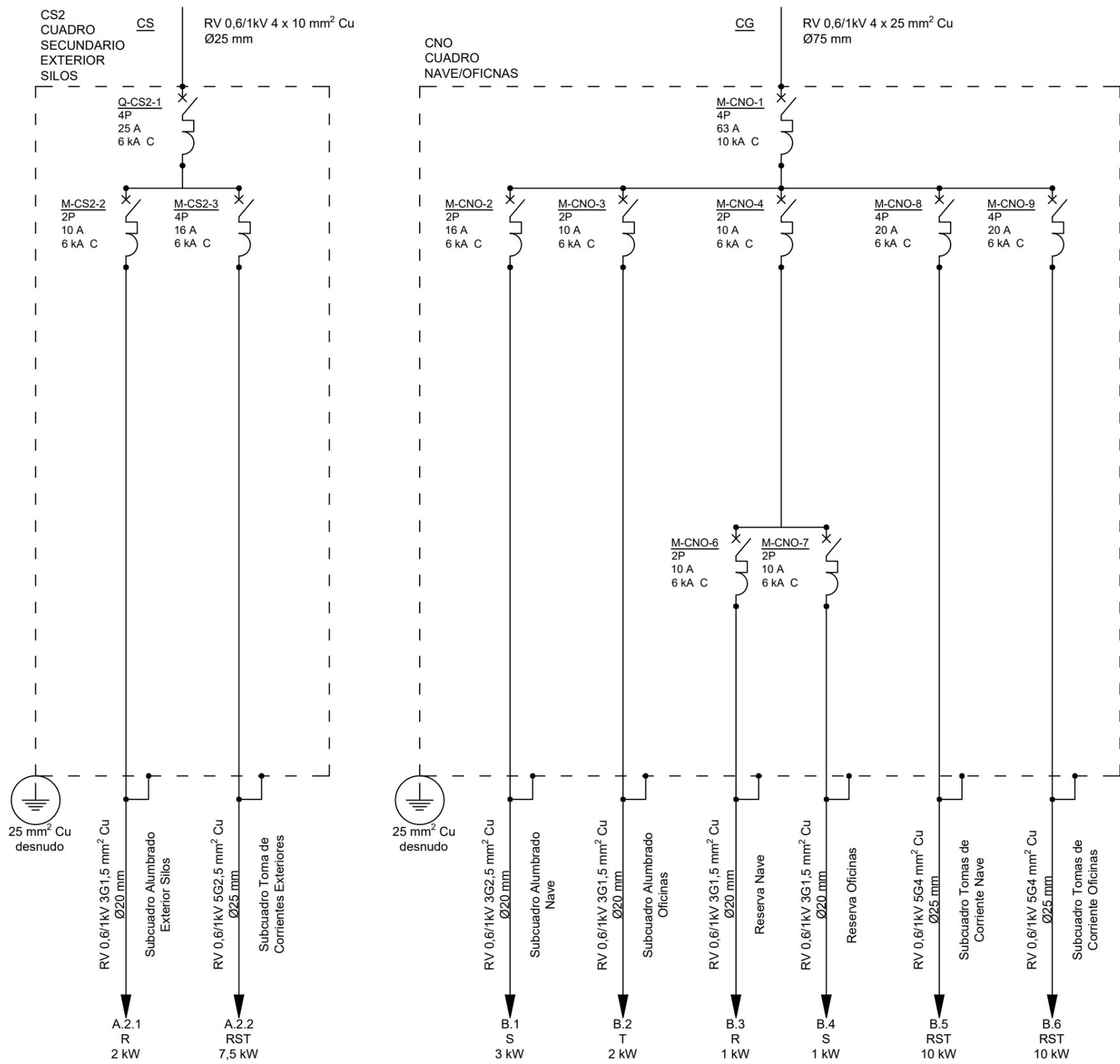


	Fecha	Nombre y apellidos	Firma	Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial Área de Ingeniería Eléctrica
Dibujado:	06/2022	Rubén Sánchez Castro		
Comprobado:	06/2022	Norberto Redondo Melchor		
Escala:	ESQUEMAS UNIFILARES 1			
				Nº Revisión: 1

CS1
CUADRO
SECUNDARIO
SILOS FUERZA

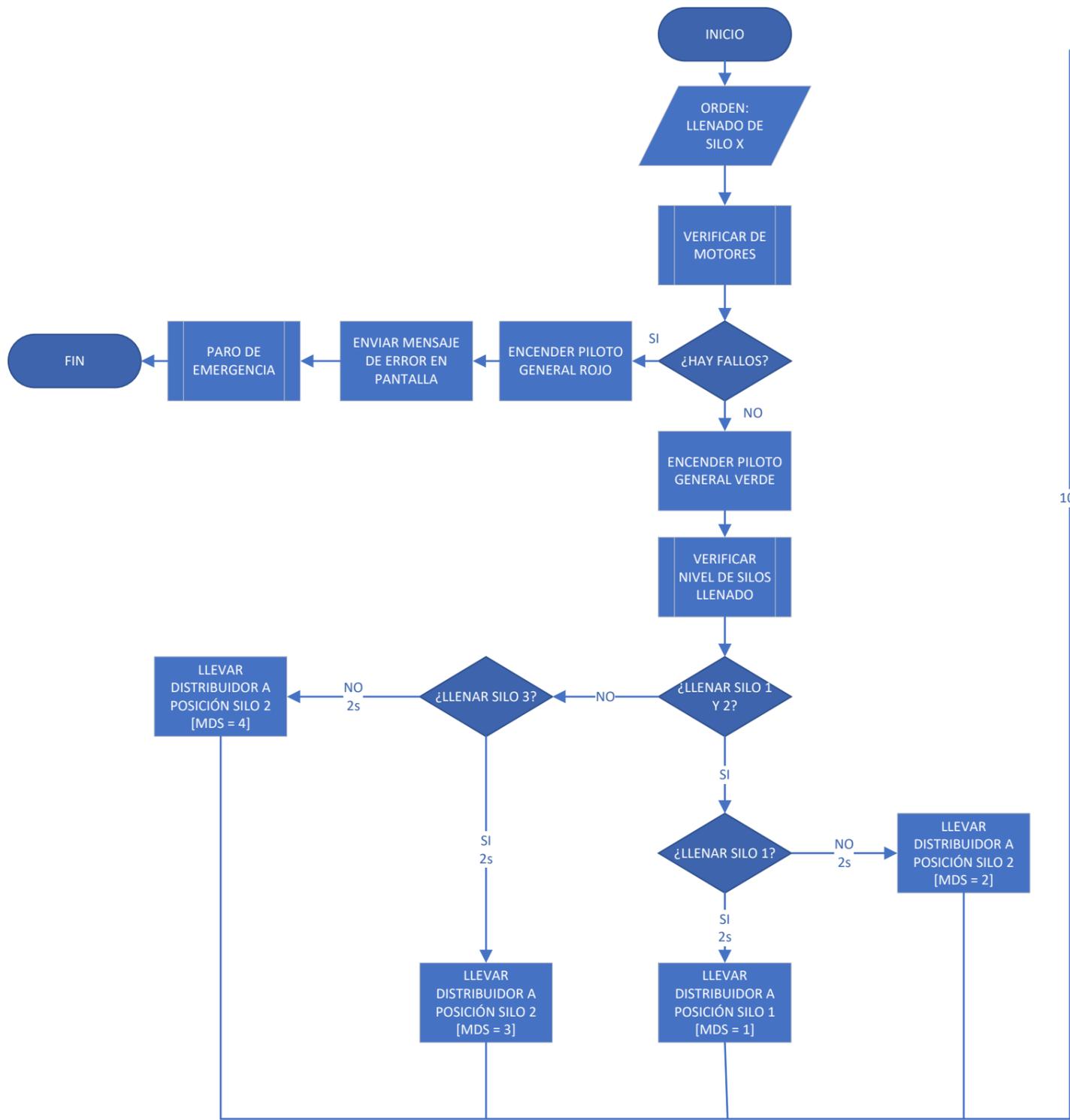


Fecha	Nombre y apellidos	Firma	Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial Área de Ingeniería Eléctrica
06/2022	Rubén Sánchez Castro		
Comprobado:	Norberto Redondo Melchor		 Nº Plano: 3.5 Nº Revisión: 1
06/2022			
Escala:	ESQUEMAS UNIFILARES 2		

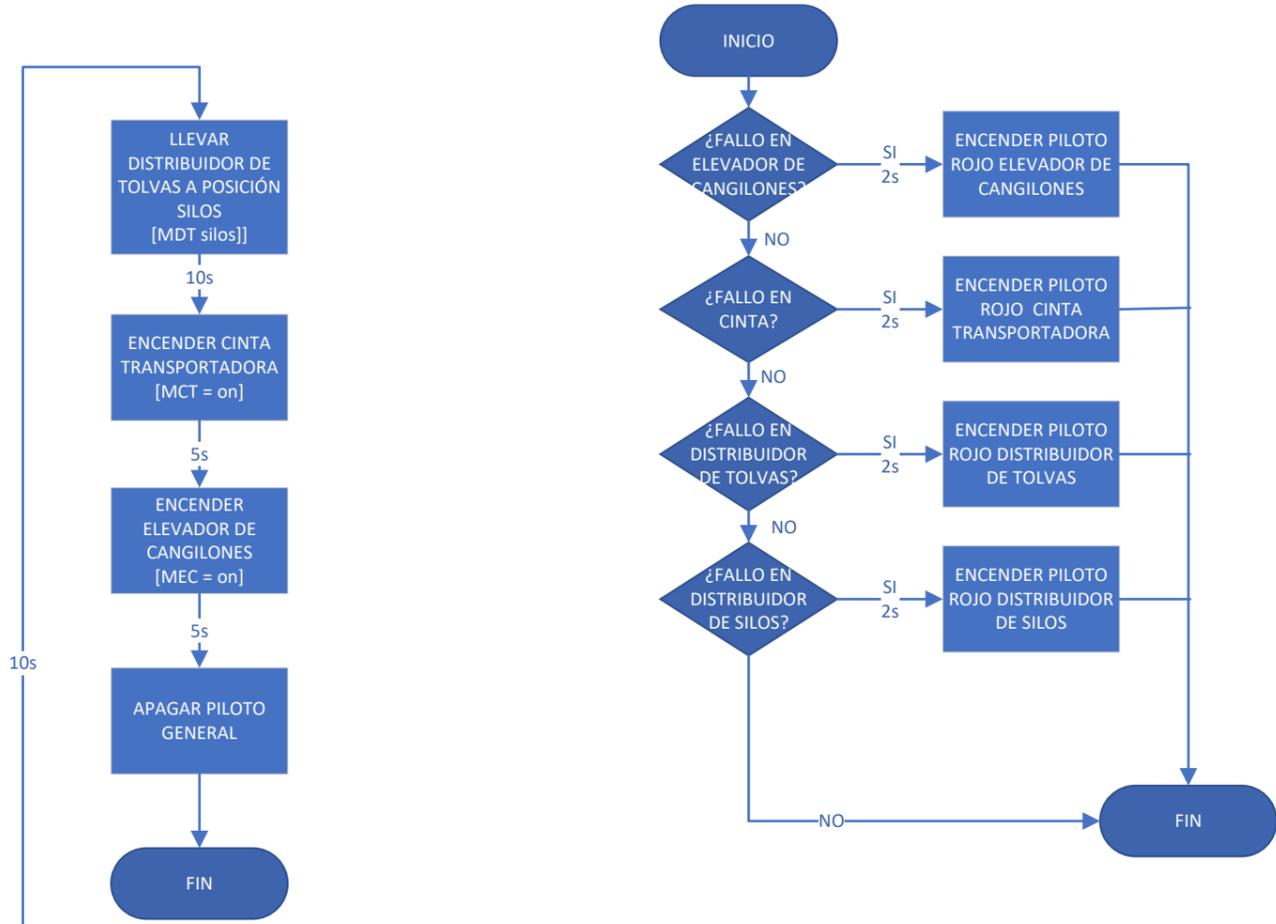


	Fecha	Nombre y apellidos	Firma	Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial Área de Ingeniería Eléctrica
Dibujado:	06/2022	Rubén Sánchez Castro		
Comprobado:	06/2022	Norberto Redondo Melchor		Nº Plano: 3.6
Escala:	ESQUEMAS UNIFILARES 3			Nº Revisión: 1

SECUENCIA DE LLENADO DE SILOS

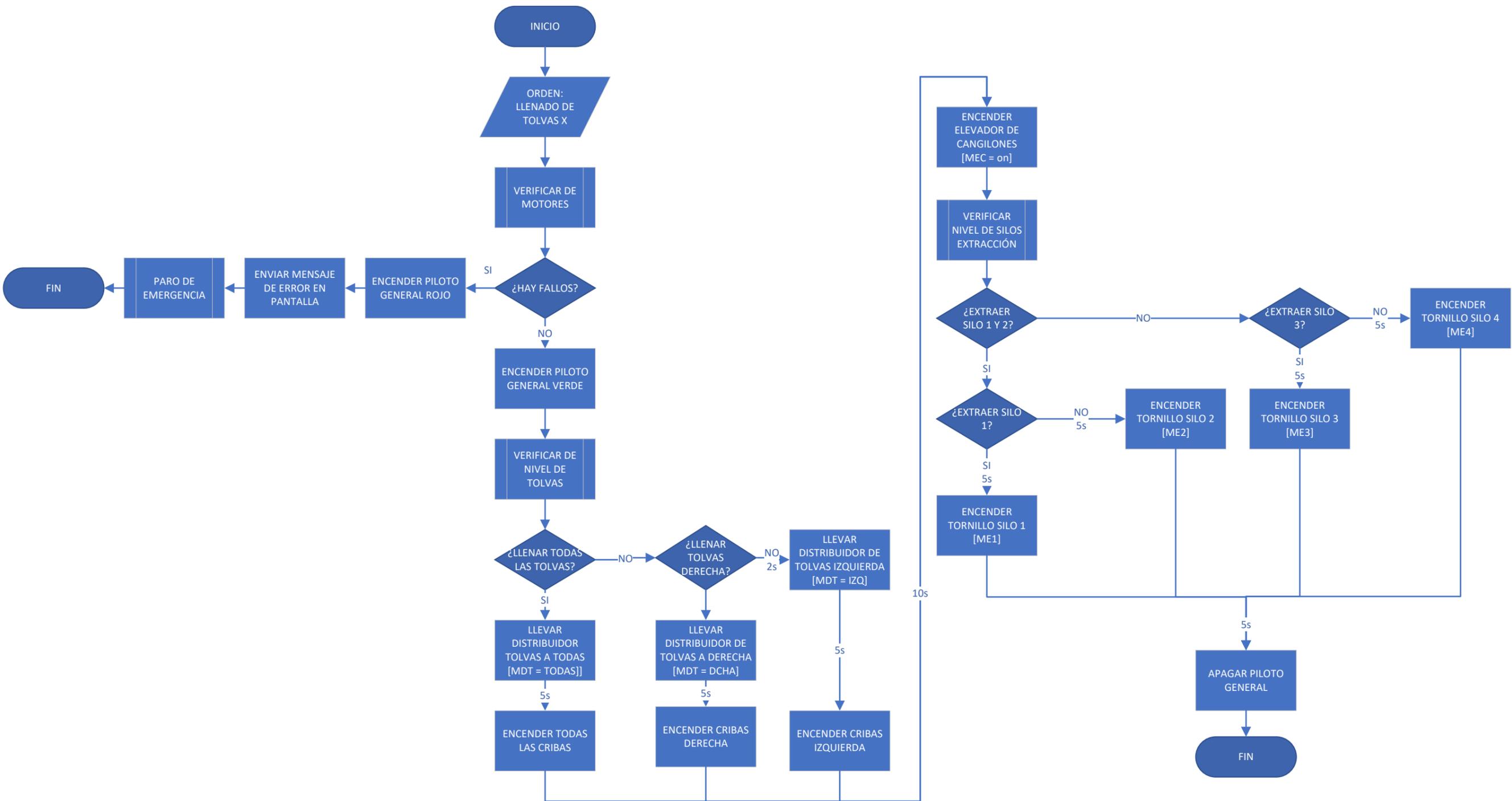


VERIFICACIÓN DE MOTORES SECUENCIA DE LLENADO DE SILOS

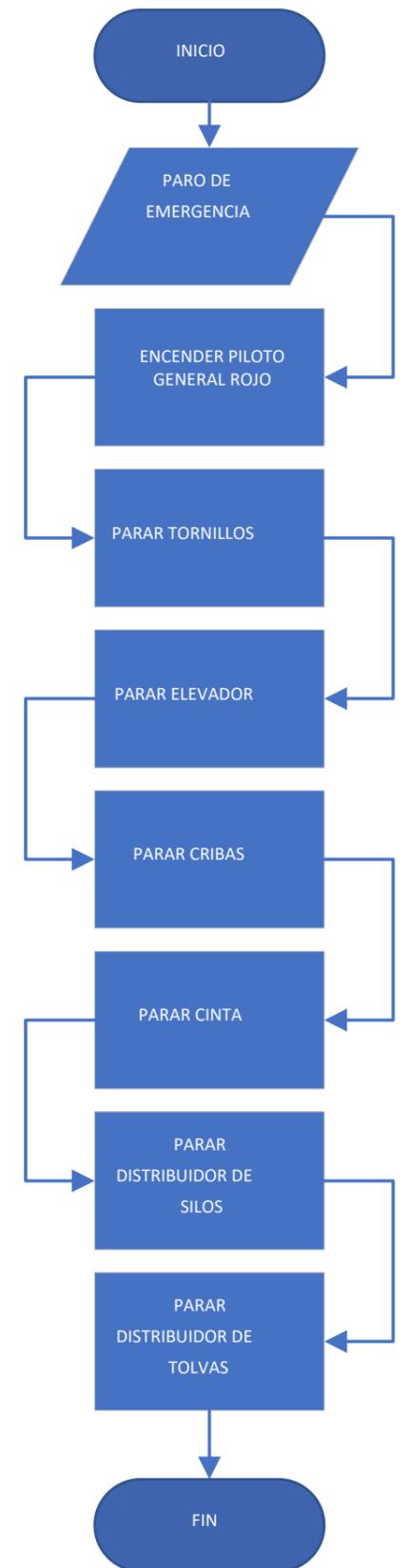
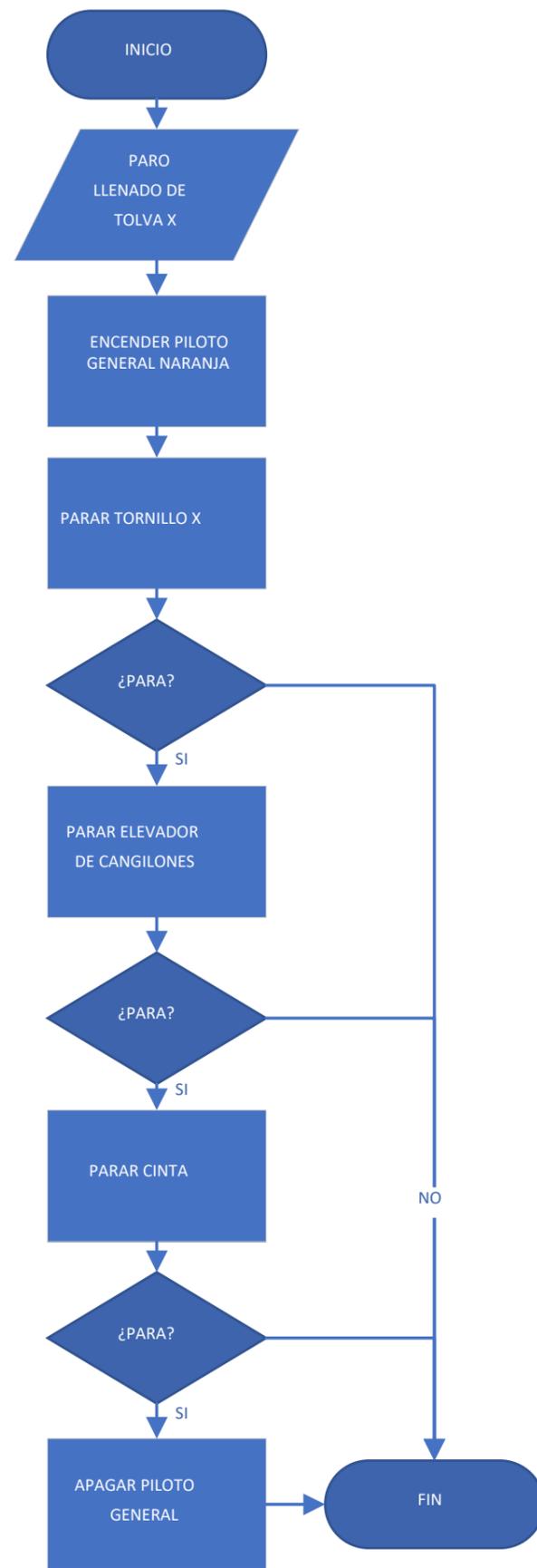
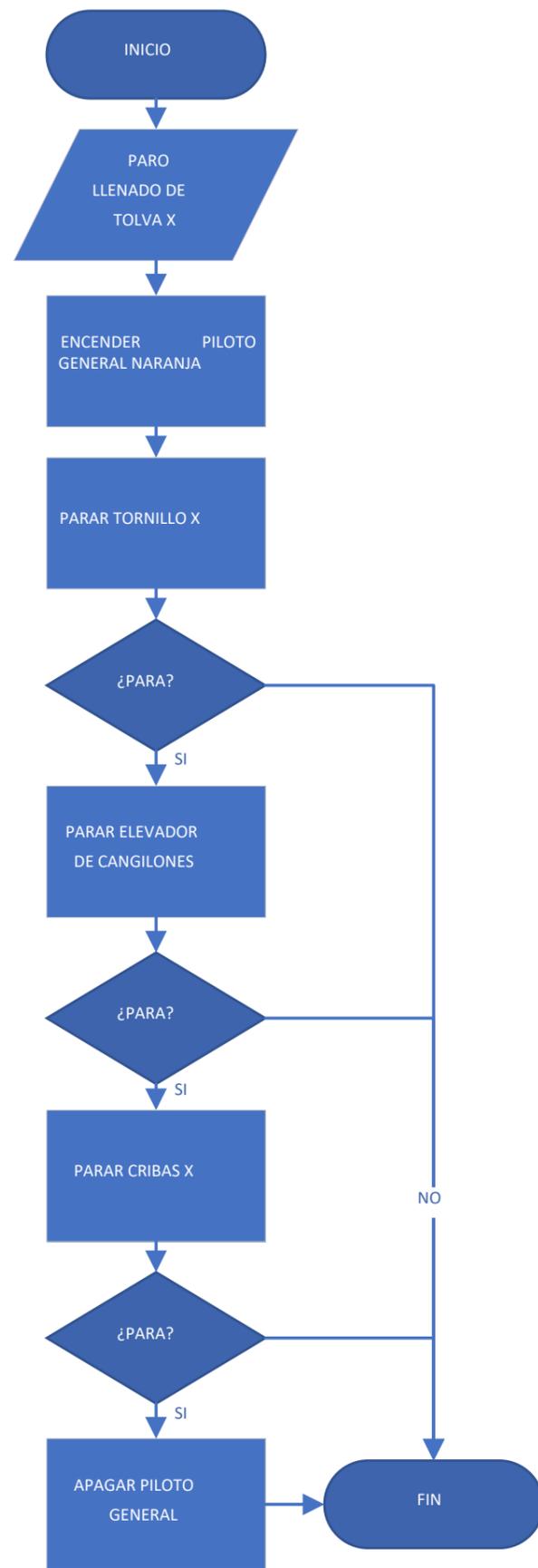
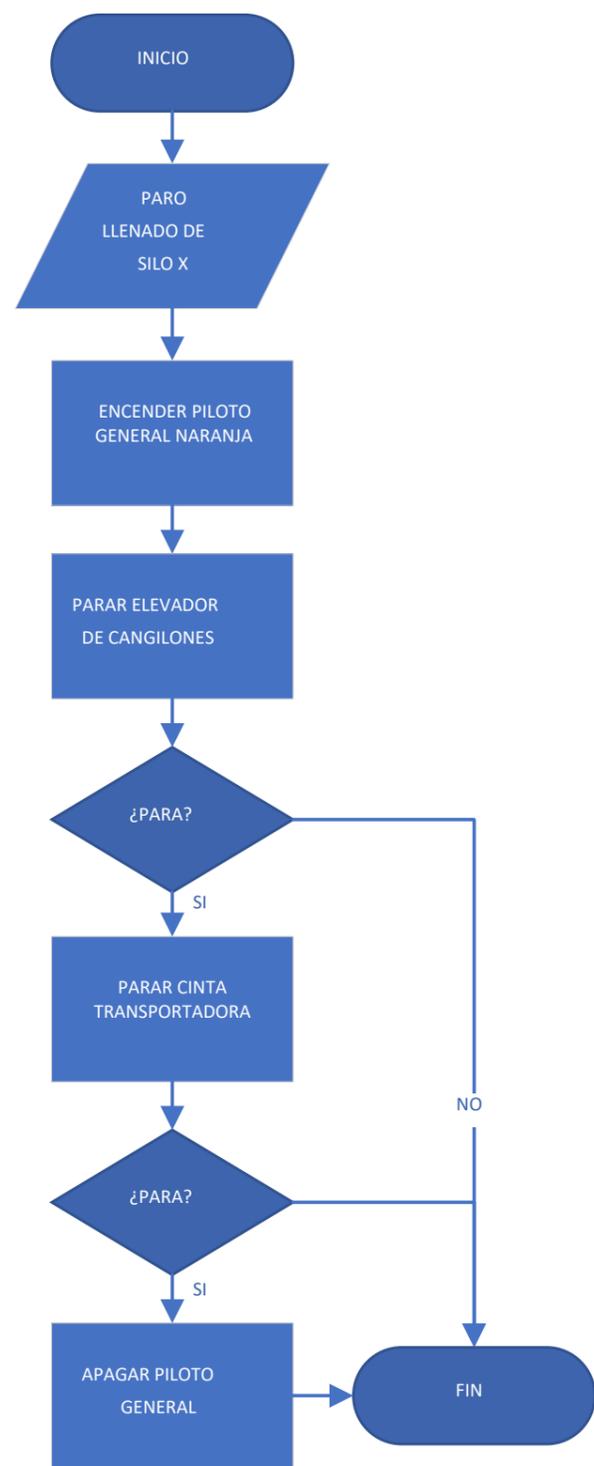


	Fecha	Nombre y apellidos	Firma	Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial Área de Ingeniería Eléctrica
	Dibujado:	06/2022	Rubén Sánchez Castro	
	Comprobado:	06/2022	Norberto Redondo Melchor	
Escala:	DIAGRAMA DE LLENADO DE SILOS			Nº Plano: 4.1
				Nº Revisión: 1

SECUENCIA DE LLENADO DE LAS TOLVAS DE DESCARGA

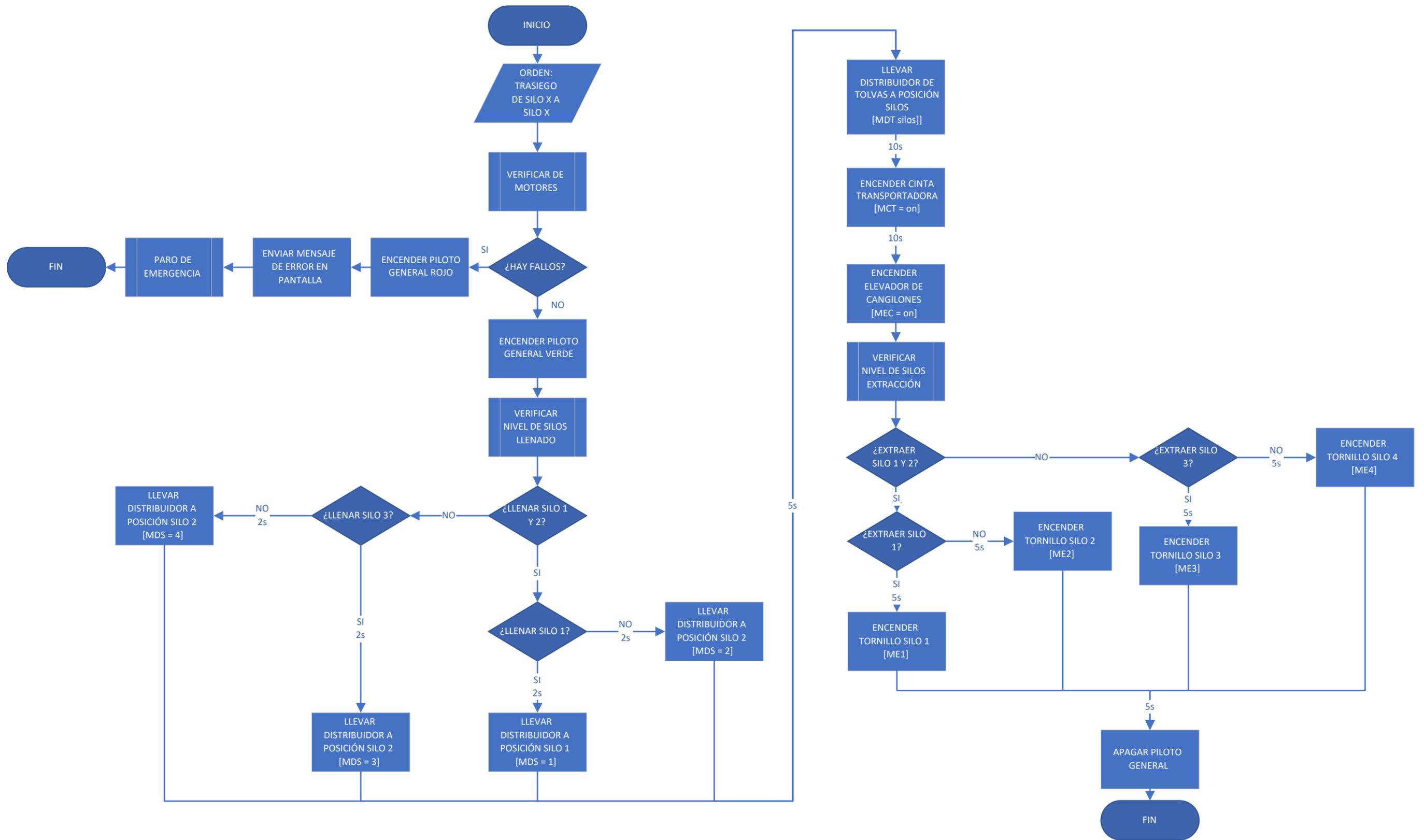


	Fecha	Nombre y apellidos	Firma	Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial Área de Ingeniería Eléctrica
Dibujado:	06/2022	Rubén Sánchez Castro		
Comprobado:	06/2022	Norberto Redondo Melchor		 Nº Plano: 4.2 Nº Revisión: 1
Escala:	DIAGRAMA DE LLENADO DE TOLVAS			



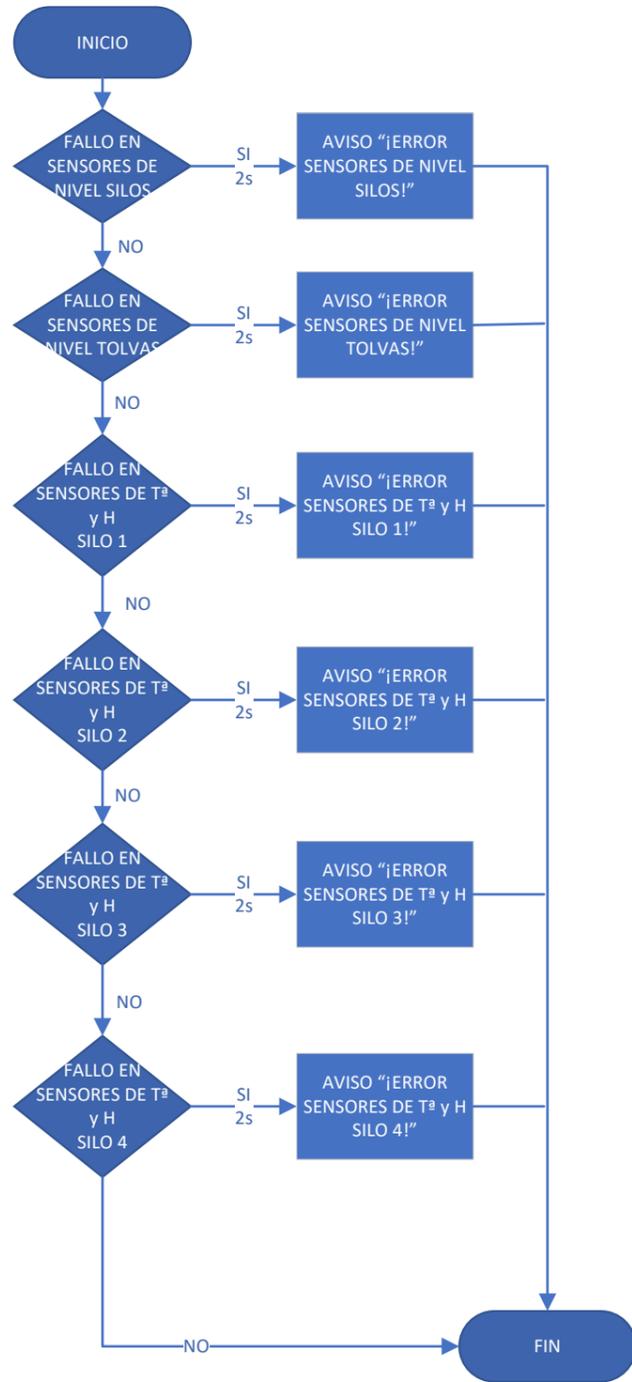
	Fecha	Nombre y apellidos	Firma	Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial Área de Ingeniería Eléctrica
Dibujado:	06/2022	Rubén Sánchez Castro		
Comprobado:	06/2022	Norberto Redondo Melchor		 Nº Plano: 4.3 Nº Revisión: 1
Escala:	DIAGRAMA DE PROCESOS DE PARADA			

SECUENCIA DE TRASIEGO DE SILOS

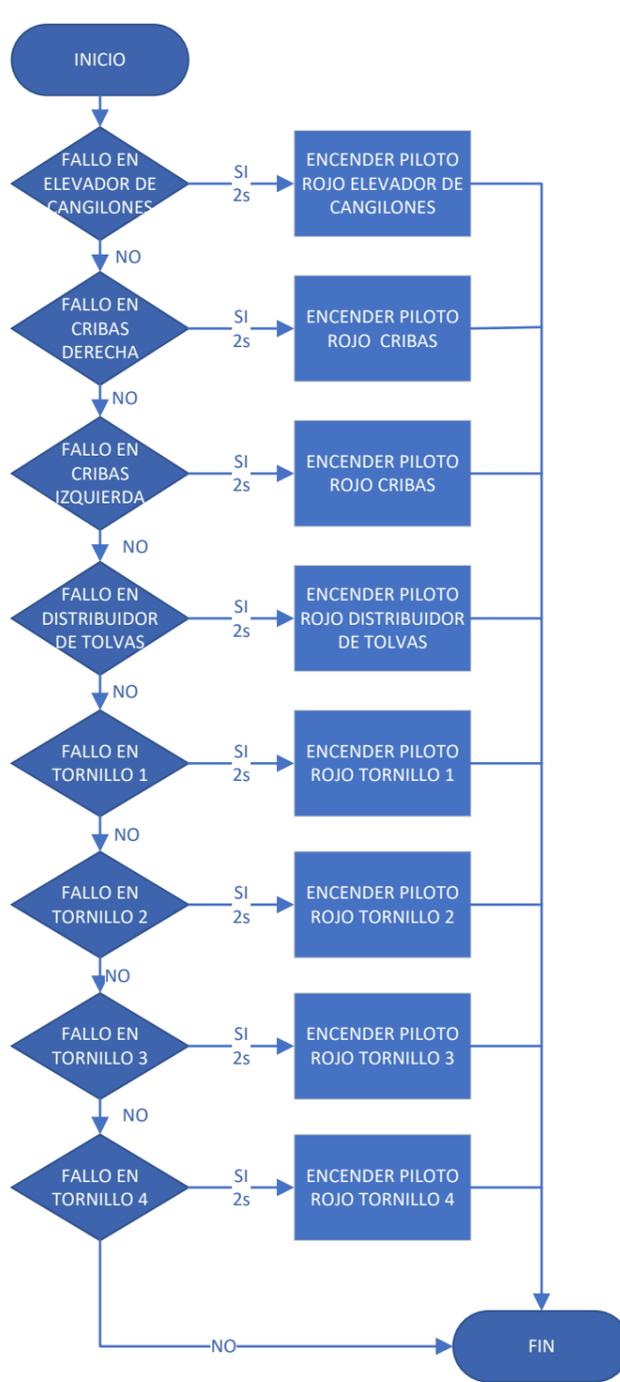


	Fecha	Nombre y apellidos	Firma	Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial Área de Ingeniería Eléctrica
Dibujado:	06/2022	Rubén Sánchez Castro		
Comprobado:	06/2022	Norberto Redondo Melchor		 Nº Plano: 4.4 Nº Revisión: 1
Escala:	DIAGRAMA DE TRASIEGO ENTRE SILOS			

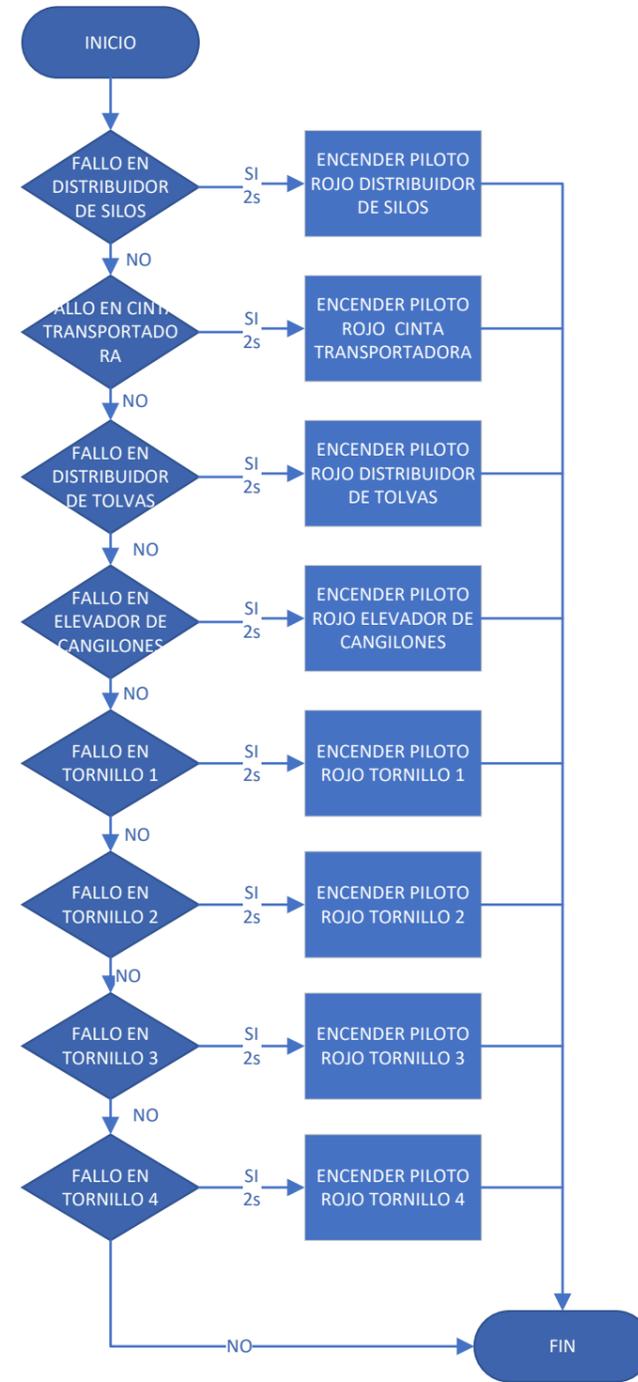
VERIFICACIÓN DE SENSORES



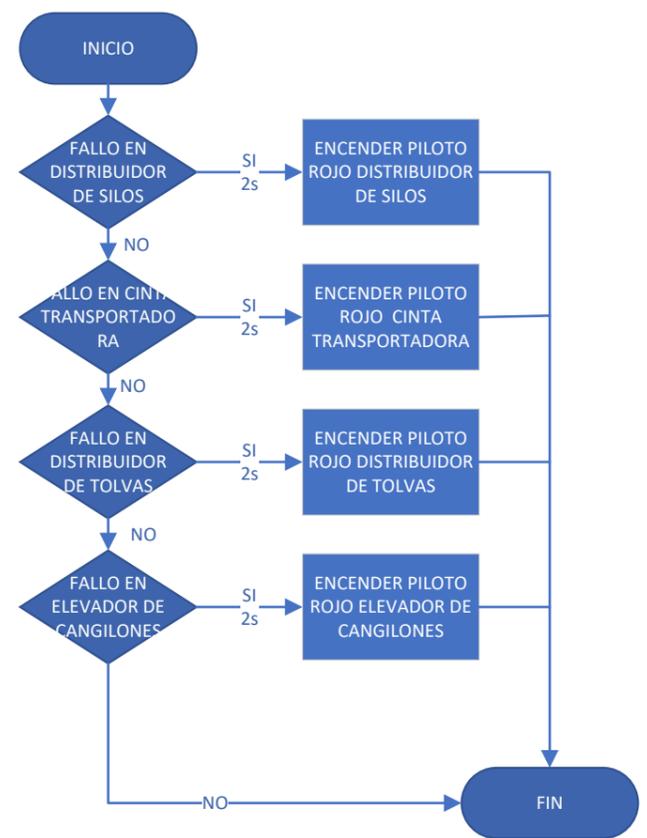
VERIFICACIÓN DE MOTORES SECUENCIA DE LLENADO DE LAS TOLVAS DE DESCARGA



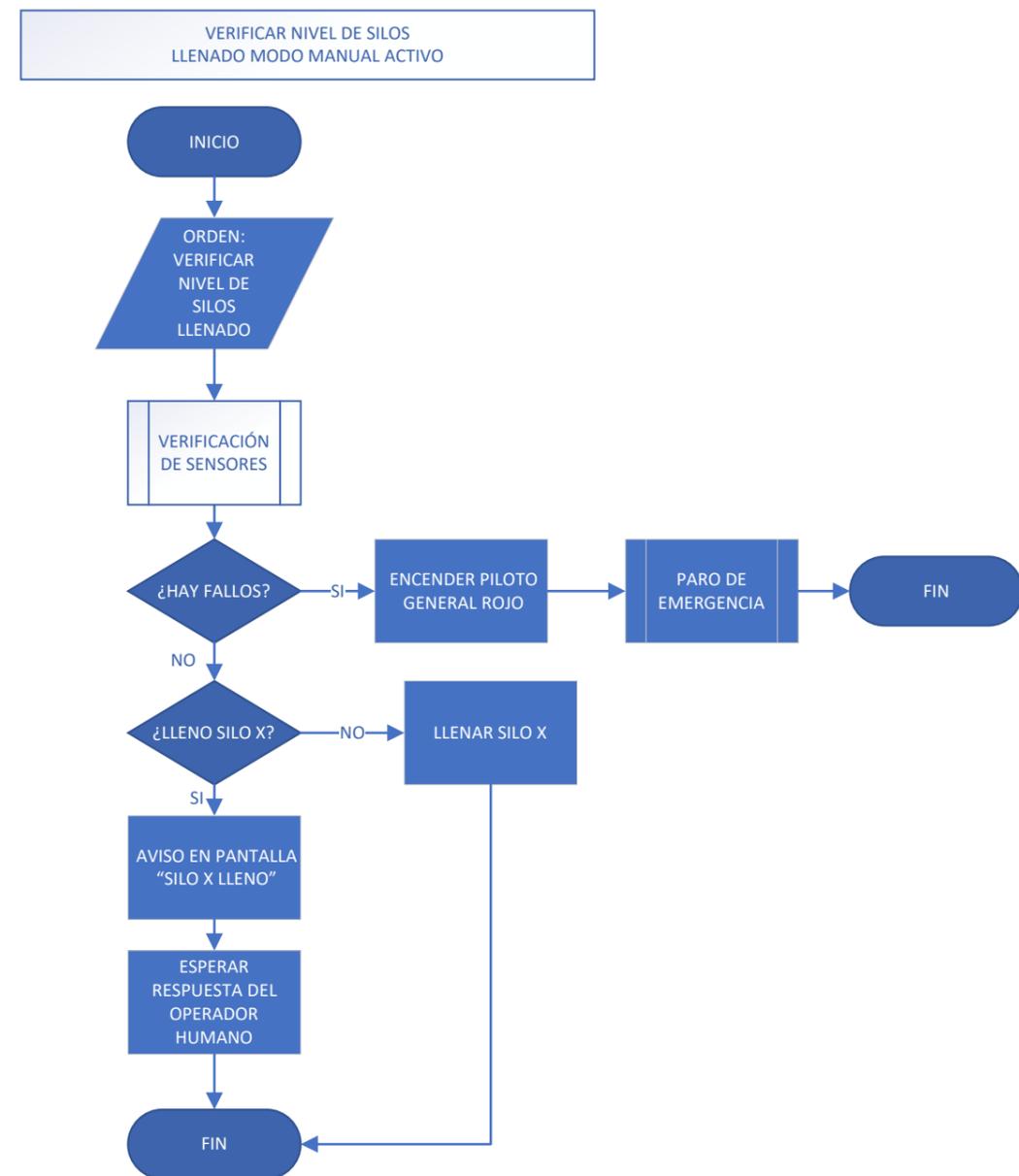
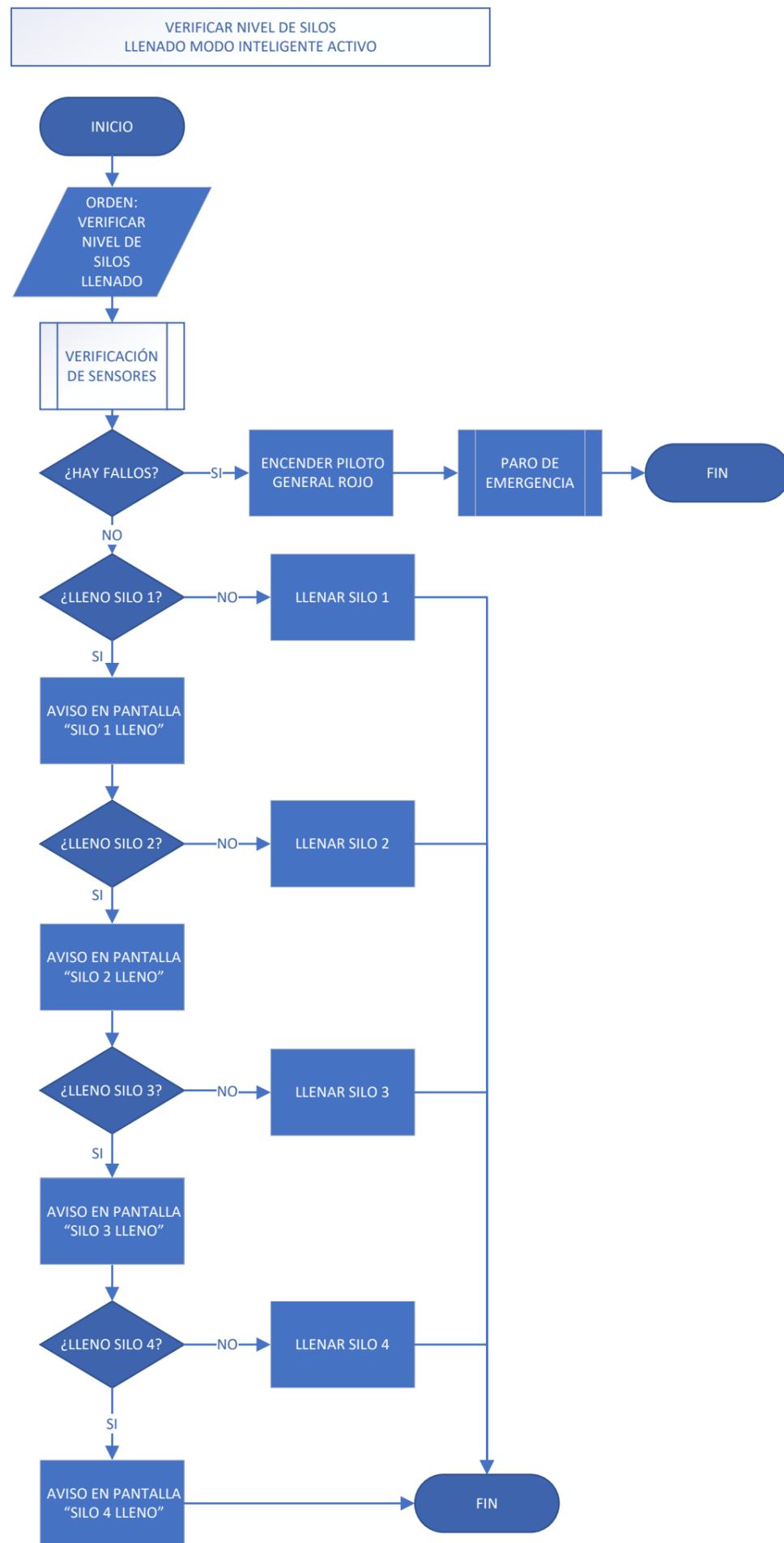
VERIFICACIÓN DE MOTORES SECUENCIA DE TRASIEGO



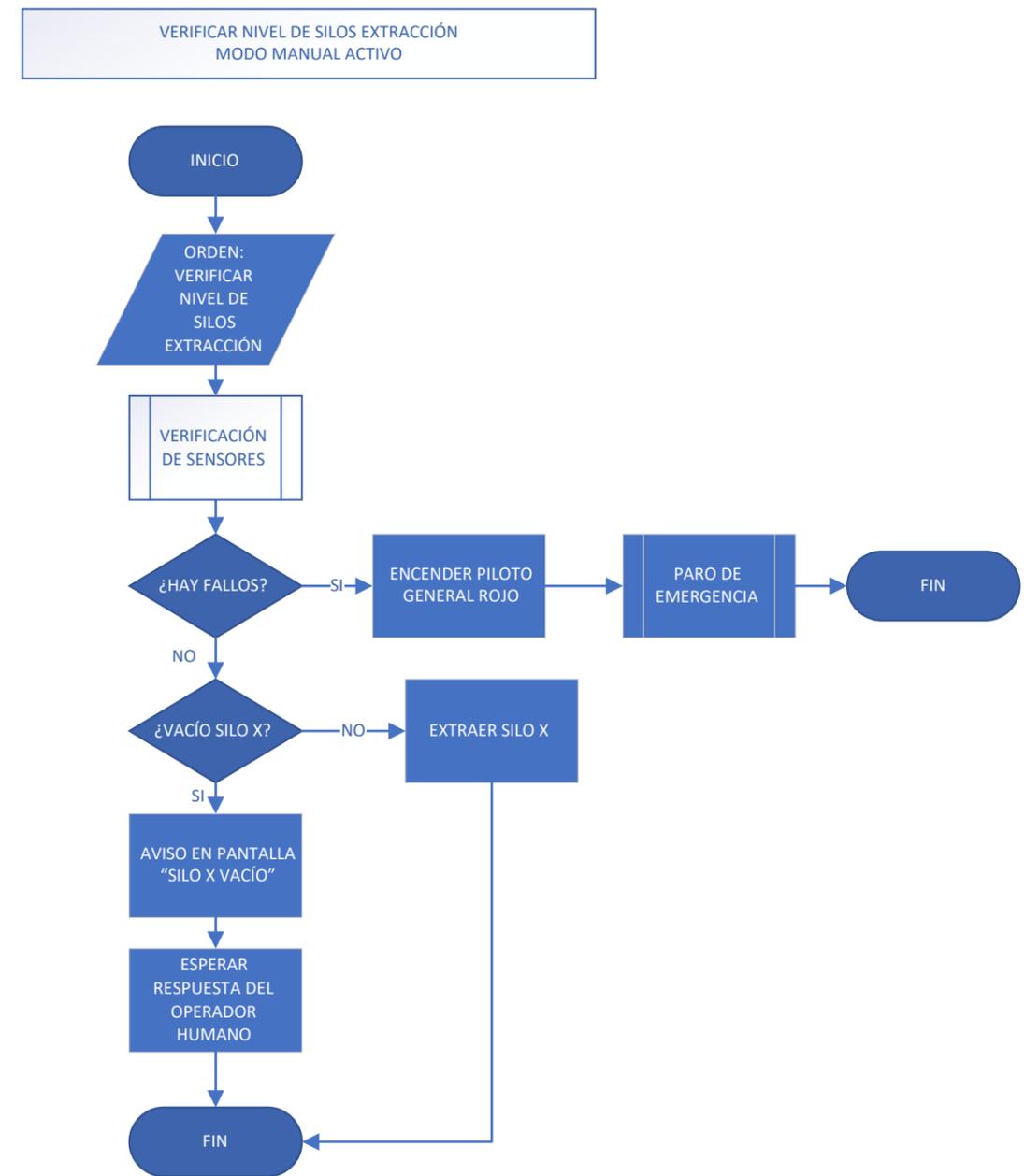
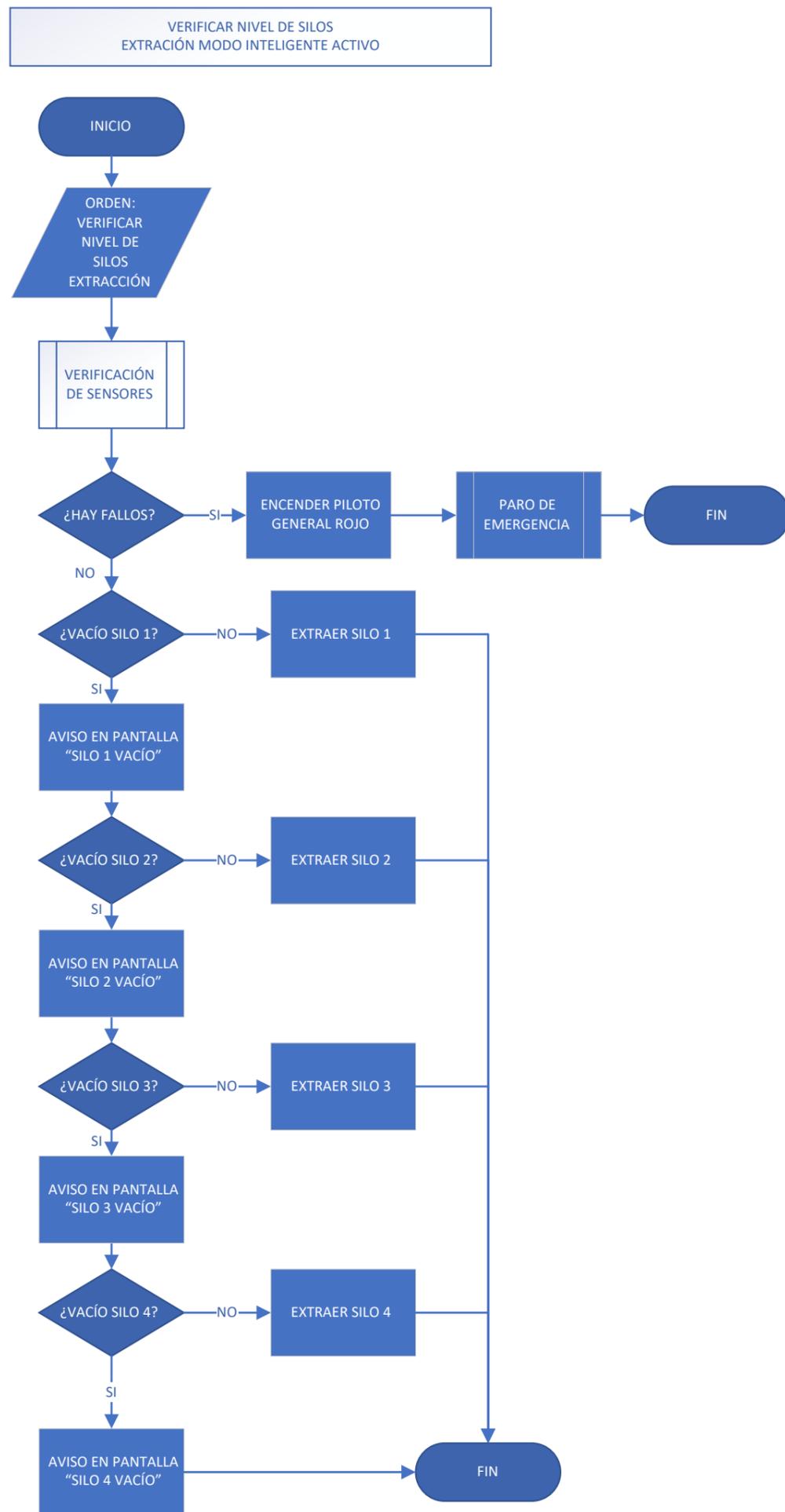
VERIFICACIÓN DE MOTORES SECUENCIA DE LLENADO DE SILOS



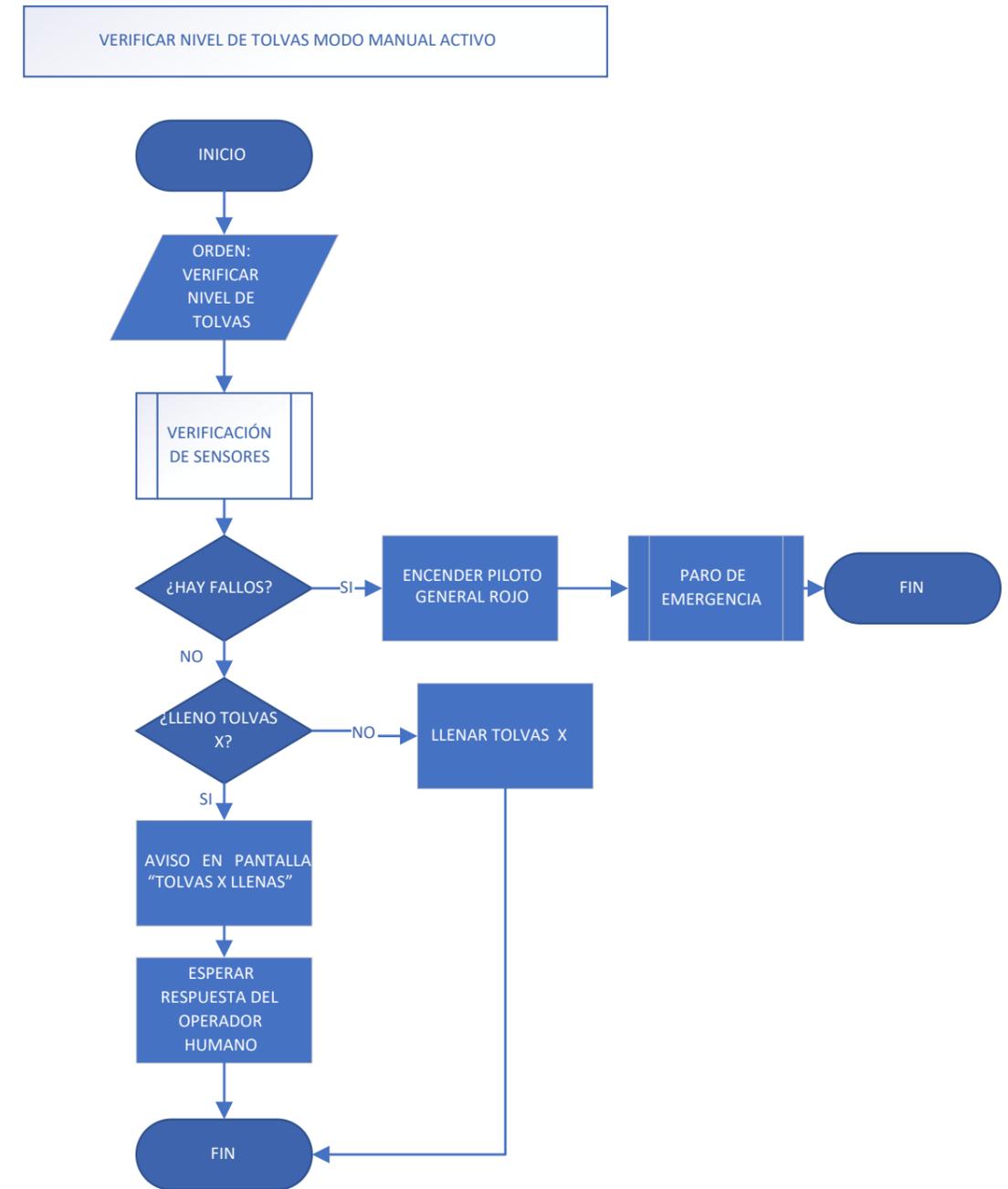
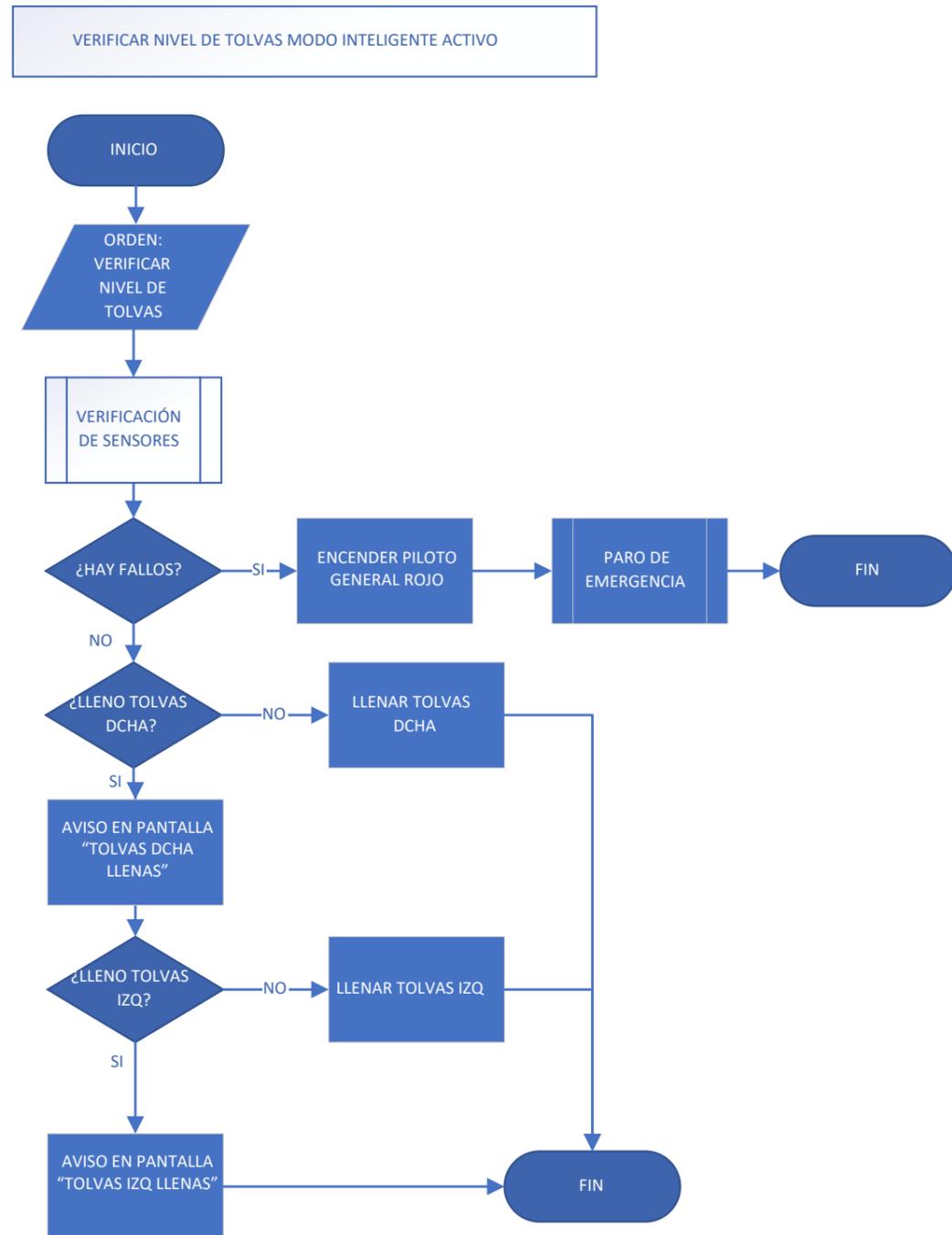
	Fecha	Nombre y apellidos	Firma	Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial Área de Ingeniería Eléctrica
	Dibujado:	06/2022	Rubén Sánchez Castro	
	Comprobado:	06/2022	Norberto Redondo Melchor	
Escala:	DIAGRAMA DE VERIFICACIÓN DE FALLOS			Nº Plano: 4.5
				Nº Revisión: 1



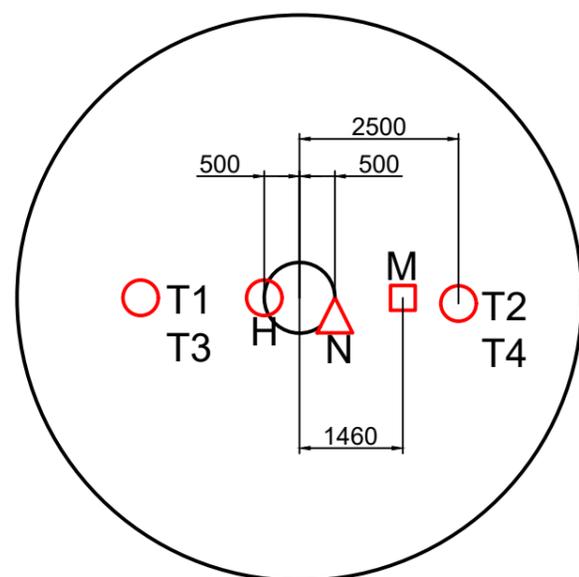
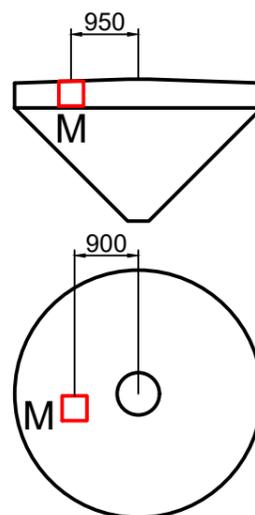
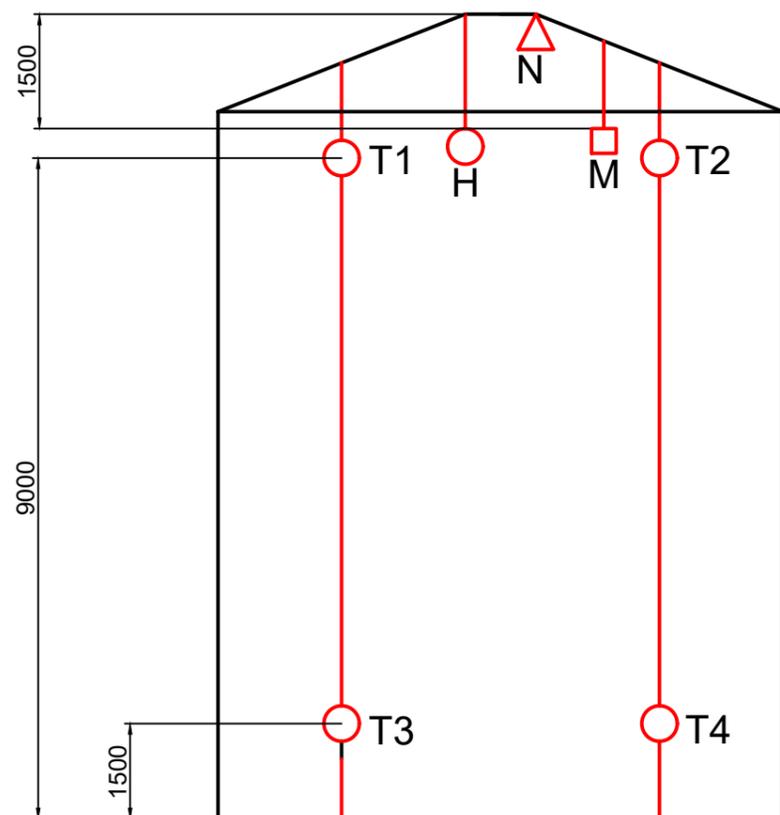
	Fecha	Nombre y apellidos	Firma	Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial Área de Ingeniería Eléctrica
Dibujado:	06/2022	Rubén Sánchez Castro		
Comprobado:	06/2022	Norberto Redondo Melchor		
Escala:	DIAGRAMA DE VERIFICACIÓN DE NIVEL SILOS 1			Nº Plano: 4.6
				Nº Revisión: 1



🗨️	Fecha	Nombre y apellidos	Firma	Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial Área de Ingeniería Eléctrica
Dibujado:	06/2022	Rubén Sánchez Castro		
Comprobado:	06/2022	Norberto Redondo Melchor		
Escala:	DIAGRAMA DE VERIFICACIÓN DE NIVEL SILOS 2			Nº Plano: 4.7
				Nº Revisión: 1



🏠	Fecha	Nombre y apellidos	Firma	Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial Área de Ingeniería Eléctrica
Dibujado:	06/2022	Rubén Sánchez Castro		
Comprobado:	06/2022	Norberto Redondo Melchor		
Escala:	DIAGRAMA DE VERIFICACIÓN DE NIVEL TOLVAS			Nº Plano: 4.8
				Nº Revisión: 1



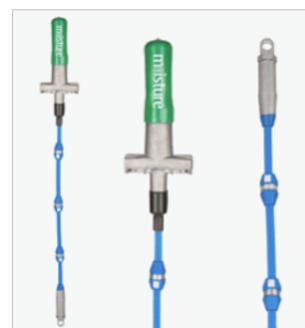
SENSOR DE NIVEL: VEGAPLUS 69 [N]



Características:

- Señal de salida: 4 – 20 mA.
- Precisión: ± 5 mm
- Protección: IP66/IP68
- Distancia de mediada: Hasta 120 m]
- Protocolo del puerto de comunicación: Modbus, Ethernet.
- Materiales: Plástico, aluminio, acero inoxidable.

SENSORES DE HUMEDAD Y TEMPERATURA [T y H]



Características:

- Alimentación : 9~30VDC
- Distancia de control: 30M
- Protección: IP67
- Max.30 sensores de temperatura en un cable.

SENSOR DE LLENADO MÁXIMO [M]



Características:

- Tensión de trabajo: 240 V
- Precisión: $\pm 10^\circ$
- Protección: IP68
- Longitud de cable: Hasta 30 m
- Protocolo del puerto de comunicación: red eléctrica.
- Materiales: Polipileno copolímero + HR HY

T Sensor de Temperatura
 H Sensor de Humedad
 N Sensor de nivel VegaPlus 69
 M Sensor de llenado máximo Soliba EX P

	Fecha	Nombre y apellidos	Firma	Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial Área de Ingeniería Eléctrica
Dibujado:	06/2022	Rubén Sánchez Castro		
Comprobado:	06/2022	Norberto Redondo Melchor		
Escala: 1:100	DISTRIBUCIÓN DE SENSORES			
				Nº Revisión: 1

LISTADO DE SEÑALES

Salidas digitales		Entradas digitales		Entradas analógicas		Comandos de comunicación		
N.º	Código	Descripción	N.º	Código	Descripción	N.º	Código	Descripción
1	ALM	Alarma	1	MM	Modo de mantenimiento	1	ST1_1	Sensor temperatura 1 silo 1
2	PG	Piloto general	2	MMA	Modo manual	2	ST1_2	Sensor temperatura 1 silo 2
3	PT1	Piloto tornillo 1	3	MI	Modo inteligente	3	ST1_3	Sensor temperatura 1 silo 3
4	PT2	Piloto tornillo 2	4	STOP	Paro de emergencia	4	ST1_4	Sensor temperatura 1 silo 4
5	PT3	Piloto tornillo 3	5	HS1	Lleno silo 1	5	ST2_1	Sensor temperatura 2 silo 1
6	PT4	Piloto tornillo 4	6	HS2	Lleno silo 2	6	ST2_2	Sensor temperatura 2 silo 2
7	PC1	Piloto cribas derecha	7	HS3	Lleno silo 3	7	ST2_3	Sensor temperatura 2 silo 3
8	PC2	Piloto cribas izquierda	8	HS4	Lleno silo 4	8	ST2_4	Sensor temperatura 2 silo 4
9	PCT	Piloto cinta transportadora	9	HT1	Lleno tolva 1	9	ST3_1	Sensor temperatura 3 silo 1
10	PEC	Piloto elevador de cangilones	10	HT2	Lleno tolva 2	10	ST3_2	Sensor temperatura 3 silo 2
11	PDS	Piloto distribuidor de silos	11	HT3	Lleno tolva 3	11	ST3_3	Sensor temperatura 3 silo 3
12	PDT	Piloto distribuidor de tolvas	12	HT4	Lleno tolva 4	12	ST3_4	Sensor temperatura 3 silo 4
13	S_LS1	Llenar silo 1	13	FT1	Fallo tornillo 1	13	ST4_1	Sensor temperatura 4 silo 1
14	S_LS2	Llenar silo 2	14	FT2	Fallo tornillo 2	14	ST4_2	Sensor temperatura 4 silo 2
15	S_LS3	Llenar silo 3	15	FT3	Fallo tornillo 3	15	ST4_3	Sensor temperatura 4 silo 3
16	S_LS4	Llenar silo 4	16	FT4	Fallo tornillo 4	16	ST4_4	Sensor temperatura 4 silo 4
17	S_TOLVAD	Llenar tolvas derecha	17	FC1	Fallo criba 1	17	SH_1	Sensor humedad silo 1
18	S_TOLVAI	Llenar tolvas izquierda	18	FC2	Fallo criba 2	18	SH_2	Sensor humedad silo 2
19	S_ES1	Extraer silo 1	19	FC3	Fallo criba 3	19	SH_3	Sensor humedad silo 3
20	S_ES2	Extraer silo 2	20	FC4	Fallo criba 4	20	SH_4	Sensor humedad silo 4
21	S_ES3	Extraer silo 3	21	FCT	Fallo cinta transportadora	21	N_1	Nivel silo 1
22	S_ES4	Extraer silo 4	22	FEC	Fallo elevador de cangilones	22	N_2	Nivel silo 2
			23	FDT	Fallo distribuidor tolvas	23	N_3	Nivel silo 3
			24	FDS	Fallo distribuidor de silos	24	N_4	Nivel silo 4
			25	E_LS1	Llenar silo 1	EQUIPOS EMPLEADOS		
			26	E_LS2	Llenar silo 2	Ud.		
			27	E_LS3	Llenar silo 3	1 HMIDT35XFH pantalla 7" WVGA EXT. display 3C3 GTUX.		
			28	E_LS4	Llenar silo 4	1 PLC Schneider Electric Modicon M221		
			29	E_TOLVAD	Llenar tolvas derecha	3 Analog input module, Modicon TM3, 8 inputs (spring) 24 VDC		
			30	E_TOLVAI	Llenar tolvas izquierda	1 Discrete input module, Modicon TM3, 32 inputs (HE10) 24 VDC		
			31	E_ES1	Extraer silo 1	1 Discrete output module, Modicon TM3, 32 outputs transistor PNP (HE10)		
			32	E_ES2	Extraer silo 2	4 Sensor de nivel, VEGAPLUS 69		
			33	E_ES3	Extraer silo 3	8 Sensor de radar, SOLIBA EX P		
			34	E_ES4	Extraer silo 4	4 Sensor de humedad		
						32 Sensor de temperatura		



PLC Schneider Electric Modicon M221

- Tensión de alimentación: 24 V en corriente continua.
- Número de entradas/salidas digitales: 24.
- Número de entradas analógicas: 2.
- Conexión: USB 2.0 mini, RJ45.
- Comunicación en redes disponibles: MODBUS TCP, Ethernet.
- Tiempo de respuesta: 60 µs.
- Memoria: 256 kB para aplicación de usuarios y datos RAM
- Montaje sobre carril DIN acorde a IEC 60715.



SCADA HMIDT35XFH pantalla 7" WVGA EXT. display 3C3 GTUX.

- Manejo con pantalla táctil
- Colocación en exterior, protección IP66/IP67
- Display LCD 7" a color
- Con servidor web incorporado para gestión y control desde un ordenador super-visor conectado a Internet.

🔊	Fecha	Nombre y apellidos	Firma	Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial Área de Ingeniería Eléctrica 
Dibujado:	06/2022	Rubén Sánchez Castro		
Comprobado:	06/2022	Norberto Redondo Melchor		Nº Plano: 4.10
Escala:	LISTADO DE SEÑALES			Nº Revisión: 1

IX. ANEJO 2: TABLA DE DATOS Y CÁLCU- LOS

1. CÁLCULOS DE LA TOLVA
2. CÁLCULOS DE LA CARGA DE VIENTO
3. CÁLCULOS DE LA ESTRUCTURA Y CIMENTACIÓN
4. CÁLCULOS ELÉCTRICOS

CÁLCULO DE LAS DIMENSIONES DE LA TOLVA DE DESCARGA

Datos del Cono

In[*]:= **d = 3.5;**
b = 0.3;
alp = 45;

$$\text{In[*]:= } hc = \text{Tan} \left[\frac{\text{alp} * \text{Pi}}{180} \right] * \frac{d - b}{2}$$

Out[*]= 1.6

$$\text{In[*]:= } vc = \int_0^{hc} \text{Pi} * \left(\frac{b}{2} + \frac{x}{\text{Tan} \left[\frac{\text{alp} * \text{Pi}}{180} \right]} \right)^2 dx$$

Out[*]= 5.60879

Datos del Cilindro

In[*]:= **Vc = 9 - vc**

Out[*]= 3.39121

$$\text{In[*]:= } Hc = \frac{Vc}{\text{Pi} * \left(\frac{d}{2} \right)^2}$$

Out[*]= 0.352475

In[*]:= **H = Hc + hc**

Out[*]= 1.95248

In[*]:= **Ht = 4.15 + H**

Out[*]= 6.10248

In[*]:= **ClearAll;**
[borra todo]

In[*]=

Cálculo del viento sobre una tolva

```
In[*]:= cscd = 1;  
d = 1.25;  
ce = 1.4;  
vb = 26;  
b = 3.5;  
k = 0.2 * 10^-3;  
v = 15 * 10^-6;  
w = 0.97;  
A = 6.82;
```

```
In[*]:= q = 0.5 * ce * d * vb^2
```

```
Out[*]= 591.5
```

```
In[*]:= vz =  $\sqrt{\frac{2 * q}{d}}$ 
```

```
Out[*]= 30.7636
```

```
In[*]:= R =  $\frac{b * vz}{v}$ 
```

```
Out[*]= 7.17818 * 10^6
```

```
In[*]:= cf0 = 1.2 +  $\frac{0.18 * \text{Log}\left[10 * \frac{k}{b}\right]}{1 + 0.4 * \text{Log}\left[\frac{R}{10^6}\right]}$ 
```

```
Out[*]= 0.448427
```

```
In[*]:= cf = cf0 * w
```

```
Out[*]= 0.434974
```

```
In[*]:= Fw =  $\frac{\text{cscd} * \text{cf} * q * A}{98.1}$ 
```

```
Out[*]= 17.8868
```

```
In[*]:= F = 2 * Fw
```

```
Out[*]= 35.7737
```

```
In[*]:= F / 7
```

```
Out[*]= 5.11053
```

```
In[*]:= ClearAll;
```

```
borra todo
```

ÍNDICE

1. DATOS DE OBRA.....	2
1.1. Normas consideradas.....	2
1.2. Estados límite.....	2
1.2.1. Situaciones de proyecto.....	2
2. ESTRUCTURA.....	5
2.1. Geometría.....	5
2.1.1. Nudos.....	5
2.1.2. Barras.....	6
2.1.2.1. Materiales utilizados.....	6
2.1.2.2. Características mecánicas.....	6
2.1.2.3. Resumen de medición.....	6
2.2. Cargas.....	6
2.2.1. Barras.....	6
2.3. Resultados.....	9
2.3.1. Nudos.....	9
2.3.1.1. Reacciones.....	9
2.3.2. Barras.....	10
2.3.2.1. Resistencia.....	10
2.3.2.2. Flechas.....	11
2.3.2.3. Comprobaciones E.L.U. (Resumido).....	13
2.4. Uniones.....	14
2.4.1. Comprobaciones en placas de anclaje.....	14
2.4.2. Medición.....	15
3. CIMENTACIÓN.....	16
3.1. Elementos de cimentación aislados.....	16
3.1.1. Descripción.....	16
3.1.2. Medición.....	16
3.1.3. Comprobación.....	16
3.2. Vigas.....	25
3.2.1. Descripción.....	25
3.2.2. Medición.....	25
3.2.3. Comprobación.....	26



1. DATOS DE OBRA

1.1. Normas consideradas

Cimentación: Código Estructural

Aceros laminados y armados: Código Estructural

Categoría de uso: G2. Cubiertas accesibles únicamente para mantenimiento

1.2. Estados límite

E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones	CTE
E.L.U. de rotura. Acero laminado	Cota de nieve: Altitud superior a 1000 m
Tensiones sobre el terreno	Acciones características
Desplazamientos	

1.2.1. Situaciones de proyecto

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

γ_G Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes

γ_P Coeficiente parcial de seguridad de la acción de pretensado

$\gamma_{Q,1}$ Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal

$\gamma_{Q,i}$ Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento

$\Psi_{p,1}$ Coeficiente de combinación de la acción variable principal

$\Psi_{a,i}$ Coeficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento

Para cada situación de proyecto y estado límite los coeficientes a utilizar serán:

E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones: Código Estructural / CTE DB-SE C



Listados

Estructura tolvas

Fecha: 20/06/22

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.600	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.600	1.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.600	1.000	0.600
Nieve (Q)	0.000	1.600	1.000	0.700

E.L.U. de rotura. Acero laminado: Código Estructural

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	0.800	1.350	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.500	1.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.500	1.000	0.600
Nieve (Q)	0.000	1.500	1.000	0.700

Tensiones sobre el terreno

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Viento (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

Desplazamientos

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Viento (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000



Producido por una versión no profesional de CYPE



2. ESTRUCTURA

2.1. Geometría

2.1.1. Nudos

Referencias:

$\Delta_x, \Delta_y, \Delta_z$: Desplazamientos prescritos en ejes globales.

$\theta_x, \theta_y, \theta_z$: Giros prescritos en ejes globales.

Cada grado de libertad se marca con 'X' si está coaccionado y, en caso contrario, con '-'.

Referencia	Nudos									Vinculación interior
	Coordenadas			Vinculación exterior						
	X (m)	Y (m)	Z (m)	Δ_x	Δ_y	Δ_z	θ_x	θ_y	θ_z	
N1	0.000	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N2	7.000	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N3	7.000	7.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N4	0.000	7.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N5	7.000	0.000	4.300	-	-	-	-	-	-	Articulado
N6	0.000	7.000	4.300	-	-	-	-	-	-	Articulado
N7	7.000	7.000	4.300	-	-	-	-	-	-	Articulado
N8	0.000	0.000	4.300	-	-	-	-	-	-	Articulado
N9	3.500	0.000	4.300	-	-	-	-	-	-	Articulado
N10	7.000	3.500	4.300	-	-	-	-	-	-	Articulado
N11	3.500	7.000	4.300	-	-	-	-	-	-	Articulado
N12	0.000	3.500	4.300	-	-	-	-	-	-	Articulado
N13	0.000	0.000	5.800	-	-	-	-	-	-	Articulado
N14	0.000	3.500	5.800	-	-	-	-	-	-	Articulado
N15	0.000	7.000	5.800	-	-	-	-	-	-	Articulado
N16	3.500	7.000	5.800	-	-	-	-	-	-	Articulado
N17	7.000	7.000	5.800	-	-	-	-	-	-	Articulado
N18	7.000	3.500	5.800	-	-	-	-	-	-	Articulado
N19	7.000	0.000	5.800	-	-	-	-	-	-	Articulado
N20	3.500	0.000	5.800	-	-	-	-	-	-	Articulado
N21	7.000	3.500	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N22	0.000	3.500	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N23	3.500	3.500	4.300	-	-	-	-	-	-	Articulado
N24	3.500	3.500	5.800	-	-	-	-	-	-	Articulado

Producido por una versión no profesional de CYPE



2.1.2. Barras

2.1.2.1. Materiales utilizados

Materiales utilizados							
Material		E	ν	G	f_y	α_t	γ
Tipo	Designación	(kp/cm ²)		(kp/cm ²)	(kp/cm ²)	(m/m°C)	(t/m ³)
Acero laminado	S275 (UNE-EN 10025-2)	2140672.8	0.300	825688.1	2803.3	0.000012	7.850
Notación: E: Módulo de elasticidad ν : Módulo de Poisson G: Módulo de cortadura f_y : Límite elástico α_t : Coeficiente de dilatación γ : Peso específico							

2.1.2.2. Características mecánicas

Tipos de pieza	
Ref.	Piezas
1	N1/N13, N22/N14, N4/N15, N15/N17, N13/N19, N14/N18, N20/N16, N2/N19, N21/N18, N3/N17, N13/N15 y N19/N17
2	N8/N5, N6/N7, N8/N6, N12/N10, N9/N11, N11/N15, N11/N17, N9/N19, N9/N13, N12/N13, N12/N15, N23/N14, N23/N18, N23/N20, N23/N16, N23/N24, N9/N20, N11/N16, N5/N7, N10/N19 y N10/N17

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A (cm ²)	A _{vy} (cm ²)	A _{vz} (cm ²)	I _{yy} (cm ⁴)	I _{zz} (cm ⁴)	I _t (cm ⁴)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275 (UNE-EN 10025-2)	1	HE 140 B, (HEB)	43.00	25.20	7.31	1509.00	549.70	20.16
		2	HE 100 B, (HEB)	26.00	15.00	4.32	449.50	167.30	9.33
Notación: Ref.: Referencia A: Área de la sección transversal A _{vy} : Área de cortante de la sección según el eje local 'Y' A _{vz} : Área de cortante de la sección según el eje local 'Z' I _{yy} : Inercia de la sección alrededor del eje local 'Y' I _{zz} : Inercia de la sección alrededor del eje local 'Z' I _t : Inercia a torsión Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.									

2.1.2.3. Resumen de medición

Resumen de medición												
Material		Serie	Perfil	Longitud			Volumen			Peso		
Tipo	Designación			Perfil (m)	Serie (m)	Material (m)	Perfil (m ³)	Serie (m ³)	Material (m ³)	Perfil (kg)	Serie (kg)	Material (kg)
Acero laminado	S275 (UNE-EN 10025-2)	HEB	HE 140 B	76.800			0.330			2592.38		
			HE 100 B	92.195			0.240			1881.69		
					168.995			0.570			4474.08	
						168.995			0.570			4474.08

2.2. Cargas

2.2.1. Barras

Referencias:

'P1', 'P2':

- Cargas puntuales, uniformes, en faja y momentos puntuales: 'P1' es el valor de la carga. 'P2' no se utiliza.



- Cargas trapeciales: 'P1' es el valor de la carga en el punto donde comienza (L1) y 'P2' es el valor de la carga en el punto donde termina (L2).
- Cargas triangulares: 'P1' es el valor máximo de la carga. 'P2' no se utiliza.
- Incrementos de temperatura: 'P1' y 'P2' son los valores de la temperatura en las caras exteriores o paramentos de la pieza. La orientación de la variación del incremento de temperatura sobre la sección transversal dependerá de la dirección seleccionada.

'L1', 'L2':

- Cargas y momentos puntuales: 'L1' es la distancia entre el nudo inicial de la barra y la posición donde se aplica la carga. 'L2' no se utiliza.
- Cargas trapeciales, en faja, y triangulares: 'L1' es la distancia entre el nudo inicial de la barra y la posición donde comienza la carga, 'L2' es la distancia entre el nudo inicial de la barra y la posición donde termina la carga.

Unidades:

- Cargas puntuales: t
- Momentos puntuales: t·m.
- Cargas uniformes, en faja, triangulares y trapeciales: t/m.
- Incrementos de temperatura: °C.

Producido por una versión no profesional de CYPE

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N1/N8	Peso propio	Uniforme	0.034	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N8/N13	Peso propio	Uniforme	0.034	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N22/N12	Peso propio	Uniforme	0.034	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N12/N14	Peso propio	Uniforme	0.034	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N4/N6	Peso propio	Uniforme	0.034	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N6/N15	Peso propio	Uniforme	0.034	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N15/N16	Peso propio	Uniforme	0.034	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N15/N16	Q 1	Puntual	1.325	-	1.750	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N15/N16	N 1	Puntual	0.176	-	1.750	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N16/N17	Peso propio	Uniforme	0.034	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N16/N17	Q 1	Puntual	1.325	-	1.750	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N16/N17	N 1	Puntual	0.176	-	1.750	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N13/N20	Peso propio	Uniforme	0.034	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N13/N20	Q 1	Puntual	1.325	-	1.750	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N13/N20	V 1	Puntual	0.912	-	1.750	-	Globales	0.000	1.000	0.000
N13/N20	N 1	Puntual	0.176	-	1.750	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N20/N19	Peso propio	Uniforme	0.034	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N20/N19	Q 1	Puntual	1.325	-	1.750	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N20/N19	V 1	Puntual	0.912	-	1.750	-	Globales	0.000	1.000	0.000
N20/N19	N 1	Puntual	0.176	-	1.750	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N8/N9	Peso propio	Uniforme	0.020	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N9/N5	Peso propio	Uniforme	0.020	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N6/N11	Peso propio	Uniforme	0.020	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N11/N7	Peso propio	Uniforme	0.020	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N8/N12	Peso propio	Uniforme	0.020	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N12/N6	Peso propio	Uniforme	0.020	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N14/N24	Peso propio	Uniforme	0.034	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N14/N24	Q 1	Puntual	2.650	-	1.750	-	Globales	0.000	0.000	-1.000



Listados

Estructura tolvas

Fecha: 20/06/22

Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N14/N24	V 1	Puntual	0.912	-	1.750	-	Globales	0.000	1.000	0.000
N14/N24	N 1	Puntual	0.352	-	1.750	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N24/N18	Peso propio	Uniforme	0.034	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N24/N18	Q 1	Puntual	2.650	-	1.750	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N24/N18	V 1	Puntual	0.912	-	1.750	-	Globales	0.000	1.000	0.000
N24/N18	N 1	Puntual	0.352	-	1.750	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N20/N24	Peso propio	Uniforme	0.034	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N20/N24	Q 1	Puntual	2.650	-	1.750	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N20/N24	V 2	Puntual	0.912	-	1.750	-	Globales	-1.000	0.000	0.000
N20/N24	N 1	Puntual	0.352	-	1.750	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N24/N16	Peso propio	Uniforme	0.034	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N24/N16	Q 1	Puntual	2.650	-	1.750	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N24/N16	V 2	Puntual	0.912	-	1.750	-	Globales	-1.000	0.000	0.000
N24/N16	N 1	Puntual	0.352	-	1.750	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N12/N23	Peso propio	Uniforme	0.020	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N23/N10	Peso propio	Uniforme	0.020	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N9/N23	Peso propio	Uniforme	0.020	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N23/N11	Peso propio	Uniforme	0.020	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N11/N15	Peso propio	Uniforme	0.020	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N11/N17	Peso propio	Uniforme	0.020	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N9/N19	Peso propio	Uniforme	0.020	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N9/N13	Peso propio	Uniforme	0.020	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N12/N13	Peso propio	Uniforme	0.020	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N12/N15	Peso propio	Uniforme	0.020	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N23/N14	Peso propio	Uniforme	0.020	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N23/N18	Peso propio	Uniforme	0.020	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N23/N20	Peso propio	Uniforme	0.020	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N23/N16	Peso propio	Uniforme	0.020	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N23/N24	Peso propio	Uniforme	0.020	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N9/N20	Peso propio	Uniforme	0.020	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N11/N16	Peso propio	Uniforme	0.020	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N2/N5	Peso propio	Uniforme	0.034	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N5/N19	Peso propio	Uniforme	0.034	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N21/N10	Peso propio	Uniforme	0.034	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N10/N18	Peso propio	Uniforme	0.034	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N3/N7	Peso propio	Uniforme	0.034	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N7/N17	Peso propio	Uniforme	0.034	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N5/N10	Peso propio	Uniforme	0.020	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N10/N7	Peso propio	Uniforme	0.020	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N10/N19	Peso propio	Uniforme	0.020	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N10/N17	Peso propio	Uniforme	0.020	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N13/N14	Peso propio	Uniforme	0.034	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N13/N14	Q 1	Puntual	1.325	-	1.750	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N13/N14	N 1	Puntual	0.176	-	1.750	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N14/N15	Peso propio	Uniforme	0.034	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000

Producido por una versión no profesional de CYPE



Cargas en barras										
Barra	Hipótesis	Tipo	Valores		Posición		Dirección			
			P1	P2	L1 (m)	L2 (m)	Ejes	X	Y	Z
N14/N15	Q 1	Puntual	1.325	-	1.750	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N14/N15	N 1	Puntual	0.176	-	1.750	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N19/N18	Peso propio	Uniforme	0.034	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N19/N18	Q 1	Puntual	1.325	-	1.750	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N19/N18	V 2	Puntual	0.912	-	1.750	-	Globales	-1.000	0.000	0.000
N19/N18	N 1	Puntual	0.176	-	1.750	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N18/N17	Peso propio	Uniforme	0.034	-	-	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N18/N17	Q 1	Puntual	1.325	-	1.750	-	Globales	0.000	0.000	-1.000
N18/N17	V 2	Puntual	0.912	-	1.750	-	Globales	-1.000	0.000	0.000
N18/N17	N 1	Puntual	0.176	-	1.750	-	Globales	0.000	0.000	-1.000

2.3. Resultados

2.3.1. Nudos

2.3.1.1. Reacciones

Referencias:

Rx, Ry, Rz: Reacciones en nudos con desplazamientos coaccionados (fuerzas).

Mx, My, Mz: Reacciones en nudos con giros coaccionados (momentos).

2.3.1.1.1. Hipótesis

Reacciones en los nudos, por hipótesis							
Referencia	Descripción	Reacciones en ejes globales					
		Rx (t)	Ry (t)	Rz (t)	Mx (t·m)	My (t·m)	Mz (t·m)
N1	Peso propio	0.000	0.000	0.671	0.000	0.001	0.000
	Q 1	0.003	0.000	2.748	-0.001	0.004	0.000
	V 1	0.000	-0.606	-0.913	1.458	0.000	0.000
	V 2	0.538	0.000	0.517	0.000	1.281	0.000
	N 1	0.000	0.000	0.365	0.000	0.001	0.000
N2	Peso propio	0.000	0.000	0.671	0.000	-0.001	0.000
	Q 1	-0.003	0.000	2.748	-0.001	-0.004	0.000
	V 1	0.000	-0.606	-0.913	1.458	0.000	0.000
	V 2	0.538	0.000	-0.497	0.000	1.281	0.000
	N 1	0.000	0.000	0.365	0.000	-0.001	0.000
N3	Peso propio	0.000	0.000	0.671	0.000	-0.001	0.000
	Q 1	-0.003	0.000	2.748	0.001	-0.004	0.000
	V 1	0.000	-0.606	0.856	1.459	0.000	0.000
	V 2	0.538	0.000	-0.497	0.000	1.281	0.000
	N 1	0.000	0.000	0.365	0.000	-0.001	0.000
N4	Peso propio	0.000	0.000	0.671	0.000	0.001	0.000
	Q 1	0.003	0.000	2.748	0.001	0.004	0.000
	V 1	0.000	-0.606	0.856	1.459	0.000	0.000
	V 2	0.538	0.000	0.517	0.000	1.281	0.000
	N 1	0.000	0.000	0.365	0.000	0.001	0.000
N21	Peso propio	0.000	0.000	0.895	0.000	-0.001	0.000
	Q 1	-0.004	0.000	5.104	0.000	-0.006	0.000
	V 1	0.000	-0.612	0.057	1.469	0.000	0.000



Reacciones en los nudos, por hipótesis							
Referencia	Descripción	Reacciones en ejes globales					
		Rx (t)	Ry (t)	Rz (t)	Mx (t·m)	My (t·m)	Mz (t·m)
	V 2	0.747	0.000	-0.787	0.000	1.779	0.000
	N 1	-0.001	0.000	0.678	0.000	-0.001	0.000
N22	Peso propio	0.000	0.000	0.895	0.000	0.001	0.000
	Q 1	0.004	0.000	5.104	0.000	0.006	0.000
	V 1	0.000	-0.612	0.057	1.469	0.000	0.000
	V 2	0.748	0.000	0.747	0.000	1.780	0.000
	N 1	0.001	0.000	0.678	0.000	0.001	0.000

2.3.2. Barras

2.3.2.1. Resistencia

Referencias:

- N: Esfuerzo axial (t)
- Vy: Esfuerzo cortante según el eje local Y de la barra. (t)
- Vz: Esfuerzo cortante según el eje local Z de la barra. (t)
- Mt: Momento torsor (t·m)
- My: Momento flector en el plano 'XZ' (giro de la sección respecto al eje local 'Y' de la barra). (t·m)
- Mz: Momento flector en el plano 'XY' (giro de la sección respecto al eje local 'Z' de la barra). (t·m)

Los esfuerzos indicados son los correspondientes a la combinación pésima, es decir, aquella que demanda la máxima resistencia de la sección.

Origen de los esfuerzos pésimos:

- G: Sólo gravitatorias
- GV: Gravitatorias + viento
- GS: Gravitatorias + sismo
- GVS: Gravitatorias + viento + sismo

η : Aprovechamiento de la resistencia. La barra cumple con las condiciones de resistencia de la norma si se cumple que $\eta \leq 100$ %.

Comprobación de resistencia										
Barra	η (%)	Posición (m)	Esfuerzos pésimos						Origen	Estado
			N (t)	Vy (t)	Vz (t)	Mt (t·m)	My (t·m)	Mz (t·m)		
N1/N8	64.84	0.000	-2.065	-0.808	0.000	0.000	0.000	-1.923	GV	Cumple
N8/N13	49.79	0.000	-1.793	1.035	0.000	0.000	0.000	1.552	GV	Cumple
N22/N12	94.21	0.000	-3.041	-1.123	0.000	0.000	0.000	-2.672	GV	Cumple
N12/N14	69.08	0.000	-2.634	1.437	0.000	0.000	0.000	2.155	GV	Cumple
N4/N6	64.84	0.000	-2.065	-0.808	0.000	0.000	0.000	-1.923	GV	Cumple
N6/N15	49.79	0.000	-1.793	1.035	0.000	0.000	0.000	1.552	GV	Cumple
N15/N16	58.36	3.500	-7.634	0.287	1.538	0.000	-1.302	-1.004	GV	Cumple
N16/N17	58.36	0.000	-7.634	-0.287	-1.538	0.000	-1.302	-1.004	GV	Cumple
N13/N20	56.30	1.750	-7.376	0.546	-0.713	0.000	1.317	-0.955	GV	Cumple
N20/N19	56.30	1.750	-7.376	0.275	-1.460	0.000	1.317	-0.955	GV	Cumple
N8/N9	38.17	3.500	-0.001	0.147	0.059	0.000	-0.039	-0.514	GV	Cumple
N9/N5	38.17	0.000	-0.001	-0.147	-0.059	0.000	-0.039	-0.514	GV	Cumple
N6/N11	38.11	3.500	-0.002	0.147	0.058	0.000	-0.035	-0.514	GV	Cumple



Comprobación de resistencia										
Barra	η (%)	Posición (m)	Esfuerzos pésimos						Origen	Estado
			N (t)	Vy (t)	Vz (t)	Mt (t·m)	My (t·m)	Mz (t·m)		
N11/N7	38.11	0.000	-0.002	-0.147	-0.058	0.000	-0.035	-0.514	GV	Cumple
N8/N12	15.76	3.500	0.000	0.059	0.060	0.000	-0.041	-0.206	GV	Cumple
N12/N6	15.76	0.000	0.000	-0.059	-0.060	0.000	-0.041	-0.206	GV	Cumple
N14/N24	76.50	1.750	-10.943	0.544	-1.422	0.000	2.558	-0.953	GV	Cumple
N24/N18	76.50	1.750	-10.943	0.276	-2.923	0.000	2.558	-0.953	GV	Cumple
N20/N24	56.70	1.750	-3.780	0.373	-1.378	0.000	2.482	-0.653	GV	Cumple
N24/N16	56.70	1.750	-3.780	0.447	-2.966	0.000	2.482	-0.653	GV	Cumple
N12/N23	38.04	3.500	-0.002	0.147	0.058	0.000	-0.035	-0.513	GV	Cumple
N23/N10	38.04	0.000	-0.002	-0.147	-0.058	0.000	-0.035	-0.513	GV	Cumple
N9/N23	15.78	3.500	0.000	0.059	0.060	0.000	-0.040	-0.206	GV	Cumple
N23/N11	15.78	0.000	0.000	-0.059	-0.060	0.000	-0.040	-0.206	GV	Cumple
N11/N15	15.16	1.967	9.381	0.000	0.002	0.000	0.046	0.000	GV	Cumple
N11/N17	13.63	1.967	8.316	0.000	0.002	0.000	0.046	0.000	GV	Cumple
N9/N19	13.48	1.967	8.210	0.000	0.002	0.000	0.046	0.000	G	Cumple
N9/N13	15.16	1.967	9.381	0.000	0.002	0.000	0.046	0.000	GV	Cumple
N12/N13	19.11	1.737	-3.162	0.000	-0.004	0.000	0.046	0.000	GV	Cumple
N12/N15	6.16	1.967	3.133	0.000	0.002	0.000	0.046	0.000	GV	Cumple
N23/N14	21.20	1.967	13.575	0.000	0.002	0.000	0.046	0.000	GV	Cumple
N23/N18	18.83	1.967	11.923	0.000	0.002	0.000	0.046	0.000	GV	Cumple
N23/N20	7.58	1.967	4.115	0.000	0.002	0.000	0.046	0.000	GV	Cumple
N23/N16	7.80	1.967	4.271	0.000	0.002	0.000	0.046	0.000	GV	Cumple
N23/N24	23.75	0.050	-12.139	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	G	Cumple
N9/N20	9.00	0.050	-6.248	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N11/N16	12.34	0.050	-6.309	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	GV	Cumple
N2/N5	61.26	0.000	-0.544	-0.806	0.000	0.000	0.000	-1.920	GV	Cumple
N5/N19	48.71	0.000	0.369	1.032	0.000	0.000	0.000	1.548	GV	Cumple
N21/N10	85.44	0.000	-0.740	-1.119	0.000	0.000	0.000	-2.667	GV	Cumple
N10/N18	67.82	0.000	0.756	1.432	0.000	0.000	0.000	2.148	GV	Cumple
N3/N7	61.26	0.000	-0.544	-0.806	0.000	0.000	0.000	-1.920	GV	Cumple
N7/N17	48.71	0.000	0.369	1.032	0.000	0.000	0.000	1.548	GV	Cumple
N5/N10	16.49	3.500	0.000	0.059	0.060	0.000	-0.042	-0.206	GV	Cumple
N10/N7	16.49	0.000	0.000	-0.059	-0.060	0.000	-0.042	-0.206	GV	Cumple
N10/N19	19.11	1.737	-3.162	0.000	-0.004	0.000	0.046	0.000	GV	Cumple
N10/N17	6.16	1.967	3.133	0.000	0.002	0.000	0.046	0.000	GV	Cumple
N13/N14	31.36	3.500	-0.418	0.115	1.582	0.000	-1.455	-0.404	GV	Cumple
N14/N15	31.36	0.000	-0.418	-0.115	-1.582	0.000	-1.455	-0.404	GV	Cumple
N19/N18	35.16	1.750	-0.019	0.622	-0.039	0.000	0.138	-1.089	GV	Cumple
N18/N17	35.16	1.750	-0.019	0.746	-0.146	0.000	0.138	-1.089	GV	Cumple

Producido por una versión no profesional de CYPE

2.3.2.2. Flechas

Referencias:

Pos.: Valor de la coordenada sobre el eje 'X' local del grupo de flecha en el punto donde se produce el valor pésimo de la flecha.

L.: Distancia entre dos puntos de corte consecutivos de la deformada con la recta que une los nudos extremos del grupo de flecha.



Listados

Estructura tolvas

Fecha: 20/06/22

Producido por una versión no profesional de CYPE

Grupo	Flechas							
	Flecha máxima absoluta xy Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima absoluta xz Flecha máxima relativa xz		Flecha activa absoluta xy Flecha activa relativa xy		Flecha activa absoluta xz Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)	Pos. (m)	Flecha (mm)
N1/N13	4.031	10.76	4.031	4.40	4.031	10.75	4.031	4.40
	4.031	L/386.9	4.031	L/934.8	4.031	L/387.2	4.031	L/934.8
N22/N14	4.031	14.33	4.031	4.28	4.031	14.31	4.031	4.28
	4.031	L/283.2	4.031	L/938.0	4.031	L/283.5	4.031	L/938.0
N4/N15	4.031	10.76	4.031	4.41	4.031	10.74	4.031	4.41
	4.031	L/386.9	4.031	L/932.5	4.031	L/387.3	4.031	L/932.5
N15/N17	3.500	38.89	5.250	3.23	3.500	38.98	5.250	3.02
	3.500	L/180.0	5.250	L/(>1000)	3.500	L/180.0	5.250	L/(>1000)
N13/N19	3.500	39.01	5.250	3.22	3.500	39.01	5.250	3.05
	3.500	L/179.4	5.250	L/(>1000)	3.500	L/179.4	5.250	L/(>1000)
N8/N5	3.500	39.09	3.281	1.50	3.500	39.09	3.500	1.40
	3.500	L/179.1	3.281	L/(>1000)	3.500	L/179.1	3.500	L/(>1000)
N6/N7	3.500	39.09	3.281	1.53	3.500	39.09	3.500	1.36
	3.500	L/179.1	3.281	L/(>1000)	3.500	L/179.1	3.500	L/(>1000)
N8/N6	3.430	15.17	1.715	0.26	3.430	15.17	3.430	0.13
	3.430	L/452.1	1.501	L/(>1000)	3.430	L/452.1	1.501	L/(>1000)
N14/N18	3.500	38.90	5.250	5.80	3.500	38.90	5.250	5.58
	3.500	L/180.0	5.250	L/(>1000)	3.500	L/180.0	5.250	L/(>1000)
N20/N16	4.083	15.83	1.749	4.87	4.083	15.83	1.749	4.75
	4.083	L/442.2	1.749	L/(>1000)	4.083	L/442.2	1.749	L/(>1000)
N12/N10	3.500	39.02	3.500	2.19	3.500	39.02	3.500	2.01
	3.500	L/179.4	3.500	L/(>1000)	3.500	L/179.4	3.500	L/(>1000)
N9/N11	3.500	15.68	2.844	0.86	3.500	15.68	3.500	0.81
	3.500	L/446.4	2.844	L/(>1000)	3.500	L/446.4	3.500	L/(>1000)
N11/N15	1.380	0.00	1.840	0.51	1.150	0.00	1.380	0.00
	-	L/(>1000)	1.840	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)
N11/N17	2.301	0.00	1.840	0.51	2.301	0.00	1.840	0.00
	-	L/(>1000)	1.840	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)
N9/N19	3.451	0.00	1.840	0.51	3.451	0.00	2.301	0.00
	-	L/(>1000)	1.840	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)
N9/N13	2.301	0.00	1.840	0.51	2.301	0.00	1.610	0.00
	-	L/(>1000)	1.840	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)
N12/N13	1.610	0.00	1.840	0.51	1.610	0.00	1.380	0.00
	-	L/(>1000)	1.840	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)
N12/N15	3.451	0.00	1.840	0.51	3.451	0.00	1.840	0.00
	-	L/(>1000)	1.840	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)
N23/N14	1.610	0.00	1.840	0.51	1.610	0.00	1.610	0.00
	-	L/(>1000)	1.840	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)
N23/N18	1.840	0.00	1.840	0.51	2.070	0.00	1.610	0.00
	-	L/(>1000)	1.840	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)
N23/N20	1.380	0.00	1.840	0.51	1.380	0.00	1.150	0.00
	-	L/(>1000)	1.840	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)
N23/N16	3.451	0.00	1.840	0.51	3.221	0.00	2.991	0.00
	-	L/(>1000)	1.840	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)
N23/N24	0.920	0.00	0.460	0.00	0.920	0.00	0.920	0.00
	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)
N9/N20	1.150	0.00	0.230	0.00	0.690	0.00	0.920	0.00
	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)
N11/N16	0.460	0.00	0.920	0.00	0.460	0.00	0.920	0.00
	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)
N2/N19	4.031	10.57	4.031	4.40	4.031	10.73	4.031	4.40
	4.031	L/391.8	4.031	L/934.8	4.031	L/392.1	4.031	L/934.8
N21/N18	4.031	14.05	4.031	4.28	4.031	14.28	4.031	4.28
	4.031	L/287.0	4.031	L/938.0	4.031	L/287.3	4.031	L/938.0



Listados

Estructura tolvas

Fecha: 20/06/22

Grupo	Flechas							
	Flecha máxima absoluta xy Flecha máxima relativa xy		Flecha máxima absoluta xz Flecha máxima relativa xz		Flecha activa absoluta xy Flecha activa relativa xy		Flecha activa absoluta xz Flecha activa relativa xz	
	Pos. (m)	Flecha (mm)						
N3/N17	4.031	10.57	4.031	4.41	4.031	10.74	4.031	4.41
	4.031	L/391.8	4.031	L/932.5	4.031	L/392.2	4.031	L/932.5
N5/N7	3.430	15.17	1.715	0.25	3.430	15.17	3.430	0.14
	3.430	L/452.1	5.359	L/(>1000)	3.430	L/452.1	3.430	L/(>1000)
N10/N19	2.531	0.00	1.840	0.51	2.531	0.00	0.920	0.00
	-	L/(>1000)	1.840	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)
N10/N17	3.221	0.00	1.840	0.51	3.221	0.00	1.610	0.00
	-	L/(>1000)	1.840	L/(>1000)	-	L/(>1000)	-	L/(>1000)
N13/N15	3.500	15.72	1.556	2.29	3.500	15.81	1.556	2.19
	3.500	L/445.3	1.556	L/(>1000)	3.500	L/445.4	1.556	L/(>1000)
N19/N17	4.083	15.92	1.556	2.29	4.083	15.92	1.556	2.20
	4.083	L/439.7	1.556	L/(>1000)	4.083	L/439.8	1.556	L/(>1000)

3.2.3. Comprobaciones E.L.U. (Resumido)

Barras	COMPROBACIONES (CÓDIGO ESTRUCTURAL)													Estado	
	λ_w	N_x	N_y	M_x	M_y	V_x	V_y	$M_x V_x$	$M_y V_y$	$N_x M_x$	$N_x M_y V_x V_y$	M_x	$M_y V_x$		$M_y V_y$
1/N8	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 4.3 m $\eta = 0.8$	x: 0 m $\eta = 14.4$	x: 0 m $\eta = 33.4$	x: 0 m $\eta = 60.1$	$\eta = 4.5$	$\eta = 1.5$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 64.8$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE h = 64.8
1/N13	x: 0 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	x: 1.5 m $\eta = 0.9$	x: 0 m $\eta = 4.9$	x: 0 m $\eta = 26.3$	x: 0 m $\eta = 48.5$	$\eta = 5.7$	$\eta = 1.9$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 49.8$	x: 0 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE h = 49.8
1/N12	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0 m $\eta = 25.2$	x: 0 m $\eta = 33.6$	x: 0 m $\eta = 83.5$	$\eta = 4.5$	$\eta = 2.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 94.2$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE h = 94.2
1/N14	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0 m $\eta = 8.8$	x: 0 m $\eta = 26.6$	x: 0 m $\eta = 67.4$	$\eta = 5.7$	$\eta = 2.7$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 69.1$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE h = 69.1
1/N6	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0 m $\eta = 15.2$	x: 0 m $\eta = 33.4$	x: 0 m $\eta = 60.1$	$\eta = 4.5$	$\eta = 1.5$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 64.8$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE h = 64.8
1/N15	x: 0 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 0 m $\eta = 5.1$	x: 0 m $\eta = 26.3$	x: 0 m $\eta = 48.5$	$\eta = 5.7$	$\eta = 1.9$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 49.8$	x: 0 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE h = 49.8
1/N16	x: 0.194 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$\eta = 14.6$	x: 1.75 m $\eta = 20.1$	x: 3.5 m $\eta = 52.5$	x: 3.5 m $\eta = 7.6$	$\eta = 0.9$	x: 0.194 m $\eta < 0.1$	x: 0.194 m $\eta < 0.1$	x: 3.5 m $\eta = 58.4$	x: 0.194 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE h = 58.4
1/N17	x: 0 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$\eta = 14.2$	x: 1.75 m $\eta = 20.1$	x: 0 m $\eta = 52.5$	x: 0 m $\eta = 7.6$	$\eta = 0.9$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 58.4$	x: 0 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE h = 58.4
1/N20	x: 0.194 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$\eta = 14.6$	x: 1.75 m $\eta = 20.1$	x: 1.75 m $\eta = 49.7$	x: 3.5 m $\eta = 7.6$	x: 0 m $\eta = 1.7$	x: 0.194 m $\eta < 0.1$	x: 0.194 m $\eta < 0.1$	x: 1.75 m $\eta = 56.3$	x: 0.194 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE h = 56.3
1/N19	x: 0 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$\eta = 14.0$	x: 1.75 m $\eta = 20.1$	x: 1.75 m $\eta = 49.7$	x: 0 m $\eta = 7.6$	x: 1.751 m $\eta = 1.7$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 1.75 m $\eta = 56.3$	x: 0 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE h = 56.3
1/N9	x: 0.219 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$\eta = 8.9$	x: 1.75 m $\eta = 1.7$	x: 3.5 m $\eta = 37.4$	x: 3.5 m $\eta = 0.4$	$\eta = 0.4$	x: 0.219 m $\eta < 0.1$	x: 0.219 m $\eta < 0.1$	x: 3.5 m $\eta = 38.2$	x: 0.219 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE h = 38.2
1/N9/N5	x: 0 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 2.6$	$\eta < 0.1$	x: 1.75 m $\eta = 1.7$	x: 0 m $\eta = 37.4$	x: 0 m $\eta = 0.4$	$\eta = 0.4$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 38.2$	x: 0 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE h = 38.2
1/N6/N11	x: 0.219 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$\eta = 8.9$	x: 1.75 m $\eta = 1.7$	x: 3.5 m $\eta = 37.4$	x: 3.5 m $\eta = 0.4$	$\eta = 0.4$	x: 0.219 m $\eta < 0.1$	x: 0.219 m $\eta < 0.1$	x: 3.5 m $\eta = 38.1$	x: 0.219 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE h = 38.1
1/N11/N7	x: 0 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 2.6$	$\eta < 0.1$	x: 1.75 m $\eta = 1.7$	x: 0 m $\eta = 37.4$	x: 0 m $\eta = 0.4$	$\eta = 0.4$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 38.1$	x: 0 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE h = 38.1
1/N8/N12	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 2.7$	$\eta < 0.1$	x: 3.5 m $\eta = 1.5$	x: 3.5 m $\eta = 15.0$	x: 3.5 m $\eta = 0.4$	$\eta = 0.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 3.5 m $\eta = 15.8$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE h = 15.8
1/N12/N6	$\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$\eta = 9.6$	x: 0 m $\eta = 1.5$	x: 0 m $\eta = 15.0$	x: 0 m $\eta = 0.4$	$\eta = 0.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 15.8$	$\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE h = 15.8
1/N14/N24	x: 0.194 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$\eta = 21.9$	x: 3.5 m $\eta = 40.1$	x: 1.75 m $\eta = 49.7$	x: 3.5 m $\eta = 14.9$	x: 0 m $\eta = 1.7$	x: 0.194 m $\eta < 0.1$	x: 0.194 m $\eta < 0.1$	x: 1.75 m $\eta = 76.5$	x: 0.194 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE h = 76.5
1/N24/N18	x: 0 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$\eta = 20.3$	x: 0 m $\eta = 40.1$	x: 1.75 m $\eta = 49.7$	x: 0 m $\eta = 14.9$	x: 1.751 m $\eta = 1.7$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 1.75 m $\eta = 76.5$	x: 0 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE h = 76.5
1/N20/N24	x: 0.194 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$\eta = 7.3$	x: 3.5 m $\eta = 42.4$	x: 1.75 m $\eta = 34.0$	x: 3.5 m $\eta = 15.1$	x: 1.751 m $\eta = 1.4$	x: 0.194 m $\eta < 0.1$	x: 0.194 m $\eta < 0.1$	x: 1.75 m $\eta = 56.7$	x: 0.194 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE h = 56.7
1/N24/N16	x: 0 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$\eta = 8.3$	x: 0 m $\eta = 42.4$	x: 1.75 m $\eta = 34.0$	x: 0 m $\eta = 15.1$	x: 0 m $\eta = 1.4$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 1.75 m $\eta = 56.7$	x: 0 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE h = 56.7
1/N12/N23	x: 0.219 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$\eta = 13.4$	x: 1.969 m $\eta = 2.1$	x: 3.5 m $\eta = 37.4$	x: 3.5 m $\eta = 0.4$	$\eta = 0.4$	x: 0.219 m $\eta < 0.1$	x: 0.219 m $\eta < 0.1$	x: 3.5 m $\eta = 38.0$	x: 0.219 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE h = 38.0
1/N23/N10	x: 0 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 3.8$	$\eta < 0.1$	x: 1.531 m $\eta = 2.1$	x: 0 m $\eta = 37.4$	x: 0 m $\eta = 0.4$	$\eta = 0.4$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 38.0$	x: 0 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE h = 38.0
1/N9/N23	x: 0.219 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$\eta = 0.4$	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	x: 3.5 m $\eta = 1.5$	x: 3.5 m $\eta = 15.0$	x: 3.5 m $\eta = 0.4$	$\eta = 0.2$	x: 0.219 m $\eta < 0.1$	x: 0.219 m $\eta < 0.1$	x: 3.5 m $\eta = 15.8$	x: 0.219 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE h = 15.8
1/N23/N11	x: 0 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,max}$ Cumple	$N_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	$\eta = 0.4$	x: 0 m $\eta = 1.5$	x: 0 m $\eta = 15.0$	x: 0 m $\eta = 0.4$	$\eta = 0.2$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 15.8$	x: 0 m $\eta < 0.1$	$M_{Ed} = 0.00$ N.P. ⁽³⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE h = 15.8



Listados

Estructura tolvas

Fecha: 20/06/22

Barras	COMPROBACIONES (CÓDIGO ESTRUCTURAL)														Estado
	λ_{ue}	N_t	N_c	M_y	M_z	V_z	V_x	M,V_z	M,V_x	NM,M_z	NM,M_y,V_z	M_t	M,V_z	M,V_x	
N11/N15	x: 0.127 m $\lambda_{ue} \leq \lambda_{ue,max}$ Cumple	x: 3.808 m $\eta = 13.5$	$N_{ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	x: 1.967 m $\eta = 1.6$	$M_{ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	x: 3.808 m $\eta = 0.3$	$V_{ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	x: 0.127 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁷⁾	x: 1.967 m $\eta = 15.2$	x: 0.127 m $\eta < 0.1$	$M_{ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE h = 15.2
N11/N17	x: 0.127 m $\lambda_{ue} \leq \lambda_{ue,max}$ Cumple	x: 3.808 m $\eta = 12.0$	x: 0.127 m $\eta = 7.9$	x: 1.967 m $\eta = 1.6$	$M_{ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	x: 3.808 m $\eta = 0.3$	$V_{ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	x: 0.127 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁷⁾	x: 1.967 m $\eta = 13.6$	x: 0.127 m $\eta < 0.1$	$M_{ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE h = 13.6
N9/N19	x: 0.127 m $\lambda_{ue} \leq \lambda_{ue,max}$ Cumple	x: 3.808 m $\eta = 11.9$	x: 0.127 m $\eta = 7.9$	x: 1.967 m $\eta = 1.6$	$M_{ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	x: 3.808 m $\eta = 0.3$	$V_{ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	x: 0.127 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁷⁾	x: 1.967 m $\eta = 13.5$	x: 0.127 m $\eta < 0.1$	$M_{ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE h = 13.5
N9/N13	x: 0.127 m $\lambda_{ue} \leq \lambda_{ue,max}$ Cumple	x: 3.808 m $\eta = 13.5$	$N_{ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	x: 1.967 m $\eta = 1.6$	$M_{ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	x: 3.808 m $\eta = 0.3$	$V_{ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	x: 0.127 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁷⁾	x: 1.967 m $\eta = 15.2$	x: 0.127 m $\eta < 0.1$	$M_{ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE h = 15.2
N12/N13	x: 0.127 m $\lambda_{ue} \leq \lambda_{ue,max}$ Cumple	x: 3.808 m $\eta = 0.7$	x: 0.127 m $\eta = 18.3$	x: 1.967 m $\eta = 1.6$	$M_{ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	x: 3.808 m $\eta = 0.3$	$V_{ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	x: 0.127 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁷⁾	x: 1.737 m $\eta = 19.1$	x: 0.127 m $\eta < 0.1$	$M_{ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE h = 19.1
N12/N15	x: 0.127 m $\lambda_{ue} \leq \lambda_{ue,max}$ Cumple	x: 3.808 m $\eta = 4.5$	x: 0.127 m $\eta < 0.1$	x: 1.967 m $\eta = 1.6$	$M_{ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	x: 3.808 m $\eta = 0.3$	$V_{ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	x: 0.127 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁷⁾	x: 1.967 m $\eta = 6.2$	x: 0.127 m $\eta < 0.1$	$M_{ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE h = 6.2
N23/N14	x: 0.127 m $\lambda_{ue} \leq \lambda_{ue,max}$ Cumple	x: 3.808 m $\eta = 19.6$	$N_{ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	x: 1.967 m $\eta = 1.6$	$M_{ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	x: 3.808 m $\eta = 0.3$	$V_{ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	x: 0.127 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁷⁾	x: 1.967 m $\eta = 21.2$	x: 0.127 m $\eta < 0.1$	$M_{ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE h = 21.2
N23/N18	x: 0.127 m $\lambda_{ue} \leq \lambda_{ue,max}$ Cumple	x: 3.808 m $\eta = 17.2$	x: 0.127 m $\eta = 14.5$	x: 1.967 m $\eta = 1.6$	$M_{ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	x: 3.808 m $\eta = 0.3$	$V_{ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	x: 0.127 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁷⁾	x: 1.967 m $\eta = 18.8$	x: 0.127 m $\eta < 0.1$	$M_{ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE h = 18.8
N23/N20	x: 0.127 m $\lambda_{ue} \leq \lambda_{ue,max}$ Cumple	x: 3.808 m $\eta = 6.0$	x: 0.127 m $\eta = 0.8$	x: 1.967 m $\eta = 1.6$	$M_{ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	x: 3.808 m $\eta = 0.3$	$V_{ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	x: 0.127 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁷⁾	x: 1.967 m $\eta = 7.6$	x: 0.127 m $\eta < 0.1$	$M_{ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE h = 7.6
N23/N16	x: 0.127 m $\lambda_{ue} \leq \lambda_{ue,max}$ Cumple	x: 3.808 m $\eta = 6.2$	$N_{ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁴⁾	x: 1.967 m $\eta = 1.6$	$M_{ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	x: 3.808 m $\eta = 0.3$	$V_{ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	x: 0.127 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁷⁾	x: 1.967 m $\eta = 7.8$	x: 0.127 m $\eta < 0.1$	$M_{ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE h = 7.8
N23/N24	N.P. ⁽⁸⁾	$N_{ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	x: 0.05 m $\eta = 23.8$	$M_{ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$M_{ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$V_{ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	$V_{ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁹⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	$M_{ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE h = 23.8
N23/N20	N.P. ⁽⁸⁾	x: 1.429 m $\eta < 0.1$	x: 0.05 m $\eta = 9.0$	$M_{ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$M_{ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$V_{ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	$V_{ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁹⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	$M_{ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE h = 9.0
N23/N16	N.P. ⁽⁸⁾	$N_{ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	x: 0.05 m $\eta = 12.3$	$M_{ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$M_{ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$V_{ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	$V_{ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁷⁾	N.P. ⁽⁹⁾	N.P. ⁽¹⁰⁾	$M_{ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE h = 12.3
N23/N5	$\lambda_{ue} \leq \lambda_{ue,max}$ Cumple	x: 4.3 m $\eta = 0.8$	x: 0 m $\eta = 13.3$	x: 0 m $\eta = 33.4$	x: 0 m $\eta = 60.1$	$\eta = 4.5$	$\eta = 1.5$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 61.3$	$\eta < 0.1$	$M_{ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE h = 61.3
N23/N19	x: 0 m $\lambda_{ue} \leq \lambda_{ue,max}$ Cumple	x: 1.5 m $\eta = 0.9$	x: 0 m $\eta = 4.5$	x: 0 m $\eta = 26.3$	x: 0 m $\eta = 48.4$	$\eta = 5.7$	$\eta = 1.9$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 48.7$	x: 0 m $\eta < 0.1$	$M_{ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE h = 48.7
N23/N10	$\lambda_{ue} \leq \lambda_{ue,max}$ Cumple	x: 4.3 m $\eta = 0.5$	x: 0 m $\eta = 23.6$	x: 0 m $\eta = 33.6$	x: 0 m $\eta = 83.4$	$\eta = 4.5$	$\eta = 2.1$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 85.4$	$\eta < 0.1$	$M_{ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE h = 85.4
N23/N18	$\lambda_{ue} \leq \lambda_{ue,max}$ Cumple	x: 1.429 m $\eta = 0.7$	x: 0 m $\eta = 8.3$	x: 0 m $\eta = 26.6$	x: 0 m $\eta = 67.2$	$\eta = 5.7$	$\eta = 2.7$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 67.8$	$\eta < 0.1$	$M_{ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE h = 67.8
N23/N7	$\lambda_{ue} \leq \lambda_{ue,max}$ Cumple	x: 4.3 m $\eta = 0.3$	x: 0 m $\eta = 15.2$	x: 0 m $\eta = 33.4$	x: 0 m $\eta = 60.1$	$\eta = 4.5$	$\eta = 1.5$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 61.3$	$\eta < 0.1$	$M_{ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE h = 61.3
N23/N17	x: 0 m $\lambda_{ue} \leq \lambda_{ue,max}$ Cumple	x: 1.5 m $\eta = 0.4$	x: 0 m $\eta = 5.1$	x: 0 m $\eta = 26.3$	x: 0 m $\eta = 48.4$	$\eta = 5.7$	$\eta = 1.9$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 48.7$	x: 0 m $\eta < 0.1$	$M_{ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE h = 48.7
N23/N10	$\lambda_{ue} \leq \lambda_{ue,max}$ Cumple	$\eta = 2.7$	$\eta < 0.1$	x: 3.5 m $\eta = 1.5$	x: 3.5 m $\eta = 15.0$	x: 3.5 m $\eta = 0.4$	$\eta = 0.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 3.5 m $\eta = 16.5$	$\eta < 0.1$	$M_{ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE h = 16.5
N23/N7	$\lambda_{ue} \leq \lambda_{ue,max}$ Cumple	$\eta < 0.1$	$\eta = 9.6$	x: 0 m $\eta = 1.5$	x: 0 m $\eta = 15.0$	x: 0 m $\eta = 0.4$	$\eta = 0.2$	$\eta < 0.1$	$\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 16.5$	$\eta < 0.1$	$M_{ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE h = 16.5
N23/N19	x: 0.127 m $\lambda_{ue} \leq \lambda_{ue,max}$ Cumple	x: 3.808 m $\eta = 0.7$	x: 0.127 m $\eta = 18.3$	x: 1.967 m $\eta = 1.6$	$M_{ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	x: 3.808 m $\eta = 0.3$	$V_{ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	x: 0.127 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁷⁾	x: 1.737 m $\eta = 19.1$	x: 0.127 m $\eta < 0.1$	$M_{ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE h = 19.1
N23/N17	x: 0.127 m $\lambda_{ue} \leq \lambda_{ue,max}$ Cumple	x: 3.808 m $\eta = 4.5$	x: 0.127 m $\eta = 0.1$	x: 1.967 m $\eta = 1.6$	$M_{ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	x: 3.808 m $\eta = 0.3$	$V_{ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁶⁾	x: 0.127 m $\eta < 0.1$	N.P. ⁽⁷⁾	x: 1.967 m $\eta = 6.2$	x: 0.127 m $\eta < 0.1$	$M_{ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE h = 6.2
N23/N14	x: 0.194 m $\lambda_{ue} \leq \lambda_{ue,max}$ Cumple	$\eta = 0.7$	$\eta = 0.4$	x: 3.5 m $\eta = 22.2$	x: 3.5 m $\eta = 21.2$	x: 3.5 m $\eta = 7.8$	$\eta = 0.4$	x: 0.194 m $\eta < 0.1$	x: 0.194 m $\eta < 0.1$	x: 3.5 m $\eta = 31.4$	x: 0.194 m $\eta < 0.1$	$M_{ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE h = 31.4
N23/N15	x: 0 m $\lambda_{ue} \leq \lambda_{ue,max}$ Cumple	$N_{ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	$\eta = 1.1$	x: 0 m $\eta = 22.2$	x: 0 m $\eta = 21.2$	x: 0 m $\eta = 7.8$	$\eta = 0.4$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta = 31.4$	x: 0 m $\eta < 0.1$	$M_{ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE h = 31.4
N19/N18	x: 0.194 m $\lambda_{ue} \leq \lambda_{ue,max}$ Cumple	$\eta = 0.7$	$\eta = 0.4$	x: 3.5 m $\eta = 22.2$	x: 1.75 m $\eta = 34.0$	x: 3.5 m $\eta = 7.8$	x: 1.75 m $\eta = 1.4$	x: 0.194 m $\eta < 0.1$	x: 0.194 m $\eta < 0.1$	x: 1.75 m $\eta = 35.2$	x: 0.194 m $\eta < 0.1$	$M_{ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE h = 35.2
N18/N17	x: 0 m $\lambda_{ue} \leq \lambda_{ue,max}$ Cumple	$\eta < 0.1$	$\eta = 1.1$	x: 0 m $\eta = 22.2$	x: 1.75 m $\eta = 34.0$	x: 0 m $\eta = 7.8$	x: 0 m $\eta = 1.4$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 0 m $\eta < 0.1$	x: 1.75 m $\eta = 35.2$	x: 0 m $\eta < 0.1$	$M_{ed} = 0.00$ N.P. ⁽⁵⁾	N.P. ⁽²⁾	N.P. ⁽²⁾	CUMPLE h = 35.2

Notación:
 L: Abolladura del alma inducida por el ala comprimida
 N: Resistencia a tracción
 N': Resistencia a compresión
 M_y: Resistencia a flexión eje Y
 M_z: Resistencia a flexión eje Z
 V: Resistencia a corte Z
 V': Resistencia a corte Y
 M,V_y: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados
 M,V_z: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados
 NM,M_z: Resistencia a flexión y axil combinados
 NM,M_y,V_z: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados
 M_t: Resistencia a torsión
 M,V_z: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados
 M,V_y: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados
 x: Distancia al origen de la barra
 h: Coeficiente de aprovechamiento (%)
 N.P.: No procede

Comprobaciones que no proceden (N.P.):
 (1) La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.
 (2) No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.
 (3) La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.
 (4) La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.
 (5) La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.
 (6) La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.
 (7) No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.
 (8) La comprobación no procede, ya que no hay momento flector que comprima un ala, de forma que se pueda desarrollar el fenómeno de abolladura del alma inducida por el ala comprimida.
 (9) 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.
 (10) No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

2.4. Uniones

2.4.1. Comprobaciones en placas de anclaje

En cada placa de anclaje se realizan las siguientes comprobaciones (asumiendo la hipótesis de placa rígida):



1. Hormigón sobre el que apoya la placa

Se comprueba que la tensión de compresión en la interfaz placa de anclaje-hormigón es menor a la tensión admisible del hormigón según la naturaleza de cada combinación.

2. Pernos de anclaje

- a) Resistencia del material de los pernos: Se descomponen los esfuerzos actuantes sobre la placa en axiles y cortantes en los pernos y se comprueba que ambos esfuerzos, por separado y con interacción entre ellos (tensión de Von Mises), producen tensiones menores a la tensión límite del material de los pernos.
- b) Anclaje de los pernos: Se comprueba el anclaje de los pernos en el hormigón de tal manera que no se produzca el fallo de deslizamiento por adherencia, arrancamiento del cono de rotura o fractura por esfuerzo cortante (aplastamiento).
- c) Aplastamiento: Se comprueba que en cada perno no se supera el cortante que produciría el aplastamiento de la placa contra el perno.

Placa de anclaje

Tensiones globales: En placas con vuelo, se analizan cuatro secciones en el perímetro del perfil, y se comprueba en todas ellas que las tensiones de Von Mises sean menores que la tensión límite según la norma.

Flechas globales relativas: Se comprueba que en los vuelos de las placas no aparezcan flechas mayores que 1/250 del vuelo.

Tensiones locales: Se comprueban las tensiones de Von Mises en todas las placas locales en las que tanto el perfil como los rigidizadores dividen a la placa de anclaje propiamente dicha. Los esfuerzos en cada una de las subplacas se obtienen a partir de las tensiones de contacto con el hormigón y los axiles de los pernos. El modelo generado se resuelve por diferencias finitas.

4.2. Medición

Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4179.4	En taller	En ángulo	4	12060
		A tope en bisel simple con talón de raíz amplio	6	1810
	En el lugar de montaje	En ángulo	5	4092

Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275 (UNE-EN 10025-2)	Placa base	6	300x300x18	76.30
	Rigidizadores pasantes	12	300/140x100/25x5	11.30
	Rigidizadores no pasantes	12	75/0x100/25x5	2.21
	Total			89.81
B 500 S, Ys = 1.15 (corrugado)	Pernos de anclaje	48	Ø 12 - L = 350 + 117	19.88
	Total			19.88



3. CIMENTACIÓN

3.1. Elementos de cimentación aislados

3.1.1. Descripción

Referencias	Geometría	Armado
N3, N21, N22, N4, N1 y N2	Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 100 cm Ancho inicial Y: 100 cm Ancho final X: 100 cm Ancho final Y: 100 cm Ancho zapata X: 200 cm Ancho zapata Y: 200 cm Canto: 45 cm	Sup X: 10Ø12c/20 Sup Y: 10Ø12c/20 Inf X: 10Ø12c/20 Inf Y: 10Ø12c/20

3.1.2. Medición

Referencias: N3, N21, N22, N4, N1 y N2		B 500 S, Ys=1.15	Total
Nombre de armado		Ø12	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	10x1.90	19.00
	Peso (kg)	10x1.69	16.87
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	10x1.90	19.00
	Peso (kg)	10x1.69	16.87
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	10x1.90	19.00
	Peso (kg)	10x1.69	16.87
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	10x1.90	19.00
	Peso (kg)	10x1.69	16.87
Totales	Longitud (m)	76.00	
	Peso (kg)	67.48	67.48
Total con mermas (0.00%)	Longitud (m)	83.60	
	Peso (kg)	74.23	74.23

Resumen de medición (se incluyen mermas de acero)

Elemento	B 500 S, Ys=1.15 (kg)	Hormigón (m³)	
	Ø12	HA-25, Yc=1.5	Limpieza
Referencias: N3, N21, N22, N4, N1 y N2	6x74.23	6x1.80	6x0.40
Totales	445.38	10.80	2.40

3.1.3. Comprobación

Referencia: N3		
Dimensiones: 200 x 200 x 45		
Armados: Xi:Ø12c/20 Yi:Ø12c/20 Xs:Ø12c/20 Ys:Ø12c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: Criterio de CYPE		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 2 kp/cm ² Calculado: 0.228 kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 0.207 kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 0.358 kp/cm ²	Cumple
Vuelco de la zapata: 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.		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 79.6 %	Cumple



Referencia: N3 Dimensiones: 200 x 200 x 45 Armados: Xi: Ø12c/20 Yi: Ø12c/20 Xs: Ø12c/20 Ys: Ø12c/20		
Comprobación	Valores	Estado
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 136.1 %	Cumple
Flexión en la zapata: - En dirección X: - En dirección Y:	Momento: 1.68 t·m Momento: 2.02 t·m	Cumple Cumple
Cortante en la zapata: - En dirección X: - En dirección Y:	Cortante: 2.18 t Cortante: 2.63 t	Cumple Cumple
Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes: Criterio de CYPE	Máximo: 509.68 t/m ² Calculado: 16.54 t/m ²	Cumple
Canto mínimo: Criterio de CYPE	Mínimo: 15 cm Calculado: 45 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N3:	Mínimo: 30 cm Calculado: 38 cm	Cumple
Cantidad geométrica mínima: Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1 - Armado inferior dirección X: - Armado superior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0012 Calculado: 0.0013 Calculado: 0.0013 Calculado: 0.0013 Calculado: 0.0013	Cumple Cumple Cumple Cumple
Diámetro mínimo de las barras: Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1 - Parrilla inferior: - Parrilla superior:	Mínimo: 12 mm Calculado: 12 mm Calculado: 12 mm	Cumple Cumple
Separación máxima entre barras: Criterio de CYPE - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y:	Máximo: 30 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple
Separación mínima entre barras: Criterio de CYPE - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y:	Mínimo: 10 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple
Longitud de anclaje: 49.5 - Armado inf. dirección X hacia der: - Armado inf. dirección X hacia izq: - Armado inf. dirección Y hacia arriba: - Armado inf. dirección Y hacia abajo: - Armado sup. dirección X hacia der: - Armado sup. dirección X hacia izq: - Armado sup. dirección Y hacia arriba: - Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 15 cm Calculado: 47 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		



Listados

Estructura tolvas

Fecha: 20/06/22

Referencia: N3		
Dimensiones: 200 x 200 x 45		
Armados: Xi: Ø12c/20 Yi: Ø12c/20 Xs: Ø12c/20 Ys: Ø12c/20		
Comprobación	Valores	Estado
<ul style="list-style-type: none"> - Zapata de tipo rígido - Relación rotura pésima (En dirección X): 0.11 - Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.13 - Cortante de agotamiento (En dirección X): 31.18 t - Cortante de agotamiento (En dirección Y): 31.18 t 		
Referencia: N21		
Dimensiones: 200 x 200 x 45		
Armados: Xi: Ø12c/20 Yi: Ø12c/20 Xs: Ø12c/20 Ys: Ø12c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: Criterio de CYPE		
Producción por una versión actualizada profesional de CYPE - Tensión media en situaciones persistentes: - Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento: - Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 2 kp/cm ² Calculado: 0.28 kp/cm ²	Cumple
	Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 0.28 kp/cm ²	Cumple
	Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 0.417 kp/cm ²	Cumple
Vuelco de la zapata: 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.		
- En dirección X: - En dirección Y:	Reserva seguridad: 22.2 % Reserva seguridad: 96.6 %	Cumple Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X: - En dirección Y:	Momento: 2.74 t·m Momento: 2.76 t·m	Cumple Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X: - En dirección Y:	Cortante: 3.55 t Cortante: 3.56 t	Cumple Cumple
Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes: Criterio de CYPE		
	Máximo: 509.68 t/m ² Calculado: 25.72 t/m ²	Cumple
Canto mínimo: Criterio de CYPE		
	Mínimo: 15 cm Calculado: 45 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N21:		
	Mínimo: 30 cm Calculado: 38 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1		
- Armado inferior dirección X: - Armado superior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0012 Calculado: 0.0013 Calculado: 0.0013 Calculado: 0.0013 Calculado: 0.0013	Cumple Cumple Cumple Cumple
Diámetro mínimo de las barras: Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1		
- Parrilla inferior: - Parrilla superior:	Mínimo: 12 mm Calculado: 12 mm Calculado: 12 mm	Cumple Cumple
Separación máxima entre barras: Criterio de CYPE		
- Armado inferior dirección X:	Máximo: 30 cm Calculado: 20 cm	Cumple



Listados

Estructura tolvas

Fecha: 20/06/22

Referencia: N21		
Dimensiones: 200 x 200 x 45		
Armados: Xi: Ø12c/20 Yi: Ø12c/20 Xs: Ø12c/20 Ys: Ø12c/20		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: Criterio de CYPE	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
Longitud de anclaje: 49.5	Mínimo: 15 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 47 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 47 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 47 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 47 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 47 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 47 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 47 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 47 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
Zapata de tipo rígido		
Relación rotura pésima (En dirección X): 0.17		
Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.18		
Cortante de agotamiento (En dirección X): 31.18 t		
Cortante de agotamiento (En dirección Y): 31.18 t		
Referencia: N22		
Dimensiones: 200 x 200 x 45		
Armados: Xi: Ø12c/20 Yi: Ø12c/20 Xs: Ø12c/20 Ys: Ø12c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: Criterio de CYPE		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 2 kp/cm ² Calculado: 0.298 kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 0.28 kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 0.457 kp/cm ²	Cumple
Vuelco de la zapata: 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.		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 94.6 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 96.6 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 3.05 t·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 2.76 t·m	Cumple
Cortante en la zapata:		



Listados

Estructura tolvas

Fecha: 20/06/22

Referencia: N22		
Dimensiones: 200 x 200 x 45		
Armados: Xi: Ø12c/20 Yi: Ø12c/20 Xs: Ø12c/20 Ys: Ø12c/20		
Comprobación	Valores	Estado
- En dirección X: - En dirección Y:	Cortante: 3.94 t Cortante: 3.56 t	Cumple Cumple
Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes: Criterio de CYPE	Máximo: 509.68 t/m ² Calculado: 27.35 t/m ²	Cumple
Canto mínimo: Criterio de CYPE	Mínimo: 15 cm Calculado: 45 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N22:	Mínimo: 30 cm Calculado: 38 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1 - Armado inferior dirección X: - Armado superior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0012 Calculado: 0.0013 Calculado: 0.0013 Calculado: 0.0013 Calculado: 0.0013	Cumple Cumple Cumple Cumple
Diámetro mínimo de las barras: Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1 - Parrilla inferior: - Parrilla superior:	Mínimo: 12 mm Calculado: 12 mm Calculado: 12 mm	Cumple Cumple
Separación máxima entre barras: Criterio de CYPE - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y:	Máximo: 30 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple
Separación mínima entre barras: Criterio de CYPE - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y:	Mínimo: 10 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple
Longitud de anclaje: 49.5 - Armado inf. dirección X hacia der: - Armado inf. dirección X hacia izq: - Armado inf. dirección Y hacia arriba: - Armado inf. dirección Y hacia abajo: - Armado sup. dirección X hacia der: - Armado sup. dirección X hacia izq: - Armado sup. dirección Y hacia arriba: - Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 15 cm Calculado: 47 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional: - Zapata de tipo rígido - Relación rotura pésima (En dirección X): 0.19 - Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.18 - Cortante de agotamiento (En dirección X): 31.18 t - Cortante de agotamiento (En dirección Y): 31.18 t		



Listados

Estructura tolvas

Fecha: 20/06/22

<p>Referencia: N4 Dimensiones: 200 x 200 x 45 Armados: Xi: Ø12c/20 Yi: Ø12c/20 Xs: Ø12c/20 Ys: Ø12c/20</p>		
Comprobación	Valores	Estado
<p>Tensiones sobre el terreno: Criterio de CYPE</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tensión media en situaciones persistentes: - Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento: - Tensión máxima en situaciones persistentes con viento: 	<p>Máximo: 2 kp/cm² Calculado: 0.228 kp/cm²</p> <p>Máximo: 2.5 kp/cm² Calculado: 0.207 kp/cm²</p> <p>Máximo: 2.5 kp/cm² Calculado: 0.358 kp/cm²</p>	<p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p>
<p>Vuelco de la zapata: 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.</p> <ul style="list-style-type: none"> - En dirección X: - En dirección Y: 	<p>Reserva seguridad: 146.0 %</p> <p>Reserva seguridad: 136.1 %</p>	<p>Cumple</p> <p>Cumple</p>
<p>Flexión en la zapata:</p> <ul style="list-style-type: none"> - En dirección X: - En dirección Y: 	<p>Momento: 1.88 t·m</p> <p>Momento: 2.02 t·m</p>	<p>Cumple</p> <p>Cumple</p>
<p>Cortante en la zapata:</p> <ul style="list-style-type: none"> - En dirección X: - En dirección Y: 	<p>Cortante: 2.44 t</p> <p>Cortante: 2.63 t</p>	<p>Cumple</p> <p>Cumple</p>
<p>Compresión oblicua en la zapata: Criterio de CYPE</p> <ul style="list-style-type: none"> - Situaciones persistentes: 	<p>Máximo: 509.68 t/m² Calculado: 16.54 t/m²</p>	<p>Cumple</p>
<p>Canto mínimo: Criterio de CYPE</p>	<p>Mínimo: 15 cm Calculado: 45 cm</p>	<p>Cumple</p>
<p>Espacio para anclar arranques en cimentación: - N4:</p>	<p>Mínimo: 30 cm Calculado: 38 cm</p>	<p>Cumple</p>
<p>Cantidad geométrica mínima: Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1</p> <ul style="list-style-type: none"> - Armado inferior dirección X: - Armado superior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección Y: 	<p>Mínimo: 0.0012</p> <p>Calculado: 0.0013</p> <p>Calculado: 0.0013</p> <p>Calculado: 0.0013</p> <p>Calculado: 0.0013</p>	<p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p>
<p>Diámetro mínimo de las barras: Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1</p> <ul style="list-style-type: none"> - Parrilla inferior: - Parrilla superior: 	<p>Mínimo: 12 mm</p> <p>Calculado: 12 mm</p> <p>Calculado: 12 mm</p>	<p>Cumple</p> <p>Cumple</p>
<p>Separación máxima entre barras: Criterio de CYPE</p> <ul style="list-style-type: none"> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y: 	<p>Máximo: 30 cm</p> <p>Calculado: 20 cm</p> <p>Calculado: 20 cm</p> <p>Calculado: 20 cm</p> <p>Calculado: 20 cm</p>	<p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p>
<p>Separación mínima entre barras: Criterio de CYPE</p> <ul style="list-style-type: none"> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y: 	<p>Mínimo: 10 cm</p> <p>Calculado: 20 cm</p> <p>Calculado: 20 cm</p> <p>Calculado: 20 cm</p> <p>Calculado: 20 cm</p>	<p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p>



Listados

Estructura tolvas

Fecha: 20/06/22

Referencia: N4		
Dimensiones: 200 x 200 x 45		
Armados: Xi: Ø12c/20 Yi: Ø12c/20 Xs: Ø12c/20 Ys: Ø12c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Longitud de anclaje: 49.5	Mínimo: 15 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 47 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 47 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 47 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 47 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 47 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 47 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 47 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 47 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
Zapata de tipo rígido		
Relación rotura pésima (En dirección X): 0.12		
Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.13		
Cortante de agotamiento (En dirección X): 31.18 t		
Cortante de agotamiento (En dirección Y): 31.18 t		
Referencia: N1		
Dimensiones: 200 x 200 x 45		
Armados: Xi: Ø12c/20 Yi: Ø12c/20 Xs: Ø12c/20 Ys: Ø12c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Dimensiones sobre el terreno: Criterio de CYPE		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 2 kp/cm ² Calculado: 0.22 kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 0.207 kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 0.334 kp/cm ²	Cumple
Vuelco de la zapata: 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.		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 146.0 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 34.0 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 1.88 t·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 1.68 t·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 2.44 t	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 2.20 t	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes: Criterio de CYPE	Máximo: 509.68 t/m ² Calculado: 15.74 t/m ²	Cumple
Canto mínimo: Criterio de CYPE	Mínimo: 15 cm Calculado: 45 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N1:	Mínimo: 30 cm Calculado: 38 cm	Cumple



Referencia: N1 Dimensiones: 200 x 200 x 45 Armados: Xi: Ø12c/20 Yi: Ø12c/20 Xs: Ø12c/20 Ys: Ø12c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Cuantía geométrica mínima: Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1 - Armado inferior dirección X: - Armado superior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0012 Calculado: 0.0013 Calculado: 0.0013 Calculado: 0.0013 Calculado: 0.0013	Cumple Cumple Cumple Cumple
Diámetro mínimo de las barras: Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1 - Parrilla inferior: - Parrilla superior:	Mínimo: 12 mm Calculado: 12 mm Calculado: 12 mm	Cumple Cumple
Separación máxima entre barras: Criterio de CYPE - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y:	Máximo: 30 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple
Separación mínima entre barras: Criterio de CYPE - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y:	Mínimo: 10 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple
Longitud de anclaje: Norma A19.5 - Armado inf. dirección X hacia der: - Armado inf. dirección X hacia izq: - Armado inf. dirección Y hacia arriba: - Armado inf. dirección Y hacia abajo: - Armado sup. dirección X hacia der: - Armado sup. dirección X hacia izq: - Armado sup. dirección Y hacia arriba: - Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 15 cm Calculado: 47 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional: - Zapata de tipo rígido - Relación rotura pésima (En dirección X): 0.12 - Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.11 - Cortante de agotamiento (En dirección X): 31.18 t - Cortante de agotamiento (En dirección Y): 31.18 t		
Referencia: N2 Dimensiones: 200 x 200 x 45 Armados: Xi: Ø12c/20 Yi: Ø12c/20 Xs: Ø12c/20 Ys: Ø12c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: Criterio de CYPE - Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 2 kp/cm ² Calculado: 0.207 kp/cm ²	Cumple

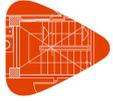


Listados

Estructura tolvas

Fecha: 20/06/22

Referencia: N2 Dimensiones: 200 x 200 x 45 Armados: Xi: Ø12c/20 Yi: Ø12c/20 Xs: Ø12c/20 Ys: Ø12c/20		
Comprobación	Valores	Estado
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 0.207 kp/cm ²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 2.5 kp/cm ² Calculado: 0.314 kp/cm ²	Cumple
Vuelco de la zapata: 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.		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 79.6 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 34.0 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 1.68 t·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 1.68 t·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 2.18 t	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 2.20 t	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: Criterio de CYPE	Máximo: 509.68 t/m ² Calculado: 14.52 t/m ²	Cumple
Alto mínimo: Criterio de CYPE	Mínimo: 15 cm Calculado: 45 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N2:	Mínimo: 30 cm Calculado: 38 cm	Cumple
Cantidad geométrica mínima: Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0012 Calculado: 0.0013	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0013	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0013	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0013	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1		
- Parrilla inferior:	Mínimo: 12 mm Calculado: 12 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: Criterio de CYPE		
- Armado inferior dirección X:	Máximo: 30 cm Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: Criterio de CYPE		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 10 cm Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 20 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 20 cm	Cumple
Longitud de anclaje: 49.5		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 15 cm Calculado: 47 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 47 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 47 cm	Cumple



Listados

Estructura tolvas

Fecha: 20/06/22

Referencia: N2		
Dimensiones: 200 x 200 x 45		
Armados: Xi: Ø12c/20 Yi: Ø12c/20 Xs: Ø12c/20 Ys: Ø12c/20		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 47 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 47 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 47 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 47 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 47 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Zapata de tipo rígido		
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.11		
- Relación rotura pésima (En dirección Y): 0.11		
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 31.18 t		
Cortante de agotamiento (En dirección Y): 31.18 t		

2. Vigas

2.1. Descripción

Referencias	Geometría	Armado
[N4-N3] y C [N2-N1]	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2Ø12 Inferior: 2Ø12 Estribos: 1xØ8c/25
[N3-N21], C [N21-N2], C [N1-N22] y C [N22-N4]	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2Ø12 Inferior: 2Ø12 Estribos: 1xØ8c/25

2.2. Medición

Referencias: C [N4-N3] y C [N2-N1]		B 500 S, Ys=1.15		Total
Nombre de armado		Ø8	Ø12	
Armado viga - Armado inferior	Longitud (m)		2x7.30	14.60
	Peso (kg)		2x6.48	12.96
Armado viga - Armado superior	Longitud (m)		2x7.30	14.60
	Peso (kg)		2x6.48	12.96
Armado viga - Estribo	Longitud (m)	21x1.33		27.93
	Peso (kg)	21x0.52		11.02
Totales	Longitud (m)	27.93	29.20	
	Peso (kg)	11.02	25.92	36.94
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	30.72	32.12	
	Peso (kg)	12.12	28.51	40.63

Referencias: C [N3-N21], C [N21-N2], C [N1-N22] y C [N22-N4]		B 500 S, Ys=1.15		Total
Nombre de armado		Ø8	Ø12	
Armado viga - Armado inferior	Longitud (m)		2x3.80	7.60
	Peso (kg)		2x3.37	6.75
Armado viga - Armado superior	Longitud (m)		2x3.80	7.60
	Peso (kg)		2x3.37	6.75
Armado viga - Estribo	Longitud (m)	7x1.33		9.31
	Peso (kg)	7x0.52		3.67
Totales	Longitud (m)	9.31	15.20	
	Peso (kg)	3.67	13.50	17.17



Referencias: C [N3-N21], C [N21-N2], C [N1-N22] y C [N22-N4]		B 500 S, Ys=1.15		Total
Nombre de armado		Ø8	Ø12	
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	10.24	16.72	18.89
	Peso (kg)	4.04	14.85	

Resumen de medición (se incluyen mermas de acero)

Elemento	B 500 S, Ys=1.15 (kg)			Hormigón (m ³)	
	Ø8	Ø12	Total	HA-25, Yc=1.5	Limpieza
Referencias: C [N4-N3] y C [N2-N1]	2x12.12	2x28.51	81.26	2x0.80	2x0.20
Referencias: C [N3-N21], C [N21-N2], C [N1-N22] y C [N22-N4]	4x4.04	4x14.85	75.56	4x0.24	4x0.06
Totales	40.40	116.42	156.82	2.56	0.64

3.2.3. Comprobación

Referencia: C.1.1 [N4-N3] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: Norma Código Estructural. Artículo A19.8.2 (2)	Mínimo: 3.5 cm Calculado: 24.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: Norma Código Estructural. Artículo A19.8.2 (2) - Armadura superior: - Armadura inferior:	Mínimo: 3.5 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.2 (6)	Máximo: 25.2 cm Calculado: 25 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: Criterio de CYPE - Armadura superior: - Armadura inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple 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) - No llegan estados de carga a la cimentación.		

Referencia: C.1.1 [N3-N21] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: Norma Código Estructural. Artículo A19.8.2 (2)	Mínimo: 3.5 cm Calculado: 24.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: Norma Código Estructural. Artículo A19.8.2 (2) - Armadura superior: - Armadura inferior:	Mínimo: 3.5 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple



Listados

Estructura tolvas

Fecha: 20/06/22

Referencia: C.1.1 [N3-N21] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.2 (6)	Máximo: 25.2 cm Calculado: 25 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: Criterio de CYPE - Armadura superior: - Armadura inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple 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) No llegan estados de carga a la cimentación.		
Referencia: C.1.1 [N21-N2] (Viga de atado) Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm Armadura superior: 2Ø12 Armadura inferior: 2Ø12 Estribos: 1xØ8c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: Norma Código Estructural. Artículo A19.8.2 (2)	Mínimo: 3.5 cm Calculado: 24.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: Norma Código Estructural. Artículo A19.8.2 (2) - Armadura superior: - Armadura inferior:	Mínimo: 3.5 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.2 (6)	Máximo: 25.2 cm Calculado: 25 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: Criterio de CYPE - Armadura superior: - Armadura inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple 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) - No llegan estados de carga a la cimentación.		
Referencia: C.1.1 [N2-N1] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: Norma Código Estructural. Artículo A19.8.2 (2)	Mínimo: 3.5 cm Calculado: 24.2 cm	Cumple



Listados

Estructura tolvas

Fecha: 20/06/22

Referencia: C.1.1 [N2-N1] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima armadura longitudinal: Norma Código Estructural. Artículo A19.8.2 (2) - Armadura superior: - Armadura inferior:	Mínimo: 3.5 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.2 (6)	Máximo: 25.2 cm Calculado: 25 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: Criterio de CYPE - Armadura superior: - Armadura inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple 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) No llegan estados de carga a la cimentación.		
Referencia: C.1.1 [N1-N22] (Viga de atado) Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm Armadura superior: 2Ø12 Armadura inferior: 2Ø12 Estribos: 1xØ8c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: Norma Código Estructural. Artículo A19.8.2 (2)	Mínimo: 3.5 cm Calculado: 24.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: Norma Código Estructural. Artículo A19.8.2 (2) - Armadura superior: - Armadura inferior:	Mínimo: 3.5 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.2 (6)	Máximo: 25.2 cm Calculado: 25 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: Criterio de CYPE - Armadura superior: - Armadura inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple 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) - No llegan estados de carga a la cimentación.		



Listados

Estructura tolvas

Fecha: 20/06/22

Referencia: C.1.1 [N22-N4] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: Norma Código Estructural. Artículo A19.8.2 (2)	Mínimo: 3.5 cm Calculado: 24.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: Norma Código Estructural. Artículo A19.8.2 (2) - Armadura superior: - Armadura inferior:	Mínimo: 3.5 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.2 (6)	Máximo: 25.2 cm Calculado: 25 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: Criterio de CYPE - Armadura superior: - Armadura inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple 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) No llegan estados de carga a la cimentación.		

Producido por una versión no profesional de CYPE

CÁLCULO DE SECCIONES POR CAIDAS DE TENSION																			
CIRCUITO						DATOS DE CÁLCULO				SECCIÓN									
Código	Suministro	Inom (A)	Pnom (kW)	F.sim.	f.d.p.	FASE	P (kW)	S (kVA)	Q (kVAr)	I _L (A)	RBT	S (mm ²)	Øtubo(mm)	L (m)	Cu/Al	g	e (V)	e (%)	%seg
LGA	III	77,3	R	26,8	31,11	15,86	134,73	335	95	140	85 Cu	0,023	4,80	1,20	59,78				
			S	26,8	30,84	15,32	133,53	335	95	140	85 Cu	0,023	4,76	1,19	60,14				
			T	26,3	30,73	15,94	133,05	335	95	140	85 Cu	0,023	4,74	1,19	60,28				
A	III	48,3	R	19,1	22,12	11,16	95,80	131	35	75	20 Cu	0,023	2,18	0,55	26,87				
			S	16,1	19,05	10,19	82,50	131	35	75	20 Cu	0,023	1,88	0,47	37,02				
			T	15,6	18,54	10,03	80,30	131	35	75	20 Cu	0,023	1,83	0,46	38,71				
A.1	III	38,8	R	14,6	17,21	9,11	74,53	106	25	75	20 Cu	0,023	2,38	0,59	29,69				
			S	13,6	16,11	8,64	69,77	106	25	75	20 Cu	0,023	2,22	0,56	34,18				
			T	13,1	15,60	8,48	67,56	106	25	75	20 Cu	0,023	2,15	0,54	36,26				
A.1.1	R	10	0,5	1	0,99	R	0,5	0,51	0,07	2,19	18	1,5	20	2 Cu	0,023	0,13	0,06	87,85	
						S	0,0	0,00	0,00	0,00	0	0	20	2 Cu	0,023				
						T	0,0	0,00	0,00	0,00	0	0	20	2 Cu	0,023				
A.1.2	S	10	0,5	1	0,95	R	0,0	0,00	0,00	0,00	0	0	0	0 Cu	0,023				
						S	0,5	0,53	0,16	2,28	18	1,5	20	25 Cu	0,023	1,75	0,76	87,34	
						T	0,0	0,00	0,00	0,00	0	0	0	0 Cu	0,023				
A.1.3	III	10	1,5	1	0,87	R	0,5	0,57	0,28	2,49	18	1,5	20	15 Cu	0,023	0,99	0,25	86,17	
						S	0,5	0,57	0,28	2,49	18	1,5	20	15 Cu	0,023	0,99	0,25	86,17	
						T	0,5	0,57	0,28	2,49	18	1,5	20	15 Cu	0,023	0,99	0,25	86,17	
A.1.4	III	10	1,5	1	0,87	R	0,5	0,57	0,28	2,49	18	1,5	20	25 Cu	0,023	1,65	0,41	86,17	
						S	0,5	0,57	0,28	2,49	18	1,5	20	25 Cu	0,023	1,65	0,41	86,17	
						T	0,5	0,57	0,28	2,49	18	1,5	20	25 Cu	0,023	1,65	0,41	86,17	
A.1.5	III	10	1,5	1	0,87	R	0,5	0,57	0,28	2,49	18	1,5	20	35 Cu	0,023	2,31	0,58	86,17	
						S	0,5	0,57	0,28	2,49	18	1,5	20	35 Cu	0,023	2,31	0,58	86,17	
						T	0,5	0,57	0,28	2,49	18	1,5	20	35 Cu	0,023	2,31	0,58	86,17	
A.1.6	III	10	1,5	1	0,87	R	0,5	0,57	0,28	2,49	18	1,5	20	45 Cu	0,023	2,97	0,74	86,17	
						S	0,5	0,57	0,28	2,49	18	1,5	20	45 Cu	0,023	2,97	0,74	86,17	
						T	0,5	0,57	0,28	2,49	18	1,5	20	45 Cu	0,023	2,97	0,74	86,17	
A.1.7	III	25	7,5	1	0,85	R	2,5	2,94	1,55	12,74	34	4	20	20 Cu	0,023	2,54	0,63	62,54	
						S	2,5	2,94	1,55	12,74	34	4	20	20 Cu	0,023	2,54	0,63	62,54	
						T	2,5	2,94	1,55	12,74	34	4	20	20 Cu	0,023	2,54	0,63	62,54	
A.1.8	III	10	1,5	1	0,87	R	0,5	0,57	0,28	2,49	18	1,5	20	45 Cu	0,023	2,97	0,74	86,17	
						S	0,5	0,57	0,28	2,49	18	1,5	20	45 Cu	0,023	2,97	0,74	86,17	
						T	0,5	0,57	0,28	2,49	18	1,5	20	45 Cu	0,023	2,97	0,74	86,17	
A.1.9	III	25	10	1,25	0,8	R	4,2	5,21	3,13	22,55	34	4	20	30 Cu	0,023	6,74	1,68	33,67	
						S	4,2	5,21	3,13	22,55	34	4	20	30 Cu	0,023	6,74	1,68	33,67	
						T	4,2	5,21	3,13	22,55	34	4	20	30 Cu	0,023	6,74	1,68	33,67	
A.1.10	III	16	2,2	1	0,85	R	0,7	0,86	0,45	3,74	18	1,5	20	17 Cu	0,023	1,69	0,42	79,25	
						S	0,7	0,86	0,45	3,74	18	1,5	20	17 Cu	0,023	1,69	0,42	79,25	
						T	0,7	0,86	0,45	3,74	18	1,5	20	17 Cu	0,023	1,69	0,42	79,25	
A.1.11	III	16	2,2	1	0,85	R	0,7	0,86	0,45	3,74	18	1,5	20	17 Cu	0,023	1,69	0,42	79,25	
						S	0,7	0,86	0,45	3,74	18	1,5	20	17 Cu	0,023	1,69	0,42	79,25	
						T	0,7	0,86	0,45	3,74	18	1,5	20	17 Cu	0,023	1,69	0,42	79,25	
A.1.12	III	16	2,2	1	0,85	R	0,7	0,86	0,45	3,74	18	1,5	20	23 Cu	0,023	2,28	0,57	79,25	
						S	0,7	0,86	0,45	3,74	18	1,5	20	23 Cu	0,023	2,28	0,57	79,25	
						T	0,7	0,86	0,45	3,74	18	1,5	20	23 Cu	0,023	2,28	0,57	79,25	
						R	0,7	0,86	0,45	3,74	18	1,5	20	23 Cu	0,023	2,28	0,57	79,25	

A.1.13	MC4 Motro Criba 4	III	16	2,2	1	0,85	S	0,7	0,86	0,45	3,74	18	1,5	20	23 Cu	0,023	2,28	0,57	79,25
							T	0,7	0,86	0,45	3,74	18	1,5	20	23 Cu	0,023	2,28	0,57	79,25
A.1.14	MT1 Motores de las trampillas de descarga 1	R	10	1	1	0,87	R	1,0	1,15	0,57	4,98	18	1,5	20	17 Cu	0,023	2,59	1,12	72,35
							S	0,0	0,00	0,00	0,00	0	0	20	Cu	0,023			
							T	0,0	0,00	0,00	0,00	0	0	20	Cu	0,023			
A.1.15	MT2 Motores de las trampillas de descarga 2	R	10	1	1	0,87	R	1,0	1,15	0,57	4,98	18	1,5	20	17 Cu	0,023	2,59	1,12	72,35
							S	0,0	0,00	0,00	0,00	0	0	20	Cu	0,023			
							T	0,0	0,00	0,00	0,00	0	0	20	Cu	0,023			
A.1.16	MT3 Motores de las trampillas de descarga 3	S	10	1	1	0,87	R	0,0	0,00	0,00	0,00	0	0	20	Cu	0,023			
							S	1,0	1,15	0,57	4,98	18	1,5	20	23 Cu	0,023	3,51	1,52	72,35
							T	0,0	0,00	0,00	0,00	0	0	20	Cu	0,023			
A.1.17	MT4 Motores de las trampillas de descarga 4	T	10	1	1	0,87	R	0,0	0,00	0,00	0,00	0	0	20	Cu	0,023			
							S	0,0	0,00	0,00	0,00	0	0	20	Cu	0,023			
							T	1,0	1,15	0,57	4,98	18	1,5	20	23 Cu	0,023	3,51	1,52	72,35
A.2	CS2. Cuadro secundario Silos Exterior	III		9,5			R	4,5	4,95	2,05	21,41	60	10	20	20 Cu	0,023	1,71	0,43	64,31
							S	2,5	2,94	1,55	12,74	60	10	20	20 Cu	0,023	1,01	0,25	78,77
							T	2,5	2,94	1,55	12,74	60	10	20	20 Cu	0,023	1,01	0,25	78,77
A.2.1	Subcuadro Alumbrado exterior silos	R	10	2	1	0,97	R	2,0	2,06	0,50	8,93	21	1,5	20	18 Cu	0,023	4,93	2,13	57,49
							S	0,0	0,00	0,00	0,00	0	0	0	18 Cu	0,023			
							T	0,0	0,00	0,00	0,00	0	0	0	0 Cu	0,023			
A.2.2	Subcuadro Tomas de corriente exteriores	III	16	7,5	1	0,85	R	2,5	2,94	1,55	12,74	25	2,5	20	18 Cu	0,023	3,65	0,91	49,06
							S	2,5	2,94	1,55	12,74	25	2,5	20	18 Cu	0,023	3,65	0,91	49,06
							T	2,5	2,94	1,55	12,74	25	2,5	20	18 Cu	0,023	3,65	0,91	49,06
B	CNO. Cuadro Nave/Oficinas	III		27,0			R	7,7	8,99	4,70	38,94	106	25	75	20 Cu	0,023	1,24	0,31	63,27
							S	10,7	11,83	5,13	51,24	106	25	75	20 Cu	0,023	1,63	0,41	51,66
							T	8,7	9,73	4,42	42,12	106	25	75	20 Cu	0,023	1,34	0,34	60,26
B.1	SC Alumbrado nave	S	10	3	1	0,99	R	0,0	0,00	0,00	0,00	0	0	0	30 Cu	0,023			
							S	3,0	3,03	0,43	13,12	29	2,5	20	30 Cu	0,023	7,24	3,14	54,75
							T	0,0	0,00	0,00	0,00	0	0	0	30 Cu	0,023			
B.2	SC Alumbrado oficinas	T	10	2	1	0,99	R	0,0	0,00	0,00	0,00	0	0	0	13 Cu	0,023			
							S	0,0	0,00	0,00	0,00	0	0	0	13 Cu	0,023			
							T	2,0	2,02	0,28	8,75	21	1,5	20	13 Cu	0,023	3,49	1,51	58,34
B.3	Reserva nave	R	16	1	1	0,87	R	1,0	1,15	0,57	4,98	21	1,5	20	30 Cu	0,023	4,58	1,98	76,30
							S	0,0	0,00	0,00	0,00	0	0	0	30 Cu	0,023			
							T	0,0	0,00	0,00	0,00	0	0	0	30 Cu	0,023			
B.4	Reserva oficinas	S	16	1	1	0,87	R	0,0	0,00	0,00	0,00	0	0	0	13 Cu	0,023			
							S	1,0	1,15	0,57	4,98	21	1,5	20	13 Cu	0,023	1,98	0,86	76,30
							T	0,0	0,00	0,00	0,00	0	0	0	13 Cu	0,023			
B.5	SC Tomas de corriente nave	III	25	10	1	0,85	R	3,3	3,92	2,07	16,98	34	4	20	30 Cu	0,023	5,86	2,54	50,06
							S	3,3	3,92	2,07	16,98	34	4	20	30 Cu	0,023	5,86	2,54	50,06
							T	3,3	3,92	2,07	16,98	34	4	20	30 Cu	0,023	5,07	1,27	50,06
B.6	SC Tomas de corriente oficina	III	16	10	1	0,85	R	3,3	3,92	2,07	16,98	34	4	20	13 Cu	0,023	2,54	1,10	50,06
							S	3,3	3,92	2,07	16,98	34	4	20	13 Cu	0,023	2,54	1,10	50,06
							T	3,3	3,92	2,07	16,98	34	4	20	13 Cu	0,023	2,20	0,55	50,06
C	Alumbrado exterior paso camiones	T	10	2	1	0,8	R	0,0	0,00	0,00	0,00	0	0	0	45 Cu	0,023			
							S	0,0	0,00	0,00	0,00	0	0	0	45 Cu	0,023			
							T	2,0	2,50	1,50	10,83	72	6	20	45 Cu	0,023	3,73	1,62	84,96

RESUMEN Y CÁLCULO DE LA BATERÍA DE CONDENSADORES

DATOS AUXILIARES

Un	400 V
V	230,94 V

Minimos	e(%)	Sección
Alumbrado exterior	3	6mm ² enterrado 4mm ² aerea
LGA/DI	1,5	10 mm ²
Fuerza	6,5	
Alumbrado	4,5	

RESUMEN DE CARGA

	Fase R	Fase S	Fase T	Trifásico
nº equipos	5	4	3	19
P asignada kW	26,8	26,8	26,3	
Intensidad S	134,73	133,53	133,05	

RESUMEN DE CONDUCTORES

Sección (mm ²)	cantidad	longitud (m)
95	3	255
35	3	60
25	6	120
10	3	60
6	1	45
4	12	279
2,5	4	84
1,5	37	916

RESUMEN DE CANALIZACIONES

Ø (mm)	cantidad	longitud (m)
140	3	255
75	9	180
20	67	1388

BATERIA DE CONDENSADORES

Qr (kVAr) 15,86	Q (kVAr) 47,12	S 92,67 kVA
Qs (kVAr) 15,32	P (kW) 79,8	α 30,56 °
Qt (kVAr) 15,94		fdp 0,66
Pr (kW) 26,8		FDP 0,95
Ps (kW) 26,8		δ 18,19
Pt (kW) 26,3		Qc 30,53 kVAr

CÁLCULO DE SECCIONES POR INTENSIDADES MÁXIMAS																								
CIRCUITO			DATOS DE CÁLCULO						C.N		Factores de corrección					NETOTERM		FUSIBLE						
Código	Suministro		Inom (A)	Pnom (kW)	F.C.	f.d.p.	FASE	P (kW)	S(kVA)	Q(kVAr)	I _L (A)	I RBT	S(mm ²)	f1	f2	f3	f4	f5	In	Icn	In	0,91 Icn		
LGA	III						R	26,8	30,83	15,30	133,49	335	95	0,96	1,00	0,93	1,02	0,80	160	244	160	222		
							S	26,8	30,56	14,75	132,33	335	95	0,96	1,00	0,93	1,02	0,80	160	244	160	222		
							T	26,3	30,44	15,38	131,79	335	95	0,96	1,00	0,93	1,02	0,80	160	244	160	222		
A	CS. Cuadro Silos	III					R	19,1	21,84	10,60	94,58	131	35	0,95	1,00	0,90	1,00	1,00	100	112	100	102		
							S	16,1	18,76	9,62	81,22	131	35	0,95	1,00	0,90	1,00	1,00	100	112	100	102		
							T	15,6	18,24	9,46	79,00	131	35	0,95	1,00	0,90	1,00	1,00	100	112	100	102		
A.1	CS1. Cuadro secundario Silos Fuerza	III					R	14,6	16,92	8,55	73,26	106	25	0,95	1,00	0,90	1,00	1,00	80	91	80	82		
							S	13,6	15,82	8,07	68,48	106	25	0,95	1,00	0,90	1,00	1,00	80	91	80	82		
							T	13,1	15,30	7,91	66,26	106	25	0,95	1,00	0,90	1,00	1,00	80	91	80	82		
A.1.1	Maniobra	R	10	0,5	1	0,99	R	0,5	0,51	0,07	2,19	18	1,5	0,95	1,00	0,90	1,00	1,00	6	15	6	14		
							S	0,0	0,00	0,00	0,00													
							T	0,0	0,00	0,00	0,00													
A.1.2	MDE Distribuidor Elevador de Cangilones	S	10	0,5	1	0,95	R	0,0	0,00	0,00	0,00	18	1,5	0,95	1,00	0,90	1,00	1,00	6	15	6	14		
							S	0,5	0,53	0,16	2,28													
							T	0,0	0,00	0,00	0,00													
A.1.3	ME1 Extracción Silo 1	III	10	1,5	1	0,87	R	0,5	0,57	0,28	2,49	18	1,5	0,95	1,00	0,90	1,00	1,00	6	15	6	14		
							S	0,5	0,57	0,28	2,49	18	1,5	0,95	1,00	0,90	1,00	1,00	6	15	6	14		
							T	0,5	0,57	0,28	2,49	18	1,5	0,95	1,00	0,90	1,00	1,00	6	15	6	14		
A.1.4	ME2 Extracción Silo 2	III	10	1,5	1	0,87	R	0,5	0,57	0,28	2,49	18	1,5	0,95	1,00	0,90	1,00	1,00	6	15	6	14		
							S	0,5	0,57	0,28	2,49	18	1,5	0,95	1,00	0,90	1,00	1,00	6	15	6	14		
							T	0,5	0,57	0,28	2,49	18	1,5	0,95	1,00	0,90	1,00	1,00	6	15	6	14		
A.1.5	ME3 Extracción Silo 3	III	10	1,5	1	0,87	R	0,5	0,57	0,28	2,49	18	1,5	0,95	1,00	0,90	1,00	1,00	6	15	6	14		
							S	0,5	0,57	0,28	2,49	18	1,5	0,95	1,00	0,90	1,00	1,00	6	15	6	14		
							T	0,5	0,57	0,28	2,49	18	1,5	0,95	1,00	0,90	1,00	1,00	6	15	6	14		
A.1.6	ME4 Extracción Silo 4	III	10	1,5	1	0,87	R	0,5	0,57	0,28	2,49	18	1,5	0,95	1,00	0,90	1,00	1,00	6	15	6	14		
							S	0,5	0,57	0,28	2,49	18	1,5	0,95	1,00	0,90	1,00	1,00	6	15	6	14		
							T	0,5	0,57	0,28	2,49	18	1,5	0,95	1,00	0,90	1,00	1,00	6	15	6	14		
A.1.7	MC Motor Cinta Transportadora	III	25	7,5	1	0,85	R	2,5	2,94	1,55	12,74	34	4	0,95	1,00	0,90	1,00	1,00	20	29	20	26		
							S	2,5	2,94	1,55	12,74	34	4	0,95	1,00	0,90	1,00	1,00	20	29	20	26		
							T	2,5	2,94	1,55	12,74	34	4	0,95	1,00	0,90	1,00	1,00	20	29	20	26		
A.1.8	MDS Motor Distribuidor Silos	III	10	1,5	1	0,87	R	0,5	0,57	0,28	2,49	18	1,5	0,95	1,00	0,90	1,00	1,00	6	15	6	14		
							S	0,5	0,57	0,28	2,49	18	1,5	0,95	1,00	0,90	1,00	1,00	6	15	6	14		
							T	0,5	0,57	0,28	2,49	18	1,5	0,95	1,00	0,90	1,00	1,00	6	15	6	14		
A.1.9	ME Elevador de Cangilones	III	25	10	1,3	0,8	R	4,2	5,21	3,13	22,55	34	4	0,95	1,00	0,90	1,00	1,00	25	29	25	26		
							S	4,2	5,21	3,13	22,55	34	4	0,95	1,00	0,90	1,00	1,00	25	29	25	26		
							T	4,2	5,21	3,13	22,55	34	4	0,95	1,00	0,90	1,00	1,00	25	29	25	26		
A.1.10	MC1 Motro criba 1	III	16	2,2	1	0,85	R	0,7	0,86	0,45	3,74	18	1,5	0,95	1,00	0,90	1,00	1,00	6	15	6	14		
							S	0,7	0,86	0,45	3,74	18	1,5	0,95	1,00	0,90	1,00	1,00	6	15	6	14		
							T	0,7	0,86	0,45	3,74	18	1,5	0,95	1,00	0,90	1,00	1,00	6	15	6	14		
A.1.11	MC2 Motro criba 2	III	16	2,2	1	0,85	R	0,7	0,86	0,45	3,74	18	1,5	0,95	1,00	0,90	1,00	1,00	6	15	6	14		
							S	0,7	0,86	0,45	3,74	18	1,5	0,95	1,00	0,90	1,00	1,00	6	15	6	14		
							T	0,7	0,86	0,45	3,74	18	1,5	0,95	1,00	0,90	1,00	1,00	6	15	6	14		
A.1.12	MC3 Motro criba 3	III	16	2,2	1	0,85	R	0,7	0,86	0,45	3,74	18	1,5	0,95	1,00	0,90	1,00	1,00	6	15	6	14		
							S	0,7	0,86	0,45	3,74	18	1,5	0,95	1,00	0,90	1,00	1,00	6	15	6	14		
							T	0,7	0,86	0,45	3,74	18	1,5	0,95	1,00	0,90	1,00	1,00	6	15	6	14		
A.1.13	MC4 Motro criba 4	III	16	2,2	1	0,85	R	0,7	0,86	0,45	3,74	18	1,5	0,95	1,00	0,90	1,00	1,00	6	15	6	14		
							S	0,7	0,86	0,45	3,74	18	1,5	0,95	1,00	0,90	1,00	1,00	6	15	6	14		

						T	0,7	0,86	0,45	3,74	18	1,5	0,95	1,00	0,90	1,00	1,00	6	15	6	14	
A.1.14	MT1 Motores de las trampillas de descarga 1	R	10	1	1	0,87	R	1,0	1,15	0,57	4,98							0		0	0	
							S	0,0	0,00	0,00	0,00							0		0	0	
							T	0,0	0,00	0,00	0,00	18	1,5	0,95	1,00	0,90	1,00	1,00	10	15	10	14
A.1.15	MT2 Motores de las trampillas de descarga 2	R	10	1	1	0,87	R	1,0	1,15	0,57	4,98	18	1,5	0,95	1,00	0,90	1,00	1,00	10	15	10	14
							S	0,0	0,00	0,00	0,00							0		0	0	
							T	0,0	0,00	0,00	0,00							0		0	0	
A.1.16	MT3 Motores de las trampillas de descarga 3	S	10	1	1	0,87	R	0,0	0,00	0,00	0,00							0		0	0	
							S	1,0	1,15	0,57	4,98	18	1,5	0,95	1,00	0,90	1,00	1,00	10	15	10	14
							T	0,0	0,00	0,00	0,00							0		0	0	
A.1.17	MT4 Motores de las trampillas de descarga 4	T	10	1	1	0,87	R	0,0	0,00	0,00	0,00							0		0	0	
							S	0,0	0,00	0,00	0,00							0		0	0	
							T	1,0	1,15	0,57	4,98	18	1,5	0,95	1,00	0,90	1,00	1,00	10	15	10	14
A.2	CS2. Cuadro secundario Silos Exterior	III					R	4,5	4,95	2,05	21,41	60	10	0,95	1,00	0,90	1,00	1,00	25	51	25	47
							S	2,5	2,94	1,55	12,74	60	10	0,95	1,00	0,90	1,00	1,00	25	51	25	47
							T	2,5	2,94	1,55	12,74	60	10	0,95	1,00	0,90	1,00	1,00	25	51	25	47
A.2.1	Subcuadro Alumbrado exterior silos	R	10	2	1	0,97	R	2,0	2,06	0,50	8,93	21	1,5	0,95	1,00	0,90	1,00	1,00	10	18	10	16
							S	0,0	0,00	0,00	0,00							0		0	0	
							T	0,0	0,00	0,00	0,00							0		0	0	
A.2.2	Subcuadro Tomas de corriente exteriores	III	16	7,5	1	0,85	R	2,5	2,94	1,55	12,74	25	2,5	0,95	1,00	0,90	1,00	1,00	16	21	16	19
							S	2,5	2,94	1,55	12,74	25	2,5	0,95	1,00	0,90	1,00	1,00	16	21	16	19
							T	2,5	2,94	1,55	12,74	25	2,5	0,95	1,00	0,90	1,00	1,00	16	21	16	19
B	CNO. Cuadro Nave/Oficinas	III					R	7,7	8,99	4,70	38,94	106	25	0,95	1,00	0,90	1,00	1,00	63	91	63	82
							S	10,7	11,83	5,13	51,24	106	25	0,95	1,00	0,90	1,00	1,00	63	91	63	82
							T	8,7	9,73	4,42	42,12	106	25	0,95	1,00	0,90	1,00	1,00	63	91	63	82
B.1	SC Alumbrado nave	S	10	3	1	0,99	R	0,0	0,00	0,00	0,00							0		0	0	
							S	3,0	3,03	0,43	13,12	29	2,5	0,95	1,00	0,90	1,00	1,00	16	25	16	23
							T	0,0	0,00	0,00	0,00							0		0	0	
B.2	SC Alumbrado oficinas	T	10	2	1	0,99	R	0,0	0,00	0,00	0,00							0		0	0	
							S	0,0	0,00	0,00	0,00							0		0	0	
							T	2,0	2,02	0,28	8,75	21	1,5	0,95	1,00	0,90	1,00	1,00	10	18	10	16
B.3	Reserva nave	R	16	1	1	0,87	R	1,0	1,15	0,57	4,98	21	1,5	0,95	1,00	0,90	1,00	1,00	6	18	6	16
							S	0,0	0,00	0,00	0,00							0		0	0	
							T	0,0	0,00	0,00	0,00							0		0	0	
B.4	Reserva oficinas	S	16	1	1	0,87	R	0,0	0,00	0,00	0,00							0		0	0	
							S	1,0	1,15	0,57	4,98	21	1,5	0,95	1,00	0,90	1,00	1,00	6	18	6	16
							T	0,0	0,00	0,00	0,00							0		0	0	
B.5	SC Tomas de corriente nave	III	25	10	1	0,85	R	3,3	3,92	2,07	16,98	34	4	0,95	1,00	0,90	1,00	1,00	20	29	20	26
							S	3,3	3,92	2,07	16,98	34	4	0,95	1,00	0,90	1,00	1,00	20	29	20	26
							T	3,3	3,92	2,07	16,98	34	4	0,95	1,00	0,90	1,00	1,00	20	29	20	26
B.6	SC Tomas de corriente oficina	III	16	10	1	0,85	R	3,3	3,92	2,07	16,98	34	4	0,95	1,00	0,90	1,00	1,00	20	29	20	26
							S	3,3	3,92	2,07	16,98	34	4	0,95	1,00	0,90	1,00	1,00	20	29	20	26
							T	3,3	3,92	2,07	16,98	34	4	0,95	1,00	0,90	1,00	1,00	20	29	20	26
C	Alumbrado exterior paso camiones	T	10	2	1	0,8	R	0,0	0,00	0,00	0,00							0		0	0	
							S	0,0	0,00	0,00	0,00							0		0	0	
							T	2,0	2,50	1,50	10,83	72	6	0,96	1,00	0,93	1,02	0,80	16	52	16	48

CÁLCULO DE INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO															
CIRCUITO			LINEA					Resistencia			I cortocircuito				
Código	Suministro	Tipo	Sf(mm ²)	Sn(mm ²)	Øtubo(mm)	L (m)	g	Rf(Ω)	Rn(Ω)	j X(Ω)	IccT (kA)	IccFN (kA)	A/mm ² 0,3s	I (kA)	ich (kA)
Trafo + Acometida		III								0,0640	3,97		0,170	40,80	10,10
	LGA	III	95	50	140	85	0,023	0,00605	0,03910		3,95	3,24	0,259	24,61	10,06
A	CS. Cuadro Silos	III	35	16	110	25	0,023	0,01643	0,03594		3,84	3,07	0,259	9,07	9,79
A.1	CS1. Cuadro secundario Silos Fuerza	III	25	16	110	15	0,023	0,01380	0,02156		3,88	3,47	0,259	6,48	9,88
A.2	CS2. Cuadro secundario Silos Exterior	III	10	10	75	15	0,023	0,03450	0,03450		3,49	2,70	0,259	2,59	8,89
B	CNO. Cuadro Nave/Oficinas	III	25	16	110	20	0,023	0,01840	0,02875		3,81	3,20	0,259	6,48	9,71
C	Alumbrado exterior paso camiones	R	6	6	20	45	0,023	0,17250	0,17250			0,72	0,259	1,55	1,84

Un	400
V	230,94

TRANSFORMADOR Y ACOMETIDA	
U	400 V
ucc%	4%
S	100 kVA
Sc	571,6 MVA
Xq	2,80E-10 Ω
Xt	0,064 Ω

Se desprecian intensidades iniciales
Se desprecia resistencia en el transformador y acometida
Se desprecia reactancia en las lineas
Red de 25 kA que da iberdrola

X. ANEJO 3: MEDICIONES Y PRESU- PUESTO

MEDICIONES Y PRESUPUESTO

Código	Ud.	Resumen	Cant.	Coste Unitario	Total €
A					
OBRA CIVIL					
A.1	m ²	EXPLANACIÓN DE TERRENO			
		Retirada de la capa superficial de terreno, por medios mecánicos de 25 cm de espesor aproximadamente			
		Espacio total	70	1,35	94,50
A.2	m ³	EXCAVACIÓN DE ZAPATAS Y ZANJAS			
		Excavación a cielo abierto y acondicionamiento posterior del terreno con extracción de tierras fuera de la excavación.			
		Zapatas	14,65	13,5	197,78
		Vigas de atado	4,33	13,5	58,46
A.3	m ³	TRANSPORTE DE TIERRAS A VERTEDERO			
		Transporte de tierras procedente de excavación a vertedero con un recorrido total comprendido entre 10 y 25 km, en camión de 10 Tm			
		Expianación	28	8	224,00
		Zapatas	14,65	8	117,20
		Vigas de atado	4,33	8	34,64
A.4	m ³	HORMIGÓN LIMPIEZA H-100 x 10 cm espesor			
		Hormigón en masa de 100 kg/cm ² de resistencia característica, cemento CEM II/A-P 32,5 R, árido rodado, tamaño máximo 30 mm, consistencia blanda. Elaborado en central, vertido y colocado directamente en obra desde el camión, en limpieza y nivelado de fondos de zapata. Medición según dimensiones en Planos.			
		Zapatas	2,25	45	101,25
		Vigas de atado	0,32	45	14,40
A.5	kg	ACERO B500S C.R.			
		Acero corrugado B500S en zapata, control reducido Ferrallado y montado según detalles de Planos, incluso parte proporcional de recortes, despuntes y exceso de laminación. Medición teórica según despiece en Planos.			
		Zapatas	436	0,9	392,40
		Vigas de atado	166	0,9	149,40
A.6	m ³	HORMIGÓN HA-25			
		Hormigón para armar de 250 kg/cm ² de resistencia característica, cemento CEM II/A-P, 32,5R, árido rodado tamaño máximo 30 mm, consistencia plástica, elaborado en central. Vertido y colocación en obra directamente del camión, vibrado y curado, para relleno de zapatas y vigas de cimentación. Medición según dimensiones de Planos.			
		Zapatas	7,3	55,6	405,88
		Vigas de atado	1,3	55,6	72,28
A.7	ud.	PLACA ANCLAJE			
		Placa de anclaje de acero S275JR de las dimensiones, mecanización y con los elementos que se indican en los Planos. Ejecución electrosoldada concordón continuo, a tope, ejecutada en taller. Pintada y rematada según el resto de estructura.			
		Placa anclaje tipo 200 x 200 x 18	6	59,7	358,20
A.8.	ud.	PERNOS			
		Pernos en acero B500 S corrugado con forma, longitudes y número según se indica, ejecutados según Planos. Incluso extremo roscado y doble juego de tuerca y arandela para nivelado de placa.			
		Perno Ø12mm	64	3	192,00
A.9	m ²	SOLERA DE HORMIGÓN			
		Encachado de piedra caliza 20/40 mm de 20 cm de espesor medio, con lámina de polietileno de galga 400. Con posterior solera de H-250kg/cm ² , terminación pulida más aditivo tapaporos para obtener una superficie hidrofugada, con mallazo electrosoldado con acero B400S, control normal, de 15x15 Ø8, de 20 cm de espesor medio, y parte proporcional de juntas, con porexpán en encuentro con muros y pilares. Según detalle de planos. Medido en verdadera magnitud.			
		Solera	70	6,59	461,30
A.10	ud	MATERIAL AUXILIAR			
		Material Auxiliar	1	300	300,00
B					
ESTRUCTURA MECÁNICA Y TOLVAS					
B.1	m	ESTRUCTURA METÁLICA PARA MONTAJE ATORNILLADA Y PINTADA ACERO S275JR			

Código	Ud.	Resumen	Cant.	Coste Unitario	Total €	
		Estructura metálica electrosoldada y pintada en taller, diseñada para montaje atornillado (permitidas mínimas soldaduras en obra), según diseño a ejes de piezas que figura en Planos. A base de pilares y vigas en pórticos de acero S275, perfiles laminados en caliente. Dos manos de pintura antioxidante, incluso en soldaduras dadas en obra. Incluso parte proporcional de exceso de laminación y despuntes, cartelas, angulares, mecanizado para pernos y tornillos, arandelas, tuercas y otros accesorios. Más parte proporcional de medios de elevación, herramientas y maquinaria necesaria para su ejecución según Eurocódigo. Medición en obra.				
			HE 100 B	92,2	20,91	1927,90
			HE 140 B	76,8	34,54	2652,67
B.4	ud.	TOLVA DE DESCARGA				
		Tolva de 6,22 m ³ de chapa de acero galvanizada, para montaje en obra mediante uniones atornilladas, de la geometría y dimensiones indicadas en Proyecto. Peso en vacío aproximado 730 kg. Incluso trampilla motorizada conmutable inferior de Ø250 mm con mando eléctrico incluido. Montado e instalado sobre estructura soporte, a falta de conexionado eléctrico únicamente. Totalmente rematado.				
		Tolva de descarga	4	1550	6200,00	
B.5	m	CONDUCTOS ACCESORIOS DE TOLVA Y CRIBAS				
		Conductos de polvo separado desde cribas y conductos flexibles de desembocadura de trampillas.				
		Conducto PVC Ø125 mm de polvo separado desde cribas	1	1,89	1,89	
		Conducto flexible para acoplar a la boca de la tolva	4	61,23	244,92	
B.5	ud.	ACCESORIOS DE LA TOLVA Y CRIBAS				
		Accesorios de la estructura y tolvas de descarga incluyendo entre otros: Escalera y sacos de lona de almacenamiento de polvo separado.				
		Saco de lona contenedor del polvo separado de 1 m ³	1	56	56,00	
		Escalera tipo gato para acceso a las tolvas	2	236,95	473,90	
		Otros material necesario	1	150	150,00	
B.6	ud	MATERIAL AUXILIAR				
		Material Auxiliar	1	300	300,00	
INSTALACIÓN ELÉCTRICA						
C.1		PUESTA A TIERRA				
		Electrodo de puesta a tierra mediante hincado de picas de 2 m y Ø14 mm de acero cobrizado, unidas empleando cable de cobre de al menos 25 mm ² de sección y piezas de unión específicas.				
	ud.	Picas de 2 m y Ø14 mm	12	10	120,00	
	m	Cable 25 mm ² de cobre desnudo	90	0,26	23,40	
C.2	m	LÍNEA GENERAL DE ALIMENTACIÓN				
		Instalación de línea general de alimentación subterránea, entubada (más tubo de reserva), entre conjunto de protección y medida y el cuadro general de protecciones. Por zanja existente. Sin incluir obra civil.				
		Conductor RZ1-K(AS) 0,6/1 kV 1x95 mm ² Cu	85	3,93	334,05	
		Cinta aviso "Atención cables eléctricos"	1	0,2	0,20	
C.3	ud.	CONJUNTO PROTECCIÓN Y MEDIDA				
		Suministro e instalación de conjunto de protección (CGP) y medida (preinstalación para contador) normalizado Iberdrola, tipo CMT300E-MF según NI 42.72.00 con bases portafusibles BUC hasta 400 A. Más fusibles de cuchilla NH tipo gG de 160 A.				
		CPM	1	650,96	650,96	
C.4	m	LÍNEA TRIFÁSICA INSTALADA EN BANDEJA				
		Suministro e instalación por bandeja de rejilla de conductor unipolar RV-K 0.6/1 kV recuperado de la instalación existente, o RZ1-K 0.6/1 kV nuevo, según los casos, fijado con bridas aptas para uso a la intemperie.				
		CS. Cuadro Silos 4 x 35 mm ² Cu	80	7,53	602,40	
		CNO. Cuadro Nave/Oficinas 4 x 25 mm ² Cu	80	5,43	434,40	
		ME1 Extracción Silo 1 5G 1,5 mm ² Cu	15	1,86	27,90	
		ME2 Extracción Silo 2 5G 1,5 mm ² Cu	25	1,86	46,50	
		ME3 Extracción Silo 3 5G 1,5 mm ² Cu	35	1,86	65,10	
		ME4 Extracción Silo 4 5G 1,5 mm ² Cu	45	1,86	83,70	
		MC Motor Cinta Transportadora 5G 4 mm ² Cu	20	4,55	91,00	
		MDS Motor Distribuidor Silos 5G 1,5 mm ² Cu	20	1,86	37,20	
		ME Elevador de Cangilones 5G 4 mm ² Cu	20	4,55	91,00	
		MC1 Motro Criba 1 5G 1,5 mm ² Cu	20	1,86	37,20	
		MC2 Motro Criba 2 5G 1,5 mm ² Cu	20	1,86	37,20	
		MC3 Motro Criba 3 5G 1,5 mm ² Cu	20	1,86	37,20	

Código	Ud.	Resumen	Cant.	Coste Unitario	Total €
		MC4 Motro Criba 4 5G 1,5 mm ² Cu	20	1,86	37,20
		Subcuadro Tomas de corriente exteriores 5G 2,5 mm ² Cu	18	2,92	52,56
		SC Tomas de corriente nave 5G 4 mm ² Cu	30	4,55	136,50
		SC Tomas de corriente oficina 5G 4 mm ² Cu	13	4,55	59,15
C.5	m	LÍNEA INSTALADA EN ENTERRADA			
		Suministro e instalación enterrado de conductor unipolar RV-K 0.6/1 kV recuperado de la instalación existente, o RZ1-K 0.6/1 kV nuevo.			
		CS1. Cuadro secundario Silos Fuerza 4 x 25 mm ² Cu	80	5,43	434,40
		CS2. Cuadro secundario Silos Exterior 4 x 10 mm ² Cu	80	2,26	180,80
		C. Alumbrado exterior paso camiones 3G 6 mm ² Cu	45	4,02	180,90
C.5	m	LÍNEA MONOFÁSICA			
		Suministro e instalación en bandeja de rejilla o enterrado de conductor unipolar RV-K 0.6/1 kV recuperado de la instalación existente, o RZ1-K 0.6/1 kV nuevo.			
		MDE Distribuidor Elevador de Cangilones 3G1,5 mm ² Cu	25	1,13	28,25
		MT1 Motores de las trampillas de descarga 1 3G1,5 mm ² Cu	17	1,13	19,21
		MT2 Motores de las trampillas de descarga 2 3G1,5 mm ² Cu	17	1,13	19,21
		MT3 Motores de las trampillas de descarga 3 3G1,5 mm ² Cu	23	1,13	25,99
		MT4 Motores de las trampillas de descarga 4 3G1,5 mm ² Cu	23	1,13	25,99
		Subcuadro Alumbrado exterior silos 3G1,5 mm ² Cu	18	1,13	20,34
		SC Alumbrado nave 3G2,5 mm ² Cu	30	1,77	53,10
		SC Alumbrado oficinas 3G1,5 mm ² Cu	13	1,13	14,69
		Reserva nave 3G1,5 mm ² Cu	30	1,13	33,90
		Reserva oficinas 3G1,5 mm ² Cu	13	1,13	14,69
C.6	m	CANALIZACIÓN DE BANDEJA DE REJILLA Y TUBOS DE PROTECCIÓN			
		Instalación en montaje mural horizontal de bandeja de rejilla galvanizada en caliente, sin tapa, para soportar conductores aislados tipo RZ1-K o similar.. Más grapas de sujeción y demás material de montaje. Incluso bridas de sujeción de nylon de primera calidad para montaje en intemperie. Completamente rematada. Incluso tubos flexibles corrugados de doble capa de PVC libre de halógenos para instalación fuera de bandeja.			
		Bandeja 100 x 60 mm	250	12,03	3007,50
		Tubo flexible corrugado Ø160 mm	255	1,89	481,95
		Tubo flexible corrugado Ø75 mm	180	1,9	342,00
		Tubo flexible corrugado Ø25 mm	7589	0,21	1593,69
		Tubo flexible corrugado Ø20 mm	6253	0,16	1000,48
C.7	ud.	CUADRO DE PROTECCIONES GENERAL			
		Suministro e instalación de cuadro de protecciones general según esquemas unifilares de los Planos. Cableado interior con aislamiento 750V, empleando punteras o piezas terminales según calibre de los cables. Más identificación de circuitos mediante etiquetado adhesivo.			
		Armario metálico IP5, de 700 x 600 mm, más accesorios	1	389	389,00
		Interruptor automático magnetotérmico 4P/160 A /25 kA /curva C	1	438,21	438,21
		Interruptor automático magnetotérmico 4P/125 A /10 kA /curva C	1	330,54	330,54
		Interruptor automático magnetotérmico 4P/100 A /10 kA /curva C	1	313,18	313,18
		Interruptor automático magnetotérmico 4P/16 A /6 kA /curva C	1	70,73	70,73
		Interruptor diferencial 2P/25 A/30mA	1	48,4	48,40
C.8	ud.	CUADRO SILOS			
		Suministro e instalación de cuadro de protecciones general según esquemas unifilares de los Planos. Cableado interior con aislamiento 750V, empleando punteras o piezas terminales según calibre de los cables. Más identificación de circuitos mediante etiquetado adhesivo.			
		Armario metálico IP5, de 700 x 600 mm, más accesorios	1	389	389,00
		Interruptor automático magnetotérmico 4P/100 A /10 kA /curva C	2	313,18	626,36
		Interruptor automático magnetotérmico 4P/80 A /10 kA /curva C	1	297,46	297,46
C.9	ud.	CUADRO NAVE/OFCINAS			
		Suministro e instalación de cuadro de protecciones general según esquemas unifilares de los Planos. Cableado interior con aislamiento 750V, empleando punteras o piezas terminales según calibre de los cables. Más identificación de circuitos mediante etiquetado adhesivo.			
		Armario metálico IP5, de 700 x 600 mm, más accesorios	1	389	389,00
		Interruptor automático magnetotérmico 4P/63 A /10 kA /curva C	1	140	140,00
		Interruptor automático magnetotérmico 4P/20 A /10 kA /curva C	2	98,6	197,20
		Interruptor automático magnetotérmico 2P/16 A /6 kA /curva C	1	70,73	70,73
		Interruptor automático magnetotérmico 2P/10 A /6 kA /curva C	4	33,6	134,40
C.10	ud.	CUADRO SILOS FUERZA			

Código	Ud.	Resumen	Cant.	Coste Unitario	Total €
		Suministro e instalación en obra, previa ejecución en taller eléctrico, de armario metálico modular, con entrada y salida de cables por la parte inferior o superior, según indicaciones de la Dirección de obra, formado por dos cuerpos ensamblados como uno solo, grado de protección mínimo IP55, para control y protección de las instalaciones de la Zona Nueva. Cableado según Planos empleando punteras o terminales específicos para los cables, que deberán estar individualmente identificados según los esquemas desarrollados, cuya copia se deberá incluir en el armario. Más etiquetas adhesivas identificando componentes y circuitos, tanto a nivel de aparamenta como sobre el frontal exterior.			
		Armario modular, de 1600 x 840 mm x 400 mm, más accesorios	1	1986,36	1986,36
		Aparamenta de control alumbrado y ventilación	1	302,95	302,95
		Interruptor automático magnetotérmico 4P/80 A /10 kA /curva C	1	297,46	297,46
		Interruptor automático magnetotérmico 4P/25 A /6 kA /curva C	2	106,4	212,80
		Interruptor automático magnetotérmico 4P/20 A /6 kA /curva C	3	98,6	295,80
		Interruptor automático magnetotérmico 4P/10 A /6 kA /curva C	10	85,3	853,00
		Interruptor automático magnetotérmico 2P/10 A /6 kA /curva C	7	33,6	235,20
		Interruptor diferencial 4P/40 A/300 mA	1	145,15	145,15
		Interruptor diferencial 4P/25 A/300 mA	11	75,89	834,79
		Interruptor diferencial 2P/25 A/30 mA	4	43,12	172,48
		Variador de velocidad ATV 630 1,5 kW	5	845,15	4225,75
		Variador de velocidad ATV 630 10 kW	1	3035,8	3035,80
		Variador de velocidad ATV 630 7,5 kW	1	2541,89	2541,89
		Arrancador progresivo Schneider Electric Altistar 01 0,5 kW	1	144,8	144,80
		Arrancador progresivo Schneider Electric Altistar 01 2,2 kW	4	241,43	965,72
		Arrancador progresivo Schneider Electric Altistar 01 1 kW	4	144,8	579,20
		Fusible 4P 25A gG	1	69,87	69,87
		Descargador de sobretensiones tipo II, 150 J	1	300,9	300,90
		Transformador monofásico 400 V / 24V y 300 VA, IP20	1	50,47	50,47
		Fuente de alimentación de tensión continua 24V, 240 VA	1	40,1	40,10
		Pilotos Led 24V Rojo, Verde y Amarillo	11	7,5	82,50
		Maneta selectora para panel frontal 2 posiciones	18	15,5	279,00
		Maneta selectora para panel frontal 3 posiciones	1	15,5	15,50
		Maneta selectora para panel frontal 4 posiciones	1	15,5	15,50
		Maneta selectora para panel frontal 5 posiciones	1	15,5	15,50
		Pulsador 1NA/1NC para STOP urgente	1	32	32,00
		Regletas terminales de conexión y otro accesorios	300	4,3	1290,00
C.11	ud.	CUADRO SILOS EXTERIOR			
		Suministro e instalación de cuadro de protecciones general según esquemas unifilares de los Planos. Cableado interior con aislamiento 750V, empleando punteras o piezas terminales según calibre de los cables. Más identificación de circuitos mediante etiquetado adhesivo.			
		Armario metálico IP5, de 700 x 600 mm, más accesorios	1	389	389,00
		Interruptor automático magnetotérmico 4P/25 A /6 kA /curva C	1	106,4	106,40
		Interruptor automático magnetotérmico 4P/16 A /6 kA /curva C	1	45,06	45,06
		Interruptor automático magnetotérmico 2P/10 A /6 kA /curva C	1	33,6	33,60
C.12	ud.	CRIBAS DE POLVO			
		Criba vibratoria circular de Ø1,6 m, para clasificación de flujos granulares y separación de polvo, en hasta dos etapas. Conjunto completo, con motor trifásico 2,2 kW, aislamiento F, clase energética IE3 ó IE2, más amortiguamiento en la base. Con tapadera y cuerpo de cribas en acero inoxidable, recubrimiento de motor, bastidor y anclajes en acero galvanizado. Totalmente instalado y funcionando.			
		Fragola Cryloc VR 15	4	6940	27760,00
C.13	ud.	MOTORES			
		Motor de inducción trifásico o monofásico, fabricado según IEC-UNE-EN 60034, eficiencia energética mínima IE3 ó IE2 según Reglamento europeo de ecodiseño CE 640/2009. Clase de aislamiento F. Servicio continuo S1. Grado protección IP65. Incluso parte proporcional de soporte y anclajes de sujeción. Montado, alineado y probado.			
		Motor Elevador de Cangilones 10 kW	1	55,6	55,60
		Motor Cinta Transportadora 7,5 kW	1	55,6	55,60
		Motor Extracción de Silos (Tornillo sinfín) 1,5 kW	4	30,8	123,20
		Motor Distribuidor de Silos (Tripper) 1,5 kW	1	30,8	30,80
		Motor Trampillas de Descarga (Monofásico) 1 kW	4	30,8	123,20
		Motor Distribuidor de Elevador de Cangilones 0,5 kW	1	30,8	30,80
C.14	ud.	CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA			

Código	Ud.	Resumen	Cant.	Coste Unitario	Total €
		Batería automática de condensadores, para 31,25 kVAR de potencia reactiva, de 3 escalones con una relación de potencia entre condensadores de 1:2:2, para alimentación trifásica a 400 V de tensión y 50 Hz de frecuencia, compuesta por armario metálico con grado de protección IP21, de 290x170x464 mm; condensadores; regulador de energía reactiva con pantalla de cristal líquido; contactores con bloque de preinserción y resistencia de descarga rápida; y fusibles de alto poder de corte.	1	1065,02	1065,02
C.15	ud	MATERIAL AUXILIAR			
		Material Auxiliar	1	300	300,00
D INSTALACIÓN DE AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL					
D.1	ud.	AUTÓMATA PROGRAMABLE PLC			
		CPU Schneider Electric GTU	1	1441,18	1441,18
		Paquete de 9 entradas analógicas	1	227,96	227,96
		Paquete de 32 entradas digitales	1	200,43	200,43
		Paquete de 32 salidas digitales	1	200,43	200,43
		Módulo y dispositivos de comunicaciones	1	786,8	786,80
D.2	ud.	SENSORES			
		Sensores para el SCADA de control y automatización, por cada silo o contenedor. Más conexionado al autómata, etiquetado y pruebas. Conjunto rematado y funcionando			
		Sensores de nivel radar tipo VegaPlus 69	4	356	1424,00
		Sensor de nivel flotador tipo Soliba EX P	8	346	2768,00
		Sensores de temperatura multipunto	16	98,5	1576,00
		Sensores de humedad multipunto	4	98,5	394,00
D.3	m	CABLEADO DE CONEXIÓN			
		Cable apantallado de dos hilos calibre 22AVG, hilos retorcidos, para conexión entre sensores y módulos de entradas SCADA. Incluso parte proporcional de cableado específico y canalización a base de tubo de acero galvanizado Ø20 mm, con soportes de sujeción cada 1 m.			
		Cableado apantallado, dos hilos trenzados, cobre recocido, 22 AWG	546	3,05	1665,30
D.4	ud	PROGRAMACIÓN Y PUESTA EN MARCHA			
		Programación del sistema SCADA. Incluso elaboración de planos con esquemas desarrollados de cableado en el interior del Cuadro Silos Fuerza y cableado desarrollado de campo (a sensores).	1	3000	3000,00
		Verificación previa a la puesta en marcha definitiva de señales de entrada y de salida, y señales en buses de comunicaciones. Comprobación de secuencias según programación. Pruebas de funcionamiento. Certificado de puesta en marcha. Incluso documento con listado de señales definitivo, listado de cables, y tabla de usuarios, nivel de acceso al sistema, y contraseñas.	1	2000	2000,00
D.5	ud	MATERIAL AUXILIAR			
		Material Auxiliar	1	250,5	250,50

RESUMEN DEL PRESUPUESTO

Código	Ud.	Resumen	Columna:	Total €
A		OBRA CIVIL		
A.1	m2	EXPLANACIÓN DE TERRENO		94,50
A.2	m3	EXCAVACIÓN DE ZAPATAS Y ZANJAS		256,23
A.3	m3	TRANSPORTE DE TIERRAS A VERTEDERO		375,84
A.4	m3	HORMIGÓN LIMPIEZA H-100 x 10 cm espesor		115,65
A.5	kg	ACERO B500S C.R.		541,80
A.6	m3	HORMIGÓN HA-25		478,16
A.7	ud.	PLACA ANCLAJE		358,20
A.8.	ud.	PERNOS		192,00
A.9	m2	SOLERA DE HORMIGÓN		461,30
A.10	ud	MATERIAL AUXILIAR		300,00
			TOTAL	3173,68
B		ESTRUCTURA MECÁNICA Y TOLVAS		
B.1	m	ESTRUCTURA METÁLICA PARA MONTAJE ATORNILLADA Y PINTADA ACERO S275JR		4794,27
B.4	ud.	TOLVA DE DESCARGA		6200,00
B.5	m	CONDUCTOS ACCESORIOS DE TOLVA Y CRIBAS		246,81
B.5	ud.	ACCESORIOS DE LA TOLVA Y CRIBAS		679,90
B.6	ud	MATERIAL AUXILIAR		300,00
			TOTAL	12220,98
C		INSTALACIÓN ELÉCTRICA		
C.1	ud	PUESTA A TIERRA		143,40
C.2	m	LÍNEA GENERAL DE ALIMENTACIÓN		334,25
C.3	ud.	CONJUNTO PROTECCIÓN Y MEDIDA		650,96
C.4	m	LÍNEA TRIFÁSICA INSTALADA EN BANDEJA		1876,21
C.5	m	LÍNEA INSTALADA EN ENTERRADA		796,10
C.5	m	LÍNEA MONOFÁSICA		255,37
C.6	m	CANALIZACIÓN DE BANDEJA DE REJILLA Y TUBOS DE PROTECCIÓN		6425,62
C.7	ud.	CUADRO DE PROTECCIONES GENERAL		1590,06
C.8	ud.	CUADRO SILOS		1312,82
C.9	ud.	CUADRO NAVE/OFICINAS		931,33
C.10	ud.	CUADRO SILOS FUERZA		19020,49
C.11	ud.	CUADRO SILOS EXTERIOR		574,06
C.12	ud.	CRIBAS DE POLVO		27760,00
C.13	ud.	MOTORES		419,20
C.14	ud.	CORRECCIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA		1065,02
C.15	ud	MATERIAL AUXILIAR		300,00
			TOTAL	63454,89
D		INSTALACIÓN DE AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL		
D.1	ud.	AUTÓMATA PROGRAMABLE PLC		2856,80
D.2	ud.	SENSORES		6162,00
D.3	m	CABLEADO DE CONEXIÓN		1665,30
D.4	ud	PROGRAMACIÓN Y PUESTA EN MARCHA		5000,00
D.5	ud	MATERIAL AUXILIAR		250,50
			TOTAL	15934,60

CONCLUSIÓN DEL PRESUPUESTO

Nº	Descripción	Columna1	Total €
A	OBRA CIVIL	3,35%	3173,68
B	ESTRUCTURA MECÁNICA Y TOLVAS	12,89%	12220,98
C	INSTALACIÓN ELÉCTRICA	66,95%	63454,89
D	INSTALACIÓN DE AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL	16,81%	15934,60
SUMA EJECUCIÓN Y MATERIALES			94784,15
	Gastos Generales	13%	12321,94
	Beneficio industrial	6%	5687,05
	IVA	21%	19904,67
TOTAL PRESUPUESTO			132697,81

El presupuesto final asciende a una cantidad total de ciento treinta y dos mil seiscientos noventa y siete euros con ochenta y un céntimos.

En Béjar a junio de 2022

Firma.



XI. BIBLIOGRAFÍA

1. **Rodero Masdemont, Pablo y Mira Ugina, Alicia.** Guía Básica de transporte y almacenamiento de pellets de madera. [En línea] <https://enplus-pellets.eu/es/component/attachments/?task=download&id=261:Gua-basica-de-transporte-y-almacenamiento-de-pellets-de-madera-domestico-v3>.
2. **ATMI.** SENSOR DE NIVEL PARA SÓLIDOS SOLIBA EX P. [En línea] <https://www.atmi.fr/solidos/sensor-de-nivel-soliba-ex-gp.html>.
3. **Schneider Electric, S.A.** Todos los productos, Schneider Electric. [En línea] 2022. <https://www.se.com/es/es/all-products>.
4. **Vega Instrumentos, S.A.** VEGA. [En línea] <https://www.vega.com/es-es/productos/catalogo-de-productos/medicion-de-nivel/radar/vegapuls-69>.
5. **F.LLI Fragola S.P.A.** FRAGOLA. [En línea] <https://www.fragolaspa.com/es/maquinaria/criba-giratoria-cryloc/>.

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a todas las personas, que, de una manera u otra, me han ayudado a llegar hasta aquí, tanto en el desarrollo de este Trabajo de Fin de Máster como durante estos últimos años de universidad, como en el resto de ámbitos de la vida.

Agradecer a mi tutor, Norberto Redondo Melchor, por sus consejos guía para la realización del trabajo, sobre todo por la ayuda y la paciencia demostrada y el conocimiento aportado al llevar a cabo este proyecto

A título personal, dar las gracias a mis padres, a mi hermano, a Merche y a mi familia, en general, que han animado durante todo este proceso y soportado la mayoría de los problemas que han ido surgiendo durante el desarrollo de proyecto y en todos los años de estudio para llegar hasta aquí, sin ellos no habría sido posible llegar al “final” que supone este trabajo.