UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRONÓMICA, ALIMENTARIA Y DE BIOSISTEMAS

GRADO EN INGENIERÍA ALIMENTARIA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA AGROFORESTAL
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA Y TECNOLOGÍA DE LOS ALIMENTOS

Diseño y dimensionamiento de una planta de elaboración de 40.000 botellas de vino espumoso ecológico D.O. Cava en Requena, Valencia.

TRABAJO FIN DE GRADO

Autor/a: **Javier Martínez Ferrez**

Tutor/a: **Paco Alonso Peralta/Fernando Calderón Fernández**

Septiembre de 2025

ÍNDICE GENERAL DEL PROYECTO

DOCUMENTO I: MEMORIA Y ANEJOS A LA MEMORIA

-ANEJO I: ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN DE PARTIDA

-ANEJO II: ALTERNATIVAS ESTRATÉGICAS

-ANEJO III: INGENIERÍA DEL PROCESO

-ANEJO IV: INGENIERÍA DEL DISEÑO

-ANEJO V: INGENIERÍA DE LAS INSTALACIONES: INSTALACIÓN DE FRÍO

-ANEJO VI: INGENIERÍA DE LAS EDIFICACIONES

-ANEJO VII: JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS DEL PRESUPUESTO

-ANEJO VIII: EVALUACIÓN ECONÓMICO-FINANCIERA

-ANEJO IX: ASPECTOS ÉTICOS ECONÓMICOS SOCIALES Y AMBIENTALES

DOCUMENTO II: PLANOS

DOCUMENTO III: PLIEGO DE CONDICIONES

DOCUMENTO IV: PRESUPUESTO

DOCUMENTO I:

MEMORIA Y ANEJOS A LA MEMORIA

TRABAJO FIN DE GRADO

Javier Martínez Ferrez

Curso académico 2024-2025

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRONÓMICA, ALIMENTARIA Y DE BIOSISTEMAS

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. OBJETIVO DEL PROYECTO 3
1.1. Naturaleza de la transformación 3
1.2. Localización 3
1.3. Dimensión 4
2. MOTIVACIÓN Y DIRECTRICES 4
2.1. Motivación 4
2.2. Condicionantes impuestos por el promotor 5
2.3. Condicionantes urbanísticos 5
3. INGENIERÍA DEL PROCESO 6
3.1. Proceso productivo 6
3.2. Descripción de actividades 9
3.3. Definición e implementación de necesidades 12
3.4. Programa productivo 13
4. INGENIERÍA DEL DISEÑO 13
5. INGENIERÍA DE LAS INSTALACIONES: 16
5.1. Instalación de frío industrial 16
5.1.1. Cámara frigorífica 17
5.1.2. Instalación de agua glicolada 18
5.1.3. Salas climatizadas 18
6. INGENIERÍA DE LAS OBRAS 20
6.1. Estructura metálica 20
6.2. Placas de anclaje 21
6.3. Cimentación 21
6.4. Elementos constructivos 22
7. PRESUPUESTO DEL PROYECTO 25
8. EVALUACIÓN ECONÓMICO-FINANCIERA 26
9. ASPECTOS ÉTICOS, ECONÓMICOS, SOCIALES Y AMBIENTALES 28

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Situación parcelaria dentro del Polígono Industrial el Romeral 3
Figura 2: Diagrama de flujo de la etapa 1 del proceso: Obtención del vino base 7
Figura 3: Diagrama de flujo de la etapa 2: Obtención del vino espumoso..... 8
Figura 4: Cronograma de la obtención del espumoso 13
Figura 5: Diseño final de la planta: numeración y cotas 14
Figura 6: Diseño final con maquinaria y elementos con leyenda..... 15
Figura 7: Nave y cotas..... 21
Figura 8: Tipos de zapatas 22

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Ficha urbanística de la parcela..... 5
Tabla 2: Leyenda de símbolos del diagrama de flujo 9
Tabla 3: Tabla resumen de necesidades de maquinaria 12
Tabla 4: Zonas de la bodega y numeración 14
Tabla 5: Resumen de cargas térmicas de la cámara frigorífica 17
Tabla 6: Resumen de cargas térmicas de la sala de crianza..... 18
Tabla 7: Resumen de cargas térmicas de la sala de pupitres 19
Tabla 8: Presupuesto de ejecución por contrata de las obras e instalaciones 25

1. OBJETIVO DEL PROYECTO

1.1. Naturaleza de la transformación

Este proyecto tiene como finalidad el diseño y dimensionamiento de una bodega con capacidad para la producción de 40.000 botellas anuales de vino espumoso blanco Gran Reserva Brut Nature y Reserva Brut, ambos elaborados con variedad pinot noir, acogidos a la Denominación de Origen Cava y de elaboración ecológica. La bodega se localizará en el término municipal de Requena, Valencia y centrará su actividad en el procesado de uva para la obtención del vino base para la posterior segunda fermentación en botella y crianza, operaciones características del método tradicional de obtención de vinos espumosos. La crianza durará 18 y 30 meses para las elaboraciones de Reserva y Gran Reserva respectivamente, como así lo especifica la normativa.

1.2. Localización

La parcela, perteneciente al promotor del proyecto, es un solar ubicado en la Calle del Textil nº34 en el polígono industrial El Romeral, al noroeste de la localidad valenciana de Requena.

Figura 1: Situación parcelaria dentro del Polígono Industrial el Romeral



Fuente: Catastro

La parcela está calificada como urbanizable y su superficie es de 5.315 m^2, de los cuales se emplearán 1.320 m^2 para la construcción de la nave industrial empleada como bodega. El resto de superficie será utilizada para una zona de aparcamientos y para la carga y descarga de mercancías.

El motivo de selección de la ubicación responde a la tradición vitivinícola de Requena, municipio que forma parte de la D.O. Cava, lo que supone una ubicación con valor añadido estratégico para la implantación de una bodega. Además, la parcela se encuentra próxima a una zona de cultivo ecológico de vid, que abastecerá de materia prima a la bodega.

1.3. Dimensión

La dimensión de la bodega responderá a las necesidades de producción de 40.000 botellas anuales, lo que se traduce en 30.000 L de vino en botellas de 75 cL. Dados los estrictos parámetros de calidad de la D.O. Cava y el elevado valor añadido de la crianza prolongada, no todo el vino base producido podrá ser empleado para la elaboración de mayor calidad del proyecto, el espumoso Gran Reserva Brut Nature, por lo que la mitad del vino se destinará a esta elaboración y la otra mitad se empleará en producir espumoso Reserva Brut. Por ello, por cada añada se obtendrán 20.000 botellas de cada elaboración.

2. MOTIVACIÓN Y DIRECTRICES

2.1. Motivación

La motivación principal de este proyecto radica en la oportunidad estratégica que ofrece el mercado actual del vino espumoso, y más concretamente de los vinos de la D.O. Cava, tanto en el ámbito nacional como internacional. España es líder mundial en superficie de viñedo, con 911.080 hectáreas en 2024, y ocupa posiciones de referencia en la producción y exportación de vino. Dentro de este contexto, el espumoso se ha consolidado como la categoría de vino español más exportada entre los vinos con denominación de origen, superando al vino tinto y al blanco.

La Denominación de Origen Cava muestra además un dinamismo creciente en segmentos de alto valor añadido, como los cavas ecológicos, que ya representan el 17,1 % del total, y los cavas de crianza superior (Reserva y Gran Reserva), que refuerzan la imagen de calidad de la denominación. En este marco, la variedad pinot noir**,** aunque minoritaria (823 hectáreas, 2,2 % de la superficie inscrita), aporta diferenciación y prestigio, especialmente en la elaboración de cavas *blanc de noirs*, categoría que responde a la demanda internacional de espumosos premium.

Por ello, el desarrollo de este proyecto responde a una motivación clara: aprovechar las tendencias de consumo hacia productos sostenibles y de calidad, reforzar la competitividad del sector en mercados internacionales como Bélgica, Estados Unidos y Reino Unido y al mismo tiempo contribuir al desarrollo socioeconómico de una comarca vitivinícola con amplia tradición y proyección de futuro.

2.2. Condicionantes impuestos por el promotor

Previo al inicio de redacción del proyecto, el promotor ha impuesto una seria de condicionantes de obligado cumplimiento para la ejecución y puesta en marcha de este:

- El proyecto debe ajustarse a la parcela que destina el promotor para el mismo.
- El proyecto debe cumplir toda la normativa vigente.
- Todas las elecciones de materiales, maquinaria y materias deben cumplir con las exigencias del proyecto empleando el mínimo capital posible.
- El diseño de la bodega debe incluir todas las áreas funcionales necesarias para llevar a cabo el proceso productivo.
- Se debe estudiar la viabilidad económica del proyecto y su rentabilidad.

2.3. Condicionantes urbanísticos

El Plan General de Ordenación Urbana de Requena (PGOU) establece los requisitos de obligado cumplimiento para edificar en la parcela de interés los cuales son recogidos en la siguiente tabla:

Tabla 1: Ficha urbanística de la parcela

Descripción	Autorizado por el PGOU	Proyectado
Uso del suelo	Industrial	Industrial
Parcela mínima	500	1320
Ocupación máxima	60%	24,83%
Altura máxima	8 m	6 m
Pendiente máxima de cubierta	50º	5,71º
Retranqueo con calle de acceso	5	10
Retranqueo con caminos linderos interiores	3	3

Fuente: Elaboración propia

Además, amparándose en la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, no serán necesarios procedimientos de impacto ambiental dada la actividad, producción y localización de la industria.

3. INGENIERÍA DEL PROCESO

En este apartado se fija la vendimia en 6 días, que transcurrirán del primer al sexto día de septiembre. Se cosecharán manualmente 9.500 kg de racimos de uva pinot noir al día, suponiendo 57 toneladas recogidas por campaña. La comisión reguladora de la D.O. publica anualmente las normas de campaña, que complementan a las recogidas en el pliego de condiciones de la D.O. y sirven como guía de recomendaciones y normas de obligado cumplimiento.

La diferencia entre las dos elaboraciones del proyecto reside en dos parámetros: la cantidad de azúcar del espumoso, que determinará si es Brut o Brut Nature y el tiempo de crianza, que lo hará Reserva o Gran Reserva.

La elaboración Brut Nature Gran Reserva se elaborará con el vino de mayor calidad, dado su alto valor añadido, y tendrá niveles de azúcar inferiores a 3g/L y su crianza será mayor a 30 meses.

La elaboración Brut Reserva empleará el vino sobrante del ensamblaje, de inferior calidad, y tendrá niveles de azúcar inferiores a 12 g/L, con una crianza mínima de 18 meses.

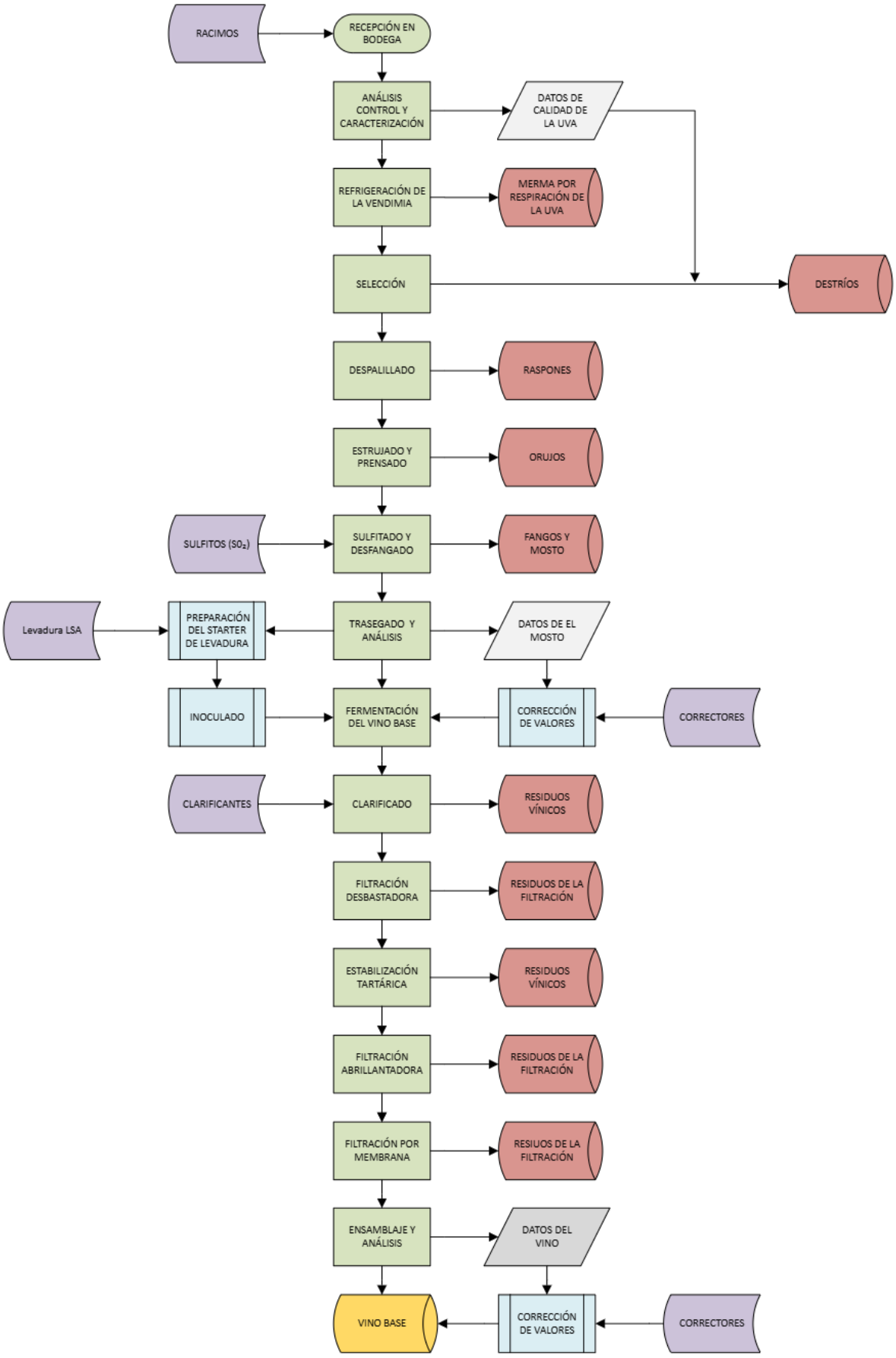
3.1. Proceso productivo

Se dividirá en dos etapas principales: La obtención de el vino base y la elaboración del espumoso.

La primera comprende el procesado de la uva y la obtención de el vino que actuará como materia prima para la elaboración de el espumoso, que será la segunda etapa y supondrá la obtención del producto final.

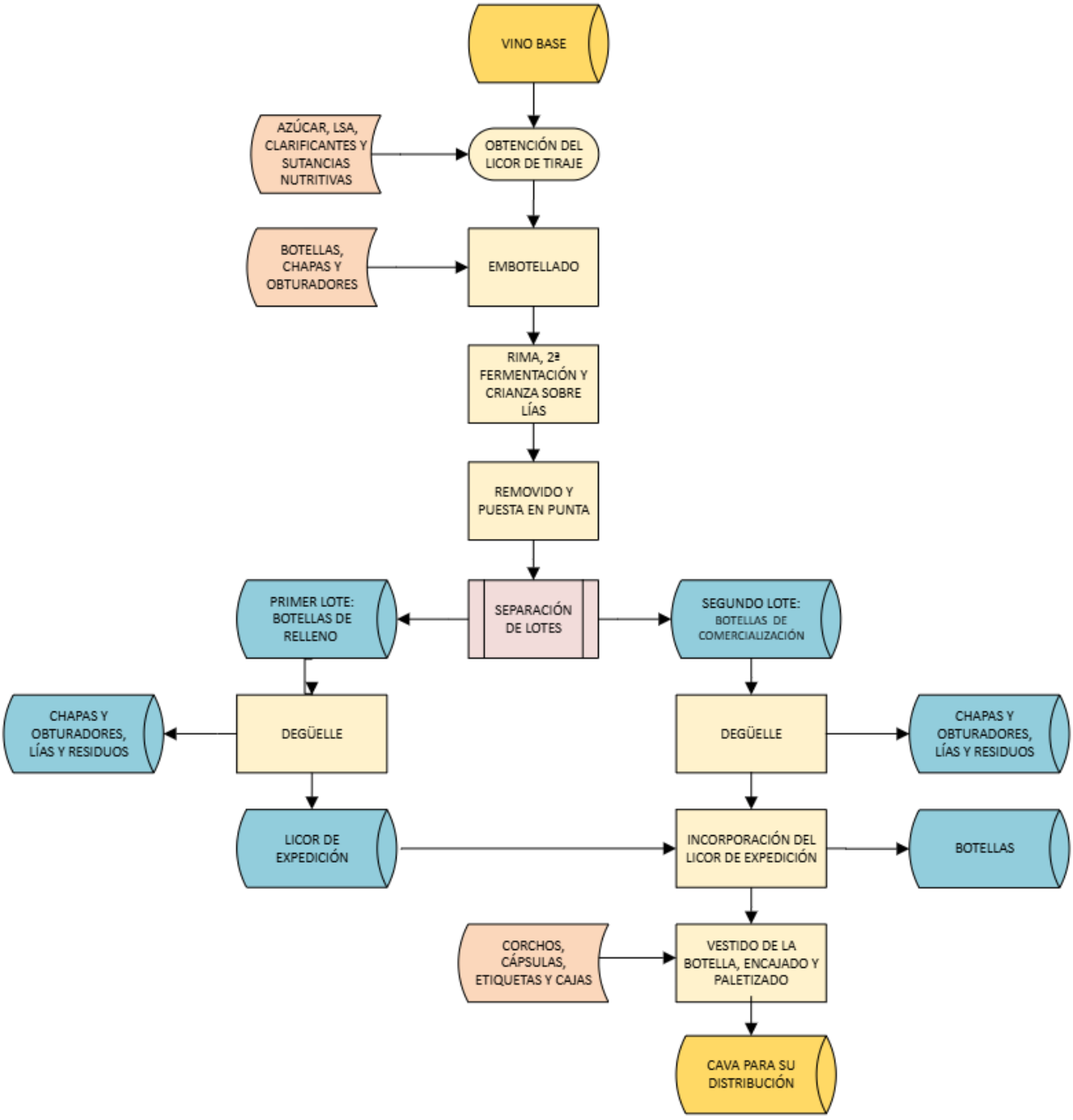
A continuación, se expone el diagrama de flujo del proceso productivo del proyecto y, bajo él, la leyenda correspondiente:

Figura 2: Diagrama de flujo de la etapa 1 del proceso: Obtención del vino base



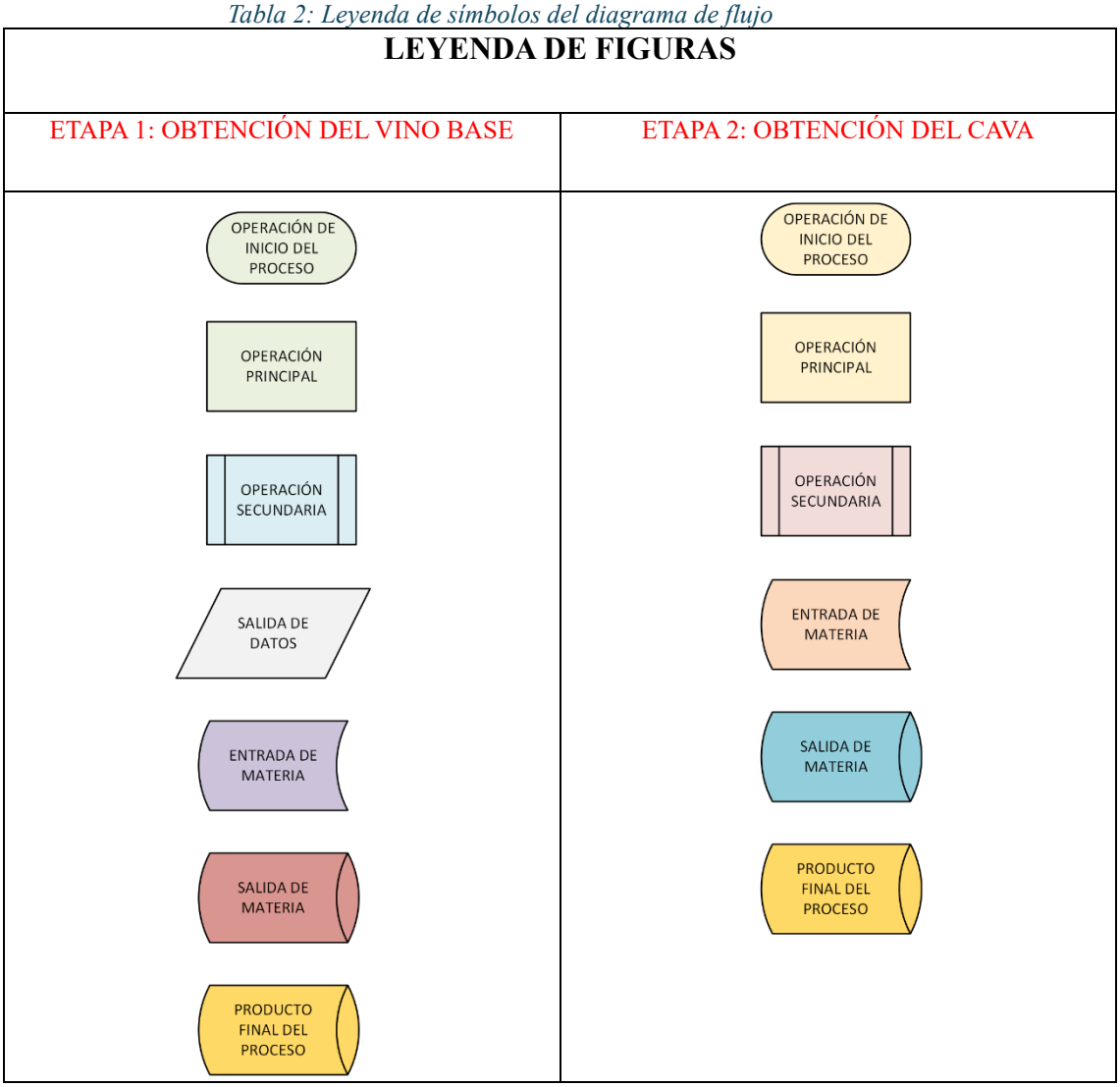
Fuente: Elaboración propia

Figura 3: Diagrama de flujo de la etapa 2: Obtención del vino espumoso



Fuente: Elaboración propia

Tabla 2: Leyenda de símbolos del diagrama de flujo



Fuente: Elaboración propia

3.2. Descripción de actividades

ETAPA 1: OBTENCIÓN DEL VINO BASE

El primer paso de este largo proceso empieza con la vendimia, que se realiza de forma temprana, manual y selectiva, buscando uva sana con equilibrio de azúcares, acidez y pH. La recolección cuidadosa evita roturas y oxidaciones y asegura frescura para la segunda fermentación.

Por el mismo motivo, el transporte se efectúa en cajas plásticas apilables y ventiladas, protegidas del sol y con tiempos mínimos hasta bodega, lo cual también ayudará a que no se caliente en exceso

En la recepción, la vendimia se pesa, se descarga sin golpes y se traslada a cámara frigorífica, no sin antes practicar el análisis de control (azúcares, acidez total, pH…) que orientará la vinificación futura y ayudará a detectar o descartar problemas. A continuación, se refrigera la vendimia alrededor de 24 h en cámara para frenar actividad enzimática y microbiana, preservar aromas y facilitar clarificación posterior. Este paso es indispensable en elaboraciones de alta calidad.

Una vez enfriada la uva, comienza su procesado. La selección manual elimina racimos dañados o desiguales para asegurar la máxima calidad del producto. El despalillado separa bayas y raspones para evitar taninos verdes y notas herbáceas en el vino, clave en espumosos de alta gama. El estrujado es muy suave y el prensado se realiza con prensa neumática a presiones controladas y rendimientos limitados por la D.O. Cava, minimizando extracción de color y fenoles, vital en un blanco de uva tinta (elaboración *blanc de noirs*).

El sulfitado del mosto se aplica de forma inmediata y homogénea a la salida del mosto de la prensa, ajustando dosis al pH y a los azúcares para proteger al mosto frente a oxidación y flora indeseable. Seguidamente, se realiza el desfangado estático en tanque durante 24 h con frío para decantar sólidos gruesos. Tras ello, se realiza el trasiego del mosto limpio con mínima aireación al tanque donde fermentará y se le realizan análisis (grado alcohólico probable, acidez, pH…) para afinar correcciones.

Las operaciones pre-fermentativas asegurarán el éxito de la fermentación. Se inocularán las levaduras seleccionadas de Saccharomyces cerevisiae aptas para bajas temperaturas; previamente rehidratadas y aclimatadas, se corrigerá la acidez (con ácidos vínicos autorizados en ecológico) y se suplementa el mosto con nutrientes. La fermentación alcohólica se realiza en los tanques acero inoxidable con control térmico, realizando un seguimiento constante de valores indicativos como la densidad del mosto.

Una vez fermentado el mosto y obtenido el vino, se procede a su acondicionamiento. El vino se clarifica para asegurar su limpidez y estabilidad y se someterá a una filtración desbastadora que retirará coloides y prolongará la vida de las placas empleadas en filtraciones más finas. La estabilización tartárica se resolverá de forma eficiente mediante siembra de bitartrato potásico micronizado en frío (0°C), reduciendo tiempos y energía. Se completará el acondicionamiento con una filtración abrillantadora y filtración por

membrana para garantizar estabilidad microbiológica previa al tiraje, evitando competencia para la levadura de segunda fermentación.

Finalmente, se realiza el ensamblaje (*coupage*) con previa analítica del vino base de cada tanque (grado, acidez, pH, azúcares, valoración sensorial), buscando coherencia estilística y la mejor expresión de la Pinot Noir en la mezcla de vinos.

ETAPA 2: OBTENCIÓN DEL ESPUMOSO

Una vez obtenido el vino base en la anterior etapa, se procede a la obtención del licor de tiraje. El tiraje consiste en preparar una mezcla llamada vino de tiraje, que consiste en mezclar vino base, azúcar, levaduras activas y coadyuvantes (ácido cítrico, nutrientes como tiamina o sales amónicas). El azúcar, a consecuencia de la segunda fermentación, determina la presión final en botella, ajustándose su cantidad con el grado alcohólico y los azúcares residuales del vino base. Se emplean levaduras robustas (habitualmente *Saccharomyces bayanus*), capaces de fermentar en medio alcohólico, a baja temperatura y liberando mucho CO_2 para la toma de espuma. El objetivo de esta fase es asegurar una segunda fermentación completa y limpia.

Tras el tiraje, el vino de tiraje se introduce en botellas adecuadas (vidrio grueso apto para alta presión) previamente lavadas y secas. Se cierran con tapón corona y un obturador que garantiza estanqueidad y retiene las lías. Este cierre permite que el CO_2 generado permanezca disuelto, origen de la espuma y burbuja finas.

Una vez embotellado el vino, las botellas se almacenan en horizontal en jaulones a 10ºC. La toma de espuma dura 1–2 meses; la presión aumenta conforme las levaduras transforman el azúcar en alcohol y CO_2 (monitorizado con un afrómetro). Finalizada la fermentación, las lías sedimentan y comienza la crianza sobre lías, de mínimo 18 y 30 para las elaboraciones del proyecto. La autólisis libera compuestos que aportan volumen, complejidad y finura, mientras las corrientes convectivas internas favorecen el contacto homogéneo vino–lías.

Completada la crianza, se transportan las botellas a los pupitres, donde se acumulan las lías en el gollete mediante removido progresivo (giros fraccionados y aumento de la inclinación en pupitres hasta posición invertida).

Antes del degüelle se separan las botellas por lotes de comercialización y se reserva un contingente para nivelado (reposición de pérdidas en degüelle).

En el degüelle, se elimina el tapón de lías del cuello. Aunque existe el degüelle manual, se adopta el degüelle en frío: se congela el gollete a –25 °C y, al destapar, la presión expulsa el tapón helado con los sedimentos, preservando vino y presión.

Para la reposición del vino perdido en el degüelle, se rellena con licor de expedición las botellas de elaboración Brut, mientras que el caso del Brut Nature solo se repone volumen con espumoso del propio lote. Una vez rellenada la botella, se coloca el tapón de corcho definitivo con su bozal, y se procede a encapsulado, etiquetado y encajado individual, garantizando trazabilidad y protección para el almacenamiento y la distribución.

3.3.Definición e implementación de necesidades

La maquinaria y equipos necesarios para satisfacer las necesidades del proceso productivo quedan recogidas en la siguiente tabla:

Tabla 3: Tabla resumen de necesidades de maquinaria

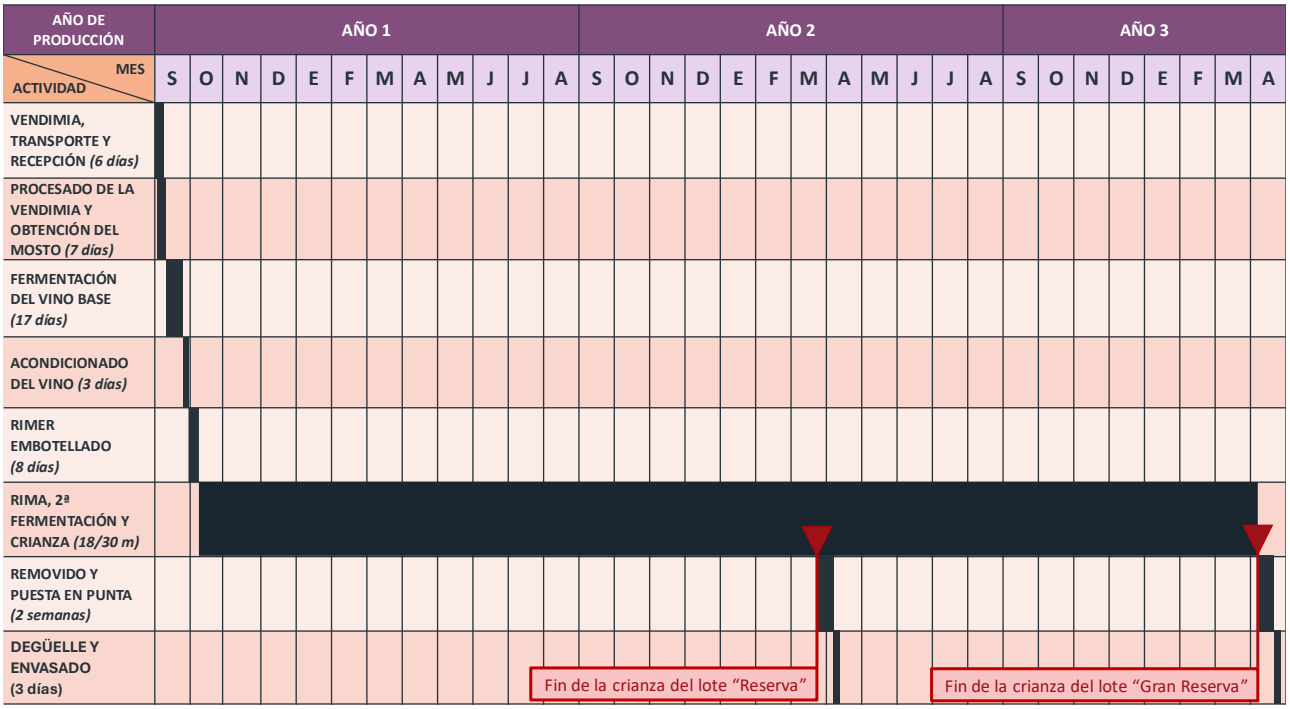
Máquina/Elemento auxiliar	Rendimiento/Capacidad	Unidades	Nº de máquinas/elementos necesarios
Caja	24	kg	396
Remolques	105	cajas	4
Báscula puente	10	toneladas	1
Sistema de volteado de cajas y s	6000	kg/h	1
Despalilladora	5000-15000	L/h	1
Contenedor de raspón	605	L	2
Bomba de vendimia	12000	L/h	1
Prensa	9.5	toneladas	1
Bomba de trasiego	12000	L/h	1
Bomba dosificadora SO_2	1.5	L/h	1
Tanque de SO_2	20	L	1
Tanque de desfangado	6000	L	1
Tanque de fermentación	12000	L	1
Tanque de estabilización y trasie	12001	L	1
Filtro de placas	4500	L/h	1
Bombona de N_2 (Sistema de ine	16	L	2
Enjuagadora	700	botellas/h	1
Llenadora	700	botellas/h	1
Taponadora de tapón rosca	400	botellas/h	2
Jaulón	442	botellas	92
Pupitre	120	botellas	338
Congelador de cuellos	900	botellas/h	1
Equipo de deguelle y rellenado	150	botellas/h	6
Taponadora -bozaladora	900	botellas/h	1
Capsuladora-etiquetadora	900	botellas/h	1

Fuente: Elaboración propia

3.4. Programa productivo

Los tiempos de vendimia, de procesos y los rendimientos de maquinaria definen el cronograma de el proceso productivo, el cual queda definido de manera general en la siguiente figura:

Figura 4: Cronograma de la obtención del espumoso



Fuente: Elaboración propia

4. INGENIERÍA DEL DISEÑO

El diseño en planta de la bodega integra todas las áreas necesarias para el desarrollo del proceso productivo, atendiendo tanto a sus dimensiones como a la relación funcional entre ellas, con el objetivo de lograr una instalación eficiente y ajustada a los requisitos higiénico-sanitarios vigentes. Para ello se emplea la *metodología Systematic Layout Planning* (SLP), que permite organizar las distintas zonas en función de sus flujos de trabajo e interacciones. Las zonas definidas para el funcionamiento del proyecto son las siguientes:

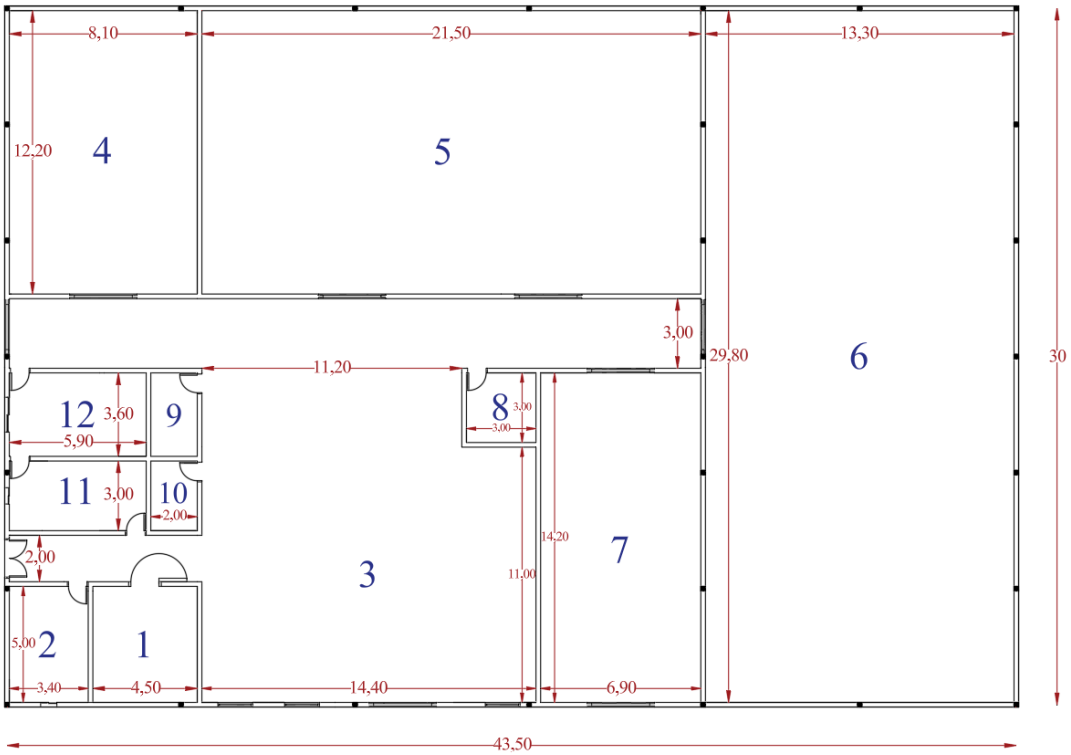
Tabla 4: Zonas de la bodega y numeración

NÚMERO	ZONA
1	Cámara frigorífica
2	Laboratorio y almacén de materias auxiliares
3	Sala de procesado y embotellado
4	Almacén de material de envasado
5	Sala de rima y crianza
6	Sala de puesta en punta
7	Almacén de producto elaborado
8	Sala técnica de producción de frío
9	Sala de limpieza
10	Almacén de residuos
11	Baños y vestuarios
12	Comedor y sala de descanso

Fuente: Elaboración propia

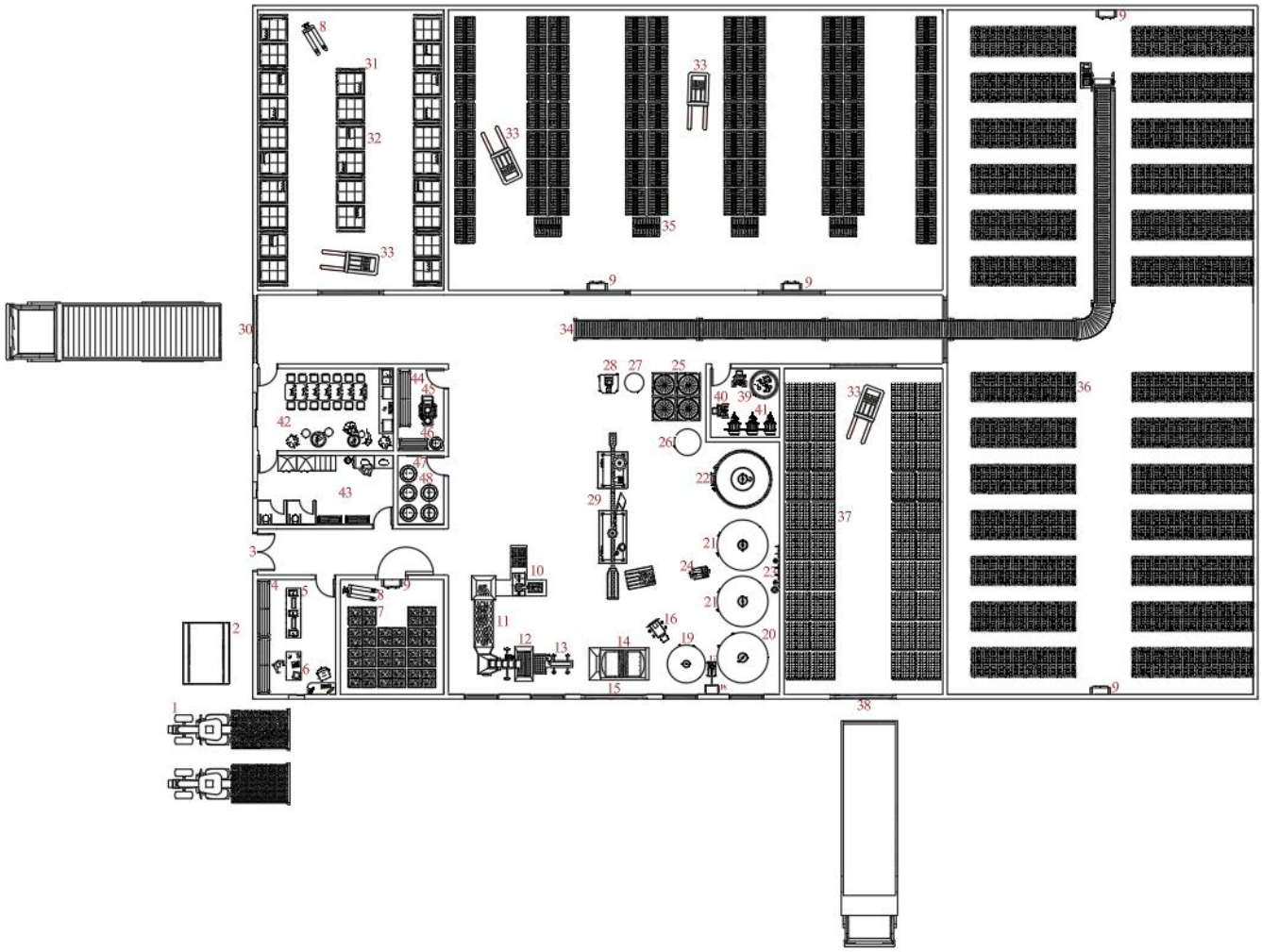
A partir de las dimensiones de la maquinaria del proceso (Tabla 3) y el mobiliario de las zonas de servicios se ha dimensionado la planta calculando las superficies necesarias para cada zona de trabajo incorporando márgenes de seguridad: 60 cm en los lados que requieren intervención o paso de operarios, y 45 cm en aquellos que precisan acceso únicamente para labores de limpieza. La suma de estas superficies se corrige posteriormente mediante un factor de mayoración de 1,8, lo que garantiza espacios amplios, seguros y funcionales, evitando problemas de accesibilidad o congestión.

Figura 5: Diseño final de la planta: numeración y cotas



Fuente: Elaboración propia

Figura 6: Diseño final con maquinaria y elementos con leyenda



NÚMERO	EQUIPO	NÚMERO	EQUIPO	NÚMERO	EQUIPO
1	Tractores y remolques	17	Bomba de sulfitado	33	Toro mecánico
2	Báscula puente	18	Tanque de sulfuroso	34	Cinta transportadora plegable
3	Entrada de materia prima y uva	19	Tanque de desfangado	35	Jaulones de botellas
4	Estanterías de materia prima del proceso	20	Tanque de desfangado	36	Pupitres
5	Mesa de laboratorio	21	Tanques de fermentación	37	Palés de producto elaborado
6	Instrumentos de laboratorio	22	Tanque de estabilización	38	Salida de producto elaborado
7	Palés de cajas de uva	23	Sistema de inertización	39	Tanque de alta presión
8	Transpaleta	24	Filtro de placas	40	Bombas de amoniaco
9	Evaporador cúbico	25	Equipo de frío	41	Compresores de tornillo abierto
10	Volteadora de cajas	26	Tanque acumulador de agua glicolada	42	Mobiliario del comedor y sala de descanso
11	Mesa de selección	27	Sistema CIP	43	Mobiliario y sanitarios de baños y vestuarios
12	Despalilladora	28	Calentador de agua	44	Estanterías de productos de limpieza
13	Bomba de tornillo excéntrico	29	Línea de embotellado	45	Carrito de la limpieza
14	Prensa neumática	30	Entrada de personal y material de embotellado	46	Contenedor de basura común
15	Puerta de salida de raspón y orujo	31	Estanterías de palés	47	Registro de gestión de residuos
16	Bomba peristáltica	32	Palés de material de embotellado	48	Contenedores de residuos

Fuente: Elaboración propia

5. INGENIERÍA DE LAS INSTALACIONES:

5.1. Instalación de frío industrial

La implementación de instalaciones de frío en la bodega responde a una necesidad esencial del proceso productivo, ya que gran parte de las operaciones descritas anteriormente dependen de un control térmico preciso para garantizar la calidad del producto final. La refrigeración no solo asegura la conservación óptima de la uva y del vino en fermentación, evitando oxidaciones y fermentaciones indeseadas, sino que también resulta imprescindible para mantener la estabilidad y el perfil sensorial durante las fases de elaboración y crianza.

Con este fin, se ha realizado un estudio específico de las condiciones de enfriamiento requeridas por cada materia prima y etapa del proceso, así como de las características del entorno de trabajo. A partir de este análisis se cuantifica la carga térmica total a cubrir, lo que permite dimensionar adecuadamente los equipos y componentes necesarios de la instalación.

Además de la sala de procesado, donde todos los tanques requieren un aporte constante de frío, se identifican tres espacios con necesidades diferenciadas: la cámara de refrigeración de vendimia, la sala de crianza y la sala de puesta en punta. Para cubrir estas demandas, el diseño contempla la instalación de tres sistemas de frío independientes.

Dos de estas instalaciones se destinan a la producción del vino base: una cámara frigorífica, destinada a la refrigeración de la vendimia recién recepcionada, y un circuito de agua glicolada, que abastece a la maquinaria del proceso productivo. La tercera instalación corresponde a las salas de crianza y puesta en punta, que, pese a ser cámaras independientes, comparten equipos de refrigeración debido a su proximidad física y similitud en las condiciones de trabajo. Esta integración resulta eficiente desde el punto de vista energético y operativo, aunque no es posible extenderla a la cámara de vendimia, que presenta diferencias notables en ubicación, tiempos de funcionamiento y rangos de temperatura.

Se selecciona amoníaco (R-717) como fluido refrigerante para las cámaras por sus excelentes propiedades termodinámicas, que aseguran un alto rendimiento energético y,

por tanto, un menor consumo eléctrico frente a otros refrigerantes sintéticos. Su bajo coste, amplia disponibilidad y fiabilidad en aplicaciones industriales continuas lo convierten en una opción idónea para la instalación. Desde el punto de vista ambiental, no contribuye al agotamiento de la capa de ozono ni al efecto invernadero, lo que lo hace un refrigerante sostenible y conforme a la normativa vigente sobre reducción de gases fluorados. Aunque su toxicidad requiere medidas de seguridad específicas, la experiencia en el sector y el uso de sistemas indirectos permiten controlar eficazmente este riesgo.

5.1.1. Cámara frigorífica

La cámara frigorífica, con todas sus caras en el interior de la nave y compuesta por paneles sándwich autoportantes, presenta las siguientes cargas térmicas:

Tabla 5: Resumen de cargas térmicas de la cámara frigorífica

CARGA	CALOR TOTAL (kJ/día)	CALOR SENSIBLE (kJ/día)	CALOR LATENTE (kJ/día)
Q_1 (flujo a través de suelo, paredes y techo)	28019	28019	-
Q_2 (renovación de aire)	44099	43966	133
Q_3 (refrugeración)	1192782	955206	237576
Q_4 (enfriado de envases y embalajes)	22022	22022	-
Q_5 (respiración del alimento y materiales)	46676	28006	18670
Q_6 (personal)	293	54	239
Q7 (ilumiación)	37	37	-
Q_8 (motores de los ventiladores)	133393	133393	-
Q_{TOTAL}	**1467321**	**1210703**	**256618**

Fuente: Elaboración propia

Se opta por una instalación de frío de compresión simple de 24kW para satisfacer las necesidades de frío de la cámara. La instalación constará de los siguientes equipos principales:

- Evaporador cúbico industrial para R-717 con ventiladores axiales, potencia frigorífica 28,8 kW, diseñado para asegurar una distribución homogénea del frío en la cámara a 4 °C.

- Válvula de expansión, incluida en el evaporador, que regula con precisión la entrada de amoníaco líquido al serpentín para mantener el equilibrio térmico y proteger el compresor.

- Compresor de tornillo abierto para amoníaco, potencia 40 CV (29,42 kW), de alta capacidad, bajo nivel de vibración y control de capacidad escalonada.

- Condensador industrial de acero con ventiladores de alto rendimiento, instalado en cubierta, diseñado para R-717 y funcionamiento a 20 °C de condensación.

5.1.2. Instalación de agua glicolada

Para dimensionar el sistema de abastecimiento de glicol se ha considerado el instante de máxima demanda térmica, que se produce cuando un tanque se encuentra en fase de estabilización y otros dos en clarificación. Este momento determina la potencia de la instalación en 32 kW, con un caudal del glicol de 1,52 kg/s. Estos valores sirven para seleccionar el equipo de frío que funciona como un generador de agua glicolada mediante el uso de refrigerante R-404ª. La instalación requerirá de un depósito acumulador de glicol y de serpentines sumergidos en los tanques.

5.1.3. Salas climatizadas

Las salas climatizadas serán la sala de crianza y sala de pupitres, construidas con tabiquería de bloques de hormigón o muros prefabricados de hormigón con planchas de aislante en sus paredes, solera con aislamiento y falso techo de panel sándwich. El estudio de las cargas térmicas de cada sala nos deja los siguientes valores:

Tabla 6: Resumen de cargas térmicas de la sala de crianza

CARGA	CALOR TOTAL (kJ/día)	CALOR SENSIBLE (kJ/día)	CALOR LATENTE (kJ/día)
Q_1 (flujo a través de suelo, paredes y techo	217920	217920	-
Q_2 (renovación de aire)	66133	65996	137
Q_3 (refrigeración)	437688	437688	-
Q_4 (enfriado de envases y embalajes)	316500	316500	-
Q_6 (fermentación)	21	21	-
Q_7 (motores de los ventiladores)	103826	103826	-
Q_{TOTAL}	**1142088**	**1141951**	**137**

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7: Resumen de cargas térmicas de la sala de pupitres

CARGA	CALOR TOTAL (kJ/día)	CALOR SENSIBLE (kJ/día)	CALOR LATENTE (kJ/día)
Q_1 (flujo a través de suelo, paredes y techo	317856	317856	-
Q_2 (renovación de aire)	61526	61398	128
Q_3 (refrigeración)	109422	109422	-
Q_4 (enfriado de envases y embalajes)	63300	63300	-
Q_5 (personal)	7476	1680	5796
Q_7 (ilumiación)	7927	7927	-
Q_8 (motores de los ventiladores)	56751	56751	-
Q_{TOTAL}	**624258**	**618334**	**5924**

Fuente: Elaboración propia

Por lo que se opta por una instalación de frío de compresión simple con evaporador inundado de 249kW para satisfacer las necesidades de frío de las dos salas conjuntamente.

La instalación constará de los siguientes equipos principales:

- Evaporadores sala de crianza: 2 evaporadores cúbicos de 10,59 kW cada uno, diseñados para 10 ºC, con desescarche eléctrico y distribución homogénea del aire.

- Evaporadores sala de pupitres: 2 evaporadores cúbicos de 5,2 kW cada uno, construidos en aluminio y cobre, con fácil limpieza y mantenimiento.

- Válvulas de expansión incluidas en los evaporadores para regular la entrada de amoníaco líquido en función de la necesidad.

- Compresor de tornillo abierto para amoníaco, 40 CV (29,42 kW), robusto, eficiente y con control de capacidad escalonada.

- Condensador industrial para R-717, instalado en falso techo, diseñado para operar a 20 ºC de condensación, con ventiladores de alto rendimiento.

6. INGENIERÍA DE LAS OBRAS

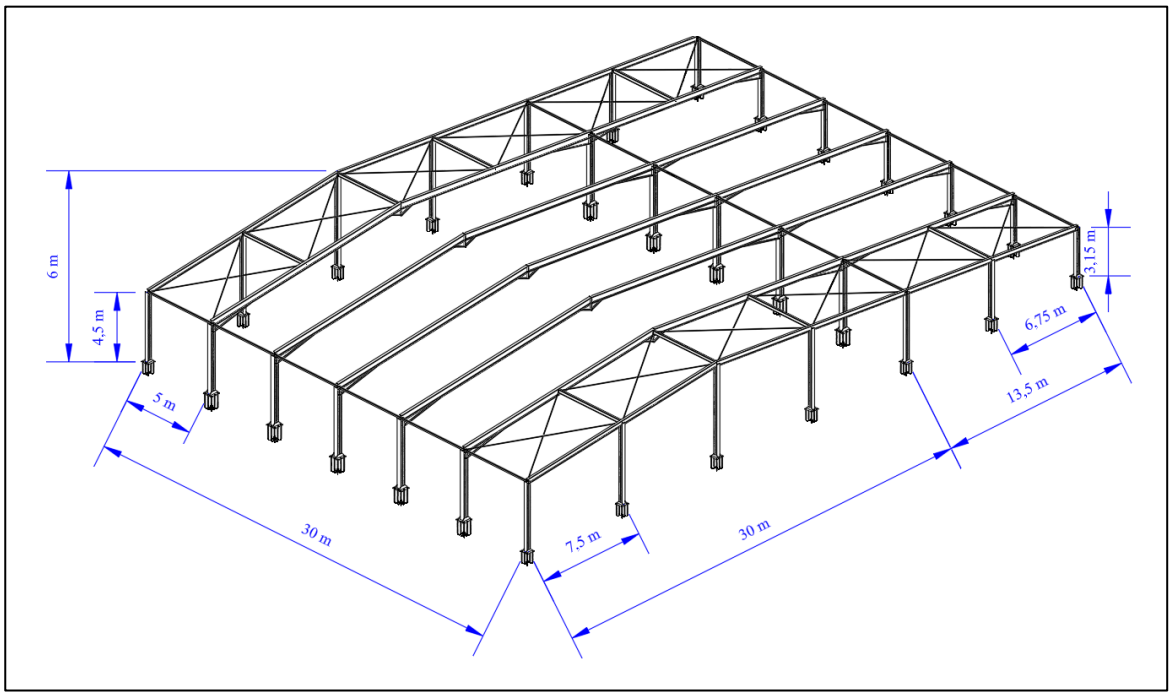
La edificación del proyecto será un edificio de tipo C, una nave industrial de una planta con cubierta a dos aguas y pilares interiores, que permitirá unas dimensiones entre ejes de 43,5x30 m. La estructura estará formada por siete pórticos de barras de acero con uniones soldadas y atornilladas y el encuentro con la cimentación se ejecutará con placas de anclaje. Dicha cimentación estará formada por zapatas aisladas y zunchos o vigas de atado, ambas de hormigón armado. Además, se incluirán tirantes en disposición de cruces de San Andrés como sistema de arriostramiento, además de las vigas de atado.

6.1. Estructura metálica

A continuación, se enumeran los principales datos de las medidas de la nave:

- Luz de la nave: 43,5 m de los cuales 30 m quedan a la izquierda de los pilares interiores y 13,5 m a la derecha.
- Longitud de la nave: 30 m
- Número de pórticos: 7
- Número de vanos: 6
- Separación de pórticos: 5 m
- Separación entre pilares hastiales: 7,5 m a la izquierda de los pilares interiores y 6,75 a la derecha.
- Altura de alero izquierdo: 4,5 m
- Altura de alero derecho: 3,15 m
- Altura de cumbrera: 6 m
- Pendiente de la cubierta: 5,71º
- Separación de correas de cubierta: 1,5 m
- Correas: perfil ZF
- Pilares: perfil HEB
- Dinteles: perfil IPE
- Vigas de atado: perfil tubular RHS
- Arriostramiento: Tirante tipo R
- Separación de correas de cubierta: 1,5 m

Figura 7: Nave y cotas



Fuente: Elaboración propia

La nave se resuelve mediante una estructura formada por siete pórticos rígidos simétricos, dispuestos cada 5 metros. Los pórticos, de configuración a dos aguas y biempotrados, están construidos en acero laminado S-275. Se distingue entre pórtico hastial y central en cuanto a los perfiles seleccionados.

6.2. Placas de anclaje

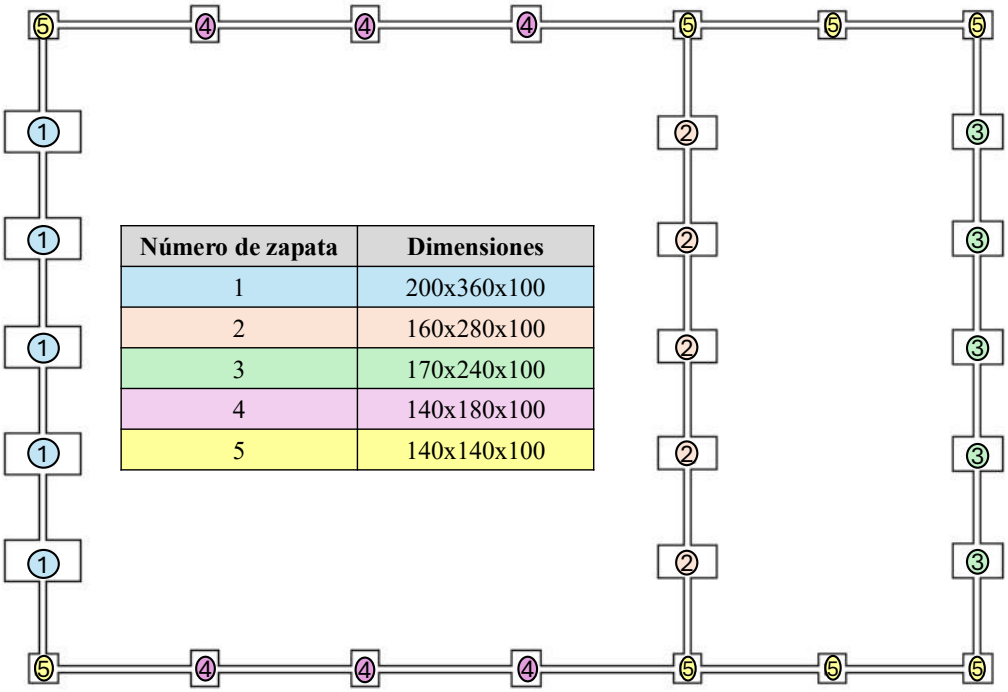
Las placas de anclaje se disponen en la base de los pilares de los pórticos con el fin de garantizar una transmisión adecuada de los esfuerzos hacia las zapatas. Su diseño se ha adaptado a la tipología y ubicación de cada apoyo, estableciéndose dos variantes: una para los pilares HEB-300 y otra para los pilares HEB-240

6.3.Cimentación

La cimentación se ejecuta mediante zapatas aisladas de hormigón armado, unidas entre sí mediante vigas de atado o zunchos, que evitan desplazamientos relativos y permiten que el sistema actúe como un conjunto estructural único. Estas vigas presentan una sección de 40×40 cm, armada con barras de acero

Se han diseñado 5 tipologías de zapata, las cuales quedan definidas en dimensiones y espacio en la siguiente figura:

Figura 8: Tipos de zapatas



Número de zapata	Dimensiones
1	200x360x100
2	160x280x100
3	170x240x100
4	140x180x100
5	140x140x100

Fuente: Elaboración propia

6.4. Elementos constructivos

Cerramiento de panel sándwich:

La cubierta de la nave se realiza con paneles tipo sándwich con núcleo aislante de poliuretano y acabado exterior en chapa de acero. Se fijan directamente sobre la estructura metálica y se montan de forma solapada para garantizar estanqueidad y aislamiento. Este sistema aporta ligereza, durabilidad y un buen comportamiento térmico, asegurando unas condiciones estables en el interior de la nave.

Falsos techos:

En la nave coexisten dos soluciones diferentes. Por un lado, en las salas que requieren refrigeración, como la de crianza y la de puesta en punta, se emplean falsos techos de panel sándwich con núcleo aislante, que permiten mantener un ambiente controlado y eficiente desde el punto de vista energético. Por otro lado, en zonas como oficinas,

vestuarios, laboratorio y baños se instala un falso techo de placas vinílicas desmontables o de yeso laminado, que favorece la limpieza, la higiene y el acceso sencillo a instalaciones de mantenimiento.

Muro de cerramiento lateral:

Los muros exteriores de la nave se construyen con paneles prefabricados de hormigón de gran resistencia, que incorporan aislamiento térmico. Estos paneles permiten un montaje rápido y aportan tanto solidez como confort térmico y acústico. Su diseño garantiza estabilidad frente a cargas exteriores y contribuye a mantener condiciones adecuadas en las salas interiores.

Tabiquería interior:

Las divisiones internas se ejecutan con bloques prefabricados de hormigón que permiten una compartimentación funcional de la nave. Estos elementos no tienen función portante, pero sí presentan resistencia y durabilidad, además de facilitar un montaje rápido y económico.

Solera:

La solera de la nave está formada por una losa de hormigón sobre una base grava gris nevada compactada, lo que mejora la estabilidad del terreno y facilita el drenaje. En zonas específicas, como la sala de crianza y la de puesta en punta, se añaden planchas de aislamiento térmico para reforzar la eficiencia energética. Sobre la solera se aplican distintos acabados en función del uso: resinas epoxi en zonas de procesado, pavimentos cerámicos en baños, revestimientos decorativos en oficinas y barnices resistentes en áreas de almacenamiento.

Acabados interiores:

Los cerramientos verticales y horizontales reciben distintos acabados según la sala. En áreas de procesado, recepción y salas técnicas se emplean recubrimientos de PVC alimentario, de fácil limpieza y adecuados para entornos higiénicos. En pasillos y almacenes se utiliza pintura epoxi lavable, mientras que en baños se opta por azulejos cerámicos y en oficinas y zonas comunes por revestimientos decorativos y funcionales. Estos acabados aseguran tanto la higiene como la durabilidad del conjunto.

Puertas:

Se proyectan diferentes tipos de puertas en función de las necesidades de cada sala. En las zonas de tránsito de personal se utilizan puertas de PVC y acero, simples o dobles, que permiten un paso cómodo y seguro. En los almacenes y áreas de proceso que requieren paso de maquinaria se instalan puertas batientes automáticas que facilitan la carga y descarga. La cámara frigorífica dispone de una puerta pivotante aislada, mientras que las salas de crianza y puesta en punta cuentan con puertas automáticas de alto aislamiento, capaces de mantener las condiciones térmicas y limitar las pérdidas de frío.

Ventanas:

Las salas se dotan de ventanas de PVC con doble acristalamiento, que ofrecen un elevado aislamiento térmico y acústico, junto con alta estanqueidad al aire y al agua. Estas ventanas permiten aprovechar la luz natural y ventilar de forma ocasional determinados espacios, mejorando la eficiencia energética y el confort en zonas de uso administrativo y técnico.

Canalización pluvial:

La cubierta dispone de un sistema de recogida de aguas pluviales formado por canalones y bajantes en PVC, diseñados para resistir la corrosión y evacuar de forma eficaz las precipitaciones, cumpliendo con lo establecido en la normativa de salubridad.

Vallado perimetral:

El recinto de la bodega se cierra en todo su perímetro mediante un vallado metálico que proporciona seguridad y control de accesos. En la fachada principal, que da a la carretera, se instalan dos portones destinados tanto a la entrada y salida de los trabajadores como a las operaciones de carga y descarga de mercancías.

7. PRESUPUESTO DEL PROYECTO

El presupuesto general del proyecto se estructura a partir del presupuesto de ejecución material (PEM), que incluye todas las partidas necesarias para la construcción de la bodega y su equipamiento.

Tabla 8: Presupuesto de ejecución por contrata de las obras e instalaciones

CONCEPTO		IMPORTE
1	Movimiento de tierras	10721.11
2	Urbanización	92333.63
3	Cimentación	4437.42
4	Estructura	148456.65
5	Cerramientos, particiones, albañilería y carpintería	377681.96
6	Instalaciones básicas	10196.27
7	Instalación de frío	67485.96
8	Maquinaria del proceso productivo	385204.04
TOTAL(€)		1096517.04

Fuente: Elaboración propia

Estas cifras representan el coste directo de cada capítulo de obra, sumando en conjunto el presupuesto base de la ejecución.

Al PEC se le aplican los porcentajes establecidos para gastos generales y beneficio industrial:

- 13 % de gastos generales: 142.547,22 €
- 6 % de beneficio industrial: 65.791,02 €

La suma de ambos conceptos asciende a 208.338,24 €, lo que refleja los costes indirectos de la obra (organización, administración, seguros, etc.) y el margen de beneficio de la empresa constructora.

El presupuesto de ejecución por contrata (PEC) se obtiene sumando el PEM y los importes de gastos generales y beneficio industrial:

PEC (sin IVA) = PEM + GG + BI = 1.304.855,28 €

Al PEC se le aplica el 21 % de IVA, lo que supone un importe de 274.019,61 €.

Finalmente, al añadir el IVA al presupuesto sin impuestos se obtiene el presupuesto total por contrata:

PEC (con IVA) = 1.304.855,28 + 274.019,61= 1.578.874,89 €

En consecuencia, el presupuesto general del proyecto asciende a 1.578.874,89 €, que en letra corresponde a:

UN MILLÓN QUINIENTOS SETENTA Y OCHO MIL OCHOCIENTOS SETENTA Y CUATRO EUROS con OCHENTA Y NUEVE CÉNTIMOS.

8. EVALUACIÓN ECONÓMICO-FINANCIERA

El análisis se realiza considerando una vida útil de treinta años y una tasa de actualización del 3 %, sin contemplar efectos de inflación, y aplicando los principales indicadores económicos: Valor Actual Neto (VAN), Tasa Interna de Retorno (TIR) y periodo de recuperación de la inversión (Pay-back).

La inversión inicial se estima en 1,47 millones de euros, incluyendo obra civil, instalaciones, maquinaria, mobiliario, honorarios técnicos y licencias, todo ello calculado sobre el presupuesto de ejecución material sin IVA. A esta cifra se suman los costes derivados de la puesta en marcha, que configuran la base de los pagos extraordinarios. Durante la vida útil, se contempla además la renovación de maquinaria en el año 15, con un gasto aproximado de 385.000 €, así como las sustituciones de mobiliario y equipos auxiliares en esa misma fecha.

En cuanto a los pagos ordinarios, se incluyen los costes de personal, materias primas, consumos energéticos, agua, seguros, mantenimiento, impuestos y distribución. El gasto de mano de obra se ha calculado a partir de la plantilla definida en el anejo de proceso, aplicando las cotizaciones sociales vigentes, mientras que el coste de la uva y auxiliares se ha estimado en función del consumo de materia prima necesario para elaborar los volúmenes previstos de cava. El consumo energético, ligado a la maquinaria y sistemas de climatización, y el consumo de agua, estimado en unos 455 m^3 anuales, completan los principales costes recurrentes.

Los cobros ordinarios se derivan de la venta anual de botellas de cava en sus dos categorías: Crianza y Gran Crianza. Dado el tiempo de crianza, el primer año no se obtienen ventas y en el segundo solo se comercializa el primer lote de Crianza. A partir del tercer año se venden ambos lotes, lo que supone unos 580.000 € anuales de ingresos (390.000 € del Gran Crianza y 190.000 € del Crianza). Como cobros extraordinarios se consideran el valor residual de la maquinaria, mobiliario e instalaciones al final de su vida útil.

Con estos datos, se definen los flujos de caja y se estudian dos escenarios de financiación. En el caso de financiación propia, el promotor asume el 100 % de la inversión inicial, obteniéndose un VAN de 1,97 millones de euros, una TIR del 8,57 % y un pay-back de 12,9 años. En el caso de financiación ajena, con un préstamo que cubre el 60 % de la inversión a diez años y un interés del 4 %, el VAN se reduce a 1,04 millones de euros, la TIR a 5,54 % y el periodo de recuperación se alarga hasta los 18,3 años. Ambos escenarios resultan viables, aunque la financiación propia ofrece una mayor rentabilidad a costa de una mayor inmovilización de capital, mientras que la ajena aporta flexibilidad financiera y menor esfuerzo inicial, aunque con retornos más tardíos.

El análisis de sensibilidad permite evaluar la robustez del proyecto ante variaciones críticas. Se estudian tres hipótesis: una reducción del 40 % en las ventas, un aumento del 50 % en el coste de la uva y un incremento del 20 % en el coste de la mano de obra. El resultado muestra que el proyecto es sensible a la caída de ingresos, ya que en este escenario el VAN se vuelve negativo y la TIR cae por debajo de cero, lo que lo hace inviable. En cambio, frente a subidas de costes, el proyecto sigue siendo rentable: con un incremento del precio de la uva, el VAN alcanza 1,55 millones y la TIR el 7,44 %, con un pay-back de 13 años; mientras que con un aumento del 20 % de la mano de obra, el VAN se mantiene en torno a 1,05 millones y la TIR en 6,10 %, con un pay-back de 15,6 años.

En conclusión, el proyecto es económicamente viable y rentable, con una fuerte capacidad de generar valor en el medio y largo plazo. Su principal debilidad radica en la dependencia de las ventas, lo que hace imprescindible una estrategia comercial sólida y diversificada que asegure la colocación de la producción. La fortaleza del proyecto reside en la elevada calidad y el valor añadido del producto, lo que ofrece margen suficiente para absorber subidas de costes sin comprometer su rentabilidad.

9. ASPECTOS ÉTICOS, ECONÓMICOS, SOCIALES Y AMBIENTALES

Este capítulo aborda los aspectos éticos, económicos, sociales y ambientales relacionados con el proyecto. La finalidad de este análisis es complementar la viabilidad técnica del proyecto con una valoración integral de su sostenibilidad y del impacto que puede generar en el entorno. El proyecto se enmarca en un territorio con gran tradición vitivinícola, donde la producción de cava constituye un motor económico y cultural, y en un contexto de creciente demanda de productos ecológicos y sostenibles. La decisión de abastecerse de uva mediante acuerdos con viticultores locales fortalece la economía agrícola de la comarca y promueve la cooperación en la cadena de valor, mientras que el diseño de nueva planta permite incorporar criterios modernos de eficiencia y responsabilidad ambiental.

En el ámbito ético, la producción ecológica garantiza la transparencia, la trazabilidad y la seguridad alimentaria, reforzando la confianza de los consumidores, aunque plantea riesgos de *greenwashing* y conflictos entre la rentabilidad y los compromisos sostenibles. Desde el punto de vista económico, la bodega supondrá un impulso relevante para Requena mediante la creación de empleo directo e indirecto, la compra de uva local y la proyección en mercados nacionales e internacionales, con el enoturismo como actividad complementaria. Sin embargo, se enfrenta a desafíos como la elevada inversión inicial, la dependencia de la uva adquirida y la fuerte competencia en la zona. En lo social, la bodega contribuye a fijar población en un entorno rural, a reforzar la tradición vitivinícola y a generar cohesión comunitaria, aunque parte del empleo puede ser estacional y la especialización excesiva del territorio en el sector vitivinícola incrementa la vulnerabilidad frente a crisis de mercado o climáticas. En lo ambiental, destacan los beneficios asociados al cultivo ecológico, la biodiversidad y la posibilidad de integrar tecnologías de eficiencia energética y renovables, así como la valorización de subproductos. No obstante, el consumo elevado de agua y energía y la gestión de residuos continúan siendo puntos críticos que exigen una planificación cuidadosa.

Del análisis global se desprende que los impactos más relevantes giran en torno a cuatro ejes: la apuesta por la producción ecológica como valor de sostenibilidad, la generación de empleo y desarrollo rural, el consumo de recursos energéticos e hídricos y la dependencia económica de un único sector. En conjunto, el proyecto presenta un balance

positivo, ya que los beneficios en términos de sostenibilidad, competitividad y cohesión social superan a los riesgos, siempre que estos se gestionen con tecnologías eficientes, integración progresiva de energías renovables y estrategias de diversificación. La construcción de la bodega de cava ecológico en Requena se configura, así como una iniciativa alineada con los principios de desarrollo responsable, capaz de aportar valor añadido al territorio y de reforzar la proyección de la D.O. Cava en los mercados nacionales e internacionales.

Requena, 30 de agosto de 2025.

Firmado:



Javier Martínez Ferrez

ANEJO I: ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN DE PARTIDA

TRABAJO FIN DE GRADO

Javier Martínez Ferrez

Curso académico 2024-2025

POLITÉCNICA

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

ETSIAAB

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRONÓMICA, ALIMENTARIA Y DE BIOSISTEMAS

ÍNDICE DE CONTENIDOS

0. INTRODUCCIÓN AL ANEJO I: ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN DE PARTIDA 4
1. OBJETO Y JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO 4
2. CONDICIONANTES 5
2.1. Condicionantes del promotor 5
2.2. Emplazamiento de la industria 6
2.3. Condicionantes relativos al área del proyecto 8
2.4. Normativa aplicable al proyecto 13
3. ESTUDIO DEL SECTOR 17
3.1. Estudio a nivel mundial 17
3.1.1. Producción mundial de uva y vino 18
3.1.2. Consumo mundial de vino 20
3.1.3. Exportación mundial 21
3.1.4. Datos del vino espumoso 23
3.2. Estudio a nivel nacional 24
3.1.1. Producción nacional de uva y vino 25
3.1.2. Consumo interior y exportación 26
3.1.4. Datos del vino espumoso 27
3.3. Estudio a nivel de la D.O. Cava 28
3.3.1. Datos generales 28
3.3.2. Variedades permitidas y cultivo 29
3.3.3. Ventas de cava al mercado nacional e internacional 30
3.3.4. Ventas según tipo de crianza 31
3.3.5. Cava ecológico: proyección 32
3.4. Conclusión del análisis sectorial 33

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Datos de la parcela del proyecto 7
Tabla 2: Exportaciones españolas de las distintas elaboraciones 28

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ficha catastral de la parcela del proyecto 7
Figura 2: Situación parcelaria dentro del Polígono Industrial el Romeral 7
Figura 3: Situación parcelaria dentro de Requena. 8
Figura 4: Evolución mundial de la producción de vino (mhl)..... 18
Figura 5: Evolución de las hectáreas de viñedo a nivel mundial (mha) 19
Figura 6: Porcentaje de viñedo ecológico mundial por país..... 20
Figura 7: Consumo mundial de vino (mhl) 21
Figura 8: Exportación mundial de vino (mhl y billones de EUR)..... 22
Figura 9: Valor de comercio internacional del vino espumoso (billones de dólares)..... 23
Figura 10: Porcentaje de producción de vino espumoso por países 24
Figura 11: Evolución de la producción de vino a nivel nacional (mhl)..... 25
Figura 12: Niveles de exportación y consumo interno de España (mhl)..... 27
Figura 13: Comercialización según tipo de vino en el mercado interno español 28
Figura 14: Porcentaje de viñedo de cada variedad destinada a la D.O..... 30
Figura 15: Peso del mercado interior y exterior en la D.O. Cava..... 31
Figura 16: Porcentaje de elaboración de cada tipo de crianza..... 32
Figura 17: Comparación entre producción normal y ecológica en la D.O. Cava..... 33

0. INTRODUCCIÓN AL ANEJO I: ANÁLISIS Y DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN DE PARTIDA

La finalidad de este anejo será establecer un análisis detallado de la situación de partida para la realización del presente proyecto. El anejo recopila y estudia los factores geográficos, normativos, técnicos y económicos que condicionan el desarrollo del proyecto, con el fin de identificar las fortalezas, limitaciones y oportunidades del entorno.

Este diagnóstico inicial constituye la base para la correcta toma de decisiones durante el diseño y ejecución de la bodega, garantizando que las soluciones adoptadas se ajusten a las particularidades del emplazamiento, a las exigencias normativas y a las necesidades del sector vitivinícola, especialmente en el ámbito de la Denominación de Origen Cava y la producción ecológica certificada.

1. OBJETO Y JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

El objeto del proyecto es la construcción de una bodega de nueva planta en el término municipal de Requena (Valencia), destinada a la elaboración de vino espumoso ecológico amparado bajo la Denominación de Origen Cava.

La motivación de este proyecto reside en aprovechar una oportunidad en el sector enológico, más concretamente en el mercado del cava. Los datos económicos de la Denominación de Origen Cava muestran cifras positivas pese a problemas como la inflación, el aumento de costes de producción o el cambio de dinámicas de consumo. Los niveles de exportación se han mantenido y ha crecido el nivel de consumo en el mercado interior, batiéndose así un récord histórico en la venta de botellas en el año 2023. Destaca en este crecimiento la producción de cava ecológico. Además, este sector enfrenta la necesidad de incorporar sistemas de frío en su producción y debe recalcular parámetros relativos a las fechas y temperaturas de vendimia dada la subida de temperaturas que se experimenta debido al cambio climático. Esto proporcionará una ventaja comparativa respecto a otros productores

2. CONDICIONANTES

La definición del proyecto está sujeta a una serie de condicionantes que determinan tanto su diseño como su ejecución y futura explotación. Estos factores abarcan desde los requisitos específicos del promotor hasta el cumplimiento de la normativa vigente, sin olvidar las particularidades propias del emplazamiento seleccionado y los recursos disponibles en el entorno.

2.1. Condicionantes del promotor

El promotor solicita un proyecto que contenga el diseño y dimensionamiento de una planta de elaboración de 40.000 botellas de vino espumoso ecológico D.O. Cava Brut Nature en Requena, Valencia. El proyecto se llevará a cabo en una parcela de perteneciente al promotor, por lo que el proyecto ha de ajustarse a ella.

La actividad productiva estará orientada a la obtención de vino espumoso mediante el método tradicional, diferenciándose en el mercado gracias a la certificación ecológica y al posicionamiento del producto dentro del segmento de calidad. La capacidad de producción prevista se estima 40.000 botellas de 75 cl., lo que significan 30.000 L de vino, con el fin de equilibrar la viabilidad económica del proyecto y la capacidad operativa de una bodega de nueva construcción, optimizando la relación entre costes de inversión y rentabilidad esperada.

El promotor establece como condición que la instalación contemple todas las etapas del proceso, desde la recepción de la uva hasta el almacenamiento y expedición del producto final, incluyendo las áreas específicas necesarias para ello. Además, se deberán habilitar zonas de apoyo como laboratorios de control de calidad, espacios administrativos y áreas de servicios generales. En cuanto a la obtención de la materia prima se deben proyectar los equipos y mano de obra necesarios para vendimiar un cultivo ajeno que se permitirá esta acción, lo cual implica también contar con el coste de compra de esa uva y desplazarla.

Desde el punto de vista económico-financiero, será necesario analizar la inversión inicial, considerando los costes de construcción de la planta, las infraestructuras auxiliares y la

compra del equipamiento específico para la producción de cava bajo estándares descritos, además de gastos derivados de la producción y distribución del vino.

Con estos criterios, el promotor busca desarrollar una bodega moderna, eficiente y respetuosa con el medio ambiente, capaz de competir en el mercado nacional e internacional de vinos espumosos, y que contribuya al mismo tiempo al desarrollo socioeconómico de la comarca de Utiel-Requena.

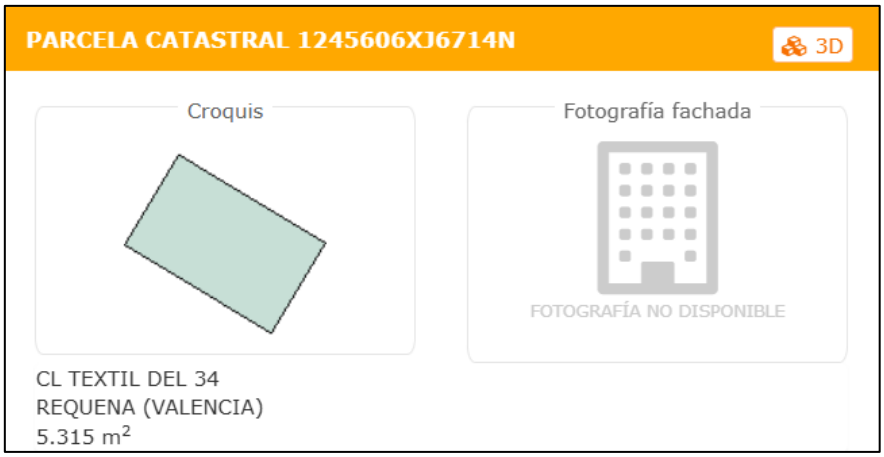
2.2. Emplazamiento de la industria

La industria objeto del proyecto se ubicará en el término municipal de Requena, en la provincia de Valencia, dentro de la comarca Utiel-Requena. Esta zona cuenta con una reconocida tradición vitivinícola y forma parte de la Denominación de Origen Cava, lo que aporta un valor añadido estratégico a la implantación de una bodega de vino espumoso ecológico. La bodega se ubicará en el Polígono Industrial el Romeral, concretamente en la parcela correspondiente a la calle del Textil 34 al noroeste de Requena, Valencia.

Sus coordenadas son: Latitud: 39.50318° N, Longitud: −1.11983° W

La parcela, de referencia catastral 1245606XJ6714N, tiene una superficie de 5.315 m^2 y dispone de conexión directa con la autovía A-3 y la carretera N-III, además de viales asfaltados dentro del polígono. También está próxima a la estación de tren San Antonio de Requena (línea C-3) y servida por varias líneas de autobús urbano, lo que facilita tanto el transporte de mercancías como el acceso de trabajadores.

Figura 1: Ficha catastral de la parcela del proyecto



Fuente: Catastro

Tabla 1: Datos de la parcela del proyecto

Emplazamiento	Calle del textil nº34
Municipio	Requena
Provincia	Valencia
Referencia catastral	1245606XJ6714N
Normativa urbanística aplicable	Plan General de Ordenación Urbana (PGOU) de Requena
Calificación del suelo	Urbanizable
Acceso a la industria	Autovía A-3 y la carretera N-III

Fuente: Elaboración propia

Figura 2: Situación parcelaria dentro del Polígono Industrial el Romeral



Fuente: Catastro

Figura 3: Situación parcelaria dentro de Requena.



Fuente: Catastro

2.3. Condicionantes relativos al área del proyecto

2.3.1. Situación actual de la parcela

Actualmente, el solar, calificado como urbanizable, se encuentra allanado y con una ligera capa vegetal superficial que deberá ser desbrozada en los trabajos previos a la construcción de la nave. Su cara Oeste da a otra nave industrial, la Norte a un terreno no edificable, la Este a una parcela vacía calificada como edificable y en la cara Sur se encuentra el acceso por carretera.

2.3.2. Suelo: geología y geotecnia

El término municipal de Requena se asienta sobre materiales pertenecientes principalmente a las formaciones del Mioceno y Cretácico, caracterizadas por la presencia de margas, calizas y arcillas, con intercalaciones puntuales de gravas y arenas. Estos materiales proporcionan un terreno relativamente estable y adecuado para la cimentación de edificaciones industriales, siempre que se realice un estudio geotécnico específico de la parcela.

En principio, las características geológicas de la zona permiten prever una cimentación mediante zapatas corridas o aisladas, aunque la solución definitiva se definirá en función de los resultados del estudio geotécnico de detalle.

2.3.3. Climatología

El clima constituye un factor determinante en la implantación y funcionamiento de una bodega, ya que influye tanto en las condiciones de cultivo de la vid como en los requerimientos técnicos de las instalaciones como la instalación de frío. Además, la climatología determinará varias de las cargas variables que sufrirá la nave. El término municipal de Requena se caracteriza por un clima de tipo mediterráneo continentalizado, condicionado por su altitud media y su localización en el interior de la provincia de Valencia.

Estas condiciones climáticas se traducen en veranos cálidos y secos, inviernos fríos con riesgo de heladas y una marcada oscilación térmica anual y diaria. Dichos contrastes resultan favorables para la viticultura de calidad, al favorecer una maduración lenta y equilibrada de la uva, si bien también imponen exigencias adicionales en materia de aislamiento térmico, climatización y control de la humedad en las instalaciones de vinificación y crianza.

La zona de Requena presenta un régimen térmico caracterizado por una acusada continentalidad, derivada de su altitud media (alrededor de 700 m s.n.m.) y su situación interior, alejada de la influencia directa del mar Mediterráneo.

- Temperaturas:

-La temperatura media anual se sitúa en torno a 13–14 °C.

-Los inviernos son fríos, con medias en enero próximas a 5 °C y frecuentes episodios de heladas.

-Los veranos son secos y cálidos, alcanzándose medias en julio y agosto cercanas a 23–25 °C, con máximas absolutas que pueden superar los 35 °C en episodios puntuales.

-La oscilación térmica diaria suele superar los 15 °C en periodos estivales, lo que favorece una adecuada maduración de la uva.

- Humedad relativa:

-El valor medio anual de humedad relativa oscila entre el 60 y el 70 %.

-En invierno, los valores tienden a situarse por encima del 70 %, debido a temperaturas bajas y mayor estabilidad atmosférica.

-En verano, la humedad relativa desciende hasta valores del 40–50.

Estas condiciones térmicas y de humedad relativa tienen un impacto directo en el diseño de la bodega, al requerir sistemas de aislamiento y climatización que aseguren una temperatura y humedad controladas en las zonas de fermentación, crianza y almacenamiento, garantizando la calidad del producto final.

- Régimen de vientos

El régimen de vientos en la zona de Requena está condicionado por su situación interior y su altitud, lo que genera una dinámica atmosférica propia, distinta de la franja litoral valenciana.

-Los vientos dominantes proceden del oeste y noroeste, asociados a la entrada de masas de aire continental, más secas y frías en invierno y cálidas en verano.

-En menor medida, también se registran vientos de componente este, vinculados a la influencia mediterránea, que suelen aportar humedad y precipitaciones, especialmente en otoño.

-La orografía de la meseta de Utiel-Requena favorece la dispersión de contaminantes y la ventilación natural, lo que constituye un factor positivo para la salubridad del entorno industrial.

- Precipitaciones

El régimen pluviométrico de Requena presenta características mediterráneas con una acusada irregularidad interanual y una marcada estacionalidad.

-La precipitación media anual se sitúa en torno a 450–550 mm, repartida de manera desigual a lo largo del año.

-Las lluvias son más frecuentes en primavera y otoño, coincidiendo en ocasiones con episodios de fuerte intensidad asociados a la entrada de borrascas mediterráneas.

-El verano es seco, con precipitaciones escasas y concentradas en forma de tormentas convectivas de carácter puntual.

- Nieve

Debido a la altitud media del municipio de Requena (≈700 m s.n.m.) y a su régimen climático continentalizado, no es infrecuente la aparición de nevadas durante los meses invernales, aunque su frecuencia e intensidad son moderadas.

-Los episodios de nieve suelen concentrarse en diciembre, enero y febrero, con una media anual de entre 2 y 5 días de nevada.

-La acumulación en superficie es generalmente reducida, con espesores que rara vez superan los 5–10 cm, y de rápida fusión debido a la oscilación térmica diurna.

-En ocasiones puntuales, asociados a olas de frío de origen continental, pueden registrarse nevadas más intensas que dificulten temporalmente la accesibilidad a la zona.

Aunque no se trata de un fenómeno climatológico de gran incidencia en la comarca, la posibilidad de nevadas debe ser considerada en la fase de diseño y explotación de la bodega, especialmente en lo relativo a la resistencia estructural de cubiertas, la evacuación de aguas pluviales y el mantenimiento de accesos y viales en el recinto industrial.

2.3.4. Acceso a suministros y mano de obra

La viabilidad de la bodega depende en gran medida de la disponibilidad de suministros esenciales y de mano de obra cualificada en su entorno inmediato. En este sentido, el emplazamiento del proyecto en el término municipal de Requena, concretamente en el polígono El Romeral, presenta condiciones favorables para el desarrollo de la actividad proyectada.

Acceso a materia prima:

El motivo del proyecto responde en parte a la situación privilegiada de la parcela a escasos 2 km de un viñedo ecológico de 30 hectáreas, de las cuales unas 9 se destinan a pinot noir, la variedad de interés del proyecto.

Suministro eléctrico:

La parcela cuenta con posibilidad de conexión a la red de media tensión existente en las proximidades, lo que permite garantizar un suministro eléctrico suficiente y estable para la operación de la bodega. Será necesario dimensionar un centro de transformación propio o compartido, en función de la potencia contratada requerida por los equipos de elaboración, climatización y auxiliares.

Abastecimiento de agua:

La zona dispone de acceso a la red municipal de abastecimiento, con capacidad suficiente para cubrir tanto los consumos industriales de la bodega como los usos higiénicos y de servicios.

Red de saneamiento y vertidos:

La parcela dispone de acceso a la red municipal de alcantarillado para los vertidos de carácter no industrial. No obstante, dadas las características de la actividad, el agua residual deberá tener un sistema de canalización acoplado a la red de la EDARI previo a su vertido a la EDAR de requena.

Otros suministros auxiliares:

La disponibilidad de servicios de telecomunicaciones es adecuada, con cobertura de fibra óptica y red móvil, lo que asegura la conectividad para la gestión administrativa y comercial. Asimismo, existe oferta cercana de empresas de

suministros auxiliares (botellas, corcho, etiquetas, embalajes, etc.) en la propia comarca y en el área metropolitana de Valencia.

Mano de obra:

Puesto que Requena y su comarca cuentan con una tradición vitivinícola consolidada, se garantiza la disponibilidad de mano de obra con experiencia en tareas de vendimia y procesos de bodega. Además, la cercanía a núcleos urbanos como Utiel y Valencia facilita la contratación de personal especializado en enología, control de calidad, logística y gestión administrativa.

En conjunto, la accesibilidad a suministros básicos y la existencia de recursos humanos cualificados constituyen una fortaleza para el proyecto, reduciendo costes logísticos y asegurando la operatividad de la instalación desde su puesta en marcha.

Cercanía a industrias de valorización y aprovechamiento de materias primas:

Dada la alta actividad vinícola de la zona, son muchas las empresas especializadas en actividades de aprovechamiento y gestión de subproductos y residuos. Este es el caso de destilerías, plantas de compostaje, etc. El mayor subproducto de el procesado de la uva, el hollejo, será vendido a una destilería situada a 2,7 km de la parcela.

2.4. Normativa aplicable al proyecto

El proyecto debe ajustarse a un conjunto de normativas y disposiciones legales de ámbito europeo, nacional, autonómico y local. Dichas normativas regulan aspectos relacionados con la producción agroalimentaria, la seguridad, la higiene, la sostenibilidad y la implantación de instalaciones industriales. Cada anejo dispondrá de la normativa particular relativa a su contenido específico y podrá consultarse ahí. No obstante, a continuación, se expone la normativa aplicada a la producción del vino descrito anteriormente.

Normativa internacional:

- Organización Internacional de la Viña y el Vino (OIV): establece el código internacional de prácticas enológicas, así como recomendaciones técnicas y normativas de referencia para la producción vitivinícola.
- *Codex Alimentarius*: compendio internacional de estándares de seguridad alimentaria, etiquetado y buenas prácticas en la producción de alimentos y bebidas, que sirve de marco para garantizar la inocuidad de los productos.

Normativa Europea:

- Organización Común del Mercado Vitivinícola:

-Reglamento (UE) 1308/2013, que regula los mercados de productos agrarios, incluyendo la viticultura.

-Reglamento (CE) 555/2008, relativo a programas de apoyo, comercio exterior y controles del sector.

-Reglamento (CE) 606/2009, sobre prácticas enológicas y restricciones aplicables.

- Seguridad alimentaria e higiene:

-Reglamento (CE) 178/2002, que fija los principios básicos de la legislación alimentaria y crea la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria.

-Reglamento (CE) 852/2004 y normativa complementaria (852/2004, 853/2004, 854/2004), conocido como “paquete de higiene”, que regula las condiciones higiénicas en la producción de alimentos.

- Etiquetado y consumidores:

-Reglamento (UE) 1169/2011, sobre información alimentaria al consumidor.

- Otras disposiciones de interés:

-Reglamento (UE) 1148/2012, que limita el uso de dióxido de azufre y sulfitos en bebidas fermentadas a base de mosto de uva.

Normativa nacional:

- Marco general del sector vitivinícola:

-Ley 24/2003, de la Viña y del Vino.

-Orden APA/2870/2002, por la que se regula el Consejo Español de Vitivinicultura.

- Declaraciones y control de producción:

-Real Decreto 739/2015, sobre declaraciones obligatorias.

-Real Decreto 740/2015, que regula el potencial productivo vitícola.

- Denominaciones de origen y etiquetado:

-Real Decreto 1363/2011, sobre etiquetado e identificación de productos vitivinícolas.

-Real Decreto 1335/2011, sobre inscripción de denominaciones de origen protegidas y oposición a las mismas.

- Normativa transversal aplicable:

-Ley 17/2011, de seguridad alimentaria y nutrición.

-Real Decreto Legislativo 1/2016, de prevención y control de la contaminación.

-Real Decreto 815/2013, sobre emisiones industriales.

-Ley 21/2013, de evaluación ambiental.

-Real Decreto Legislativo 1/2001, Ley de Aguas.

-Ley 24/2013, del Sector Eléctrico.

-Ley 31/1995, de Prevención de Riesgos Laborales.

-Ley 21/2013, de Evaluación Ambiental.

-Ley 7/2022, de residuos y suelos contaminados para una economía circular.

Normativa autonómica y municipal:

-Ley 6/2014, de Prevención, Calidad y Control Ambiental de Actividades en la Comunidad Valenciana: regula la autorización ambiental integrada y la licencia ambiental para actividades industriales.

-Decreto 127/2006, Reglamento de Residuos de la Comunidad Valenciana**:** normativa específica sobre gestión de residuos industriales y agroalimentarios.

-Decreto 112/2012, de 13 de julio: sobre vertidos de aguas residuales a redes de saneamiento municipales.

-Ordenanza municipal de vertidos gestión de residuos sólidos urbanos e industriales: condiciones para el vertido a la red de saneamiento municipal y exigencia de sistemas de pretratamiento.

Normativa de la D.O. Cava:

La Denominación de Origen Cava, gestionada por el Consejo Regulador del Cava, establece un conjunto de normas de obligado cumplimiento para todas las bodegas inscritas que deseen elaborar vino espumoso bajo esta denominación. Estas disposiciones complementan y desarrollan la normativa vitivinícola general, fijando criterios concretos que garantizan la calidad y tipicidad del producto.

Entre los principales aspectos regulados por la D.O. Cava se encuentran:

- Zonificación y delimitación geográfica: determinación de los municipios autorizados para la producción de cava, entre los que se incluye Requena.

- Variedades de uva autorizadas: selección de variedades específicas, en las que se incluye la variedad del proyecto.

- Rendimientos máximos: limitación de la producción de uva por hectárea con el fin de garantizar la calidad de la materia prima.

- Prácticas enológicas: definición de los métodos permitidos en la vinificación y segunda fermentación en botella (método tradicional), así como restricciones en el uso de aditivos y coadyuvantes.

- Tiempos de crianza: establecimiento de periodos mínimos de envejecimiento en botella sobre lías (9 meses para cava, 18 meses para cava reserva y 30 meses para cava gran reserva).

- Control y certificación: sistemas de trazabilidad desde la viña hasta el embotellado, con controles analíticos y organolépticos realizados por el Consejo Regulador.

- Etiquetado y comercialización: normas específicas sobre el uso de la palabra "Cava", logotipos oficiales y mención a la categoría de crianza.

3. ESTUDIO DEL SECTOR

El análisis sectorial resulta imprescindible para contextualizar la viabilidad técnica, económica y estratégica del proyecto. Será fundamental conocer la situación actual del sector vitivinícola, sus tendencias de evolución y el marco competitivo en el que la empresa va a desarrollar su actividad.

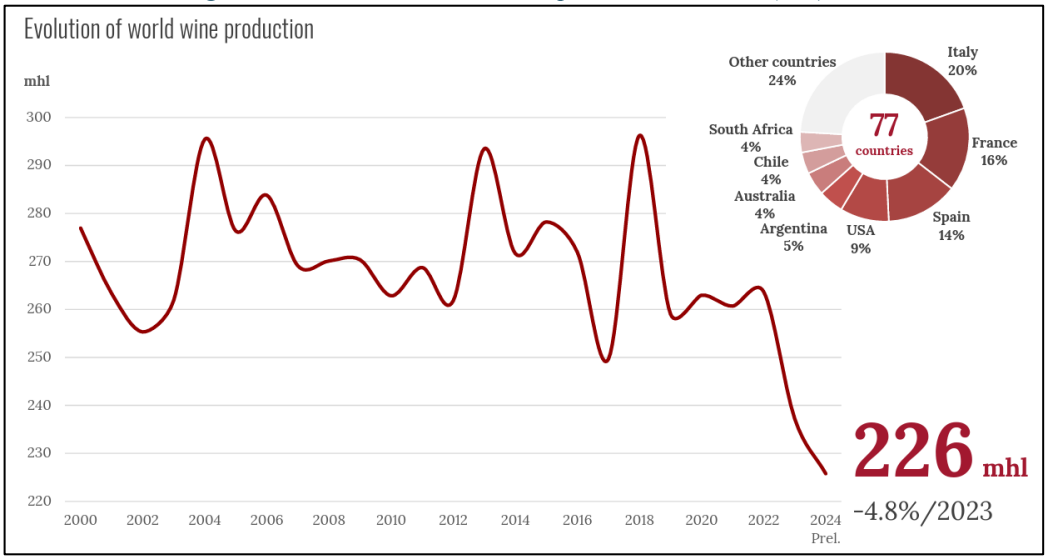
3.1.Estudio a nivel mundial

El sector vitivinícola mundial mantiene una gran relevancia tanto desde el punto de vista económico como cultural, siendo uno de los productos agroalimentarios con mayor presencia internacional. A continuación, se realizará el estudio a nivel mundial mediante los informes de la Organización Internacional de la Viña y el Vino (OIV).

3.1.1. Producción mundial de uva y vino

En el año 2024, la producción mundial de vino se situó en 226 millones de hectolitros (mhl), lo que supone una caída del 4,8 % respecto a 2023. Este descenso confirma la tendencia a la baja iniciada en los últimos años, alcanzando una de las cifras más reducidas de los últimos tiempos, concretamente, la más baja desde 1961.

Figura 4: Evolución mundial de la producción de vino (mhl)

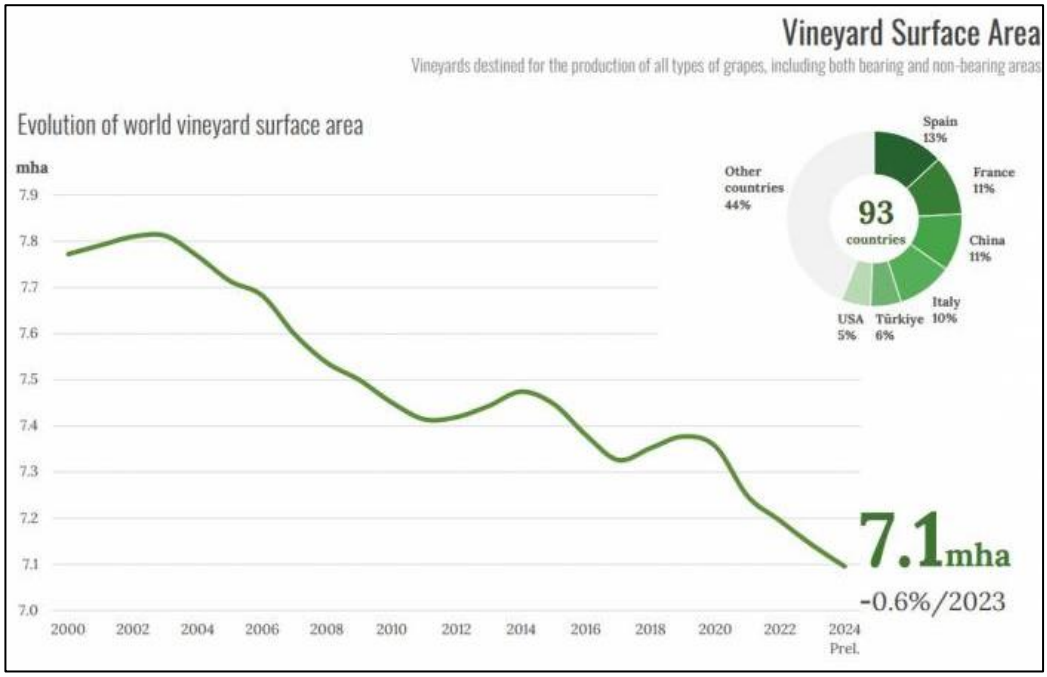


Fuente: Organización Internacional de la Viña y el Vino (OIV)

La evolución histórica muestra una notable variabilidad interanual, condicionada principalmente por factores climáticos extremos (sequías, heladas, olas de calor) y por la reducción progresiva de superficie vitícola en determinadas regiones. Tras picos de producción cercanos a los 300 mhl en años como 2004 o 2018, la tendencia general evidencia un ajuste estructural hacia valores más moderados. esta se concentra fundamentalmente en cuatro grandes productores. Italia lidera con un 20 % del total mundial y se mantiene como primer productor, seguida de Francia, que con un 16 % conserva cifras elevadas pese a la variabilidad climática. España ocupa el tercer lugar con un 14 %, consolidándose como actor clave en el panorama internacional, mientras que Estados Unidos aporta en torno al 9 %, lo que equivale a casi una décima parte del volumen global.

La mencionada reducción de superficie de cultivo hizo situar en el mismo año la superficie mundial de viñedo en 7,1 millones de hectáreas (mha), lo que supone una reducción del 0,6 % respecto a 2023 y confirma la tendencia descendente que se arrastra desde el año 2000, cuando se superaban los 7,8 mha. Esta disminución refleja tanto la reestructuración del sector vitivinícola como la pérdida progresiva de viñedo en regiones con menor rentabilidad. La comparación con los datos de producción mundial muestra que la reducción de superficie no implica necesariamente descensos proporcionales en la producción. Esto se debe a dos factores clave: el Aumento de la productividad por hectárea en países con viticultura tecnificada y la influencia climática creciente, que provoca grandes oscilaciones de producción incluso en áreas con superficies estables.

Figura 5: Evolución de las hectáreas de viñedo a nivel mundial (mha)

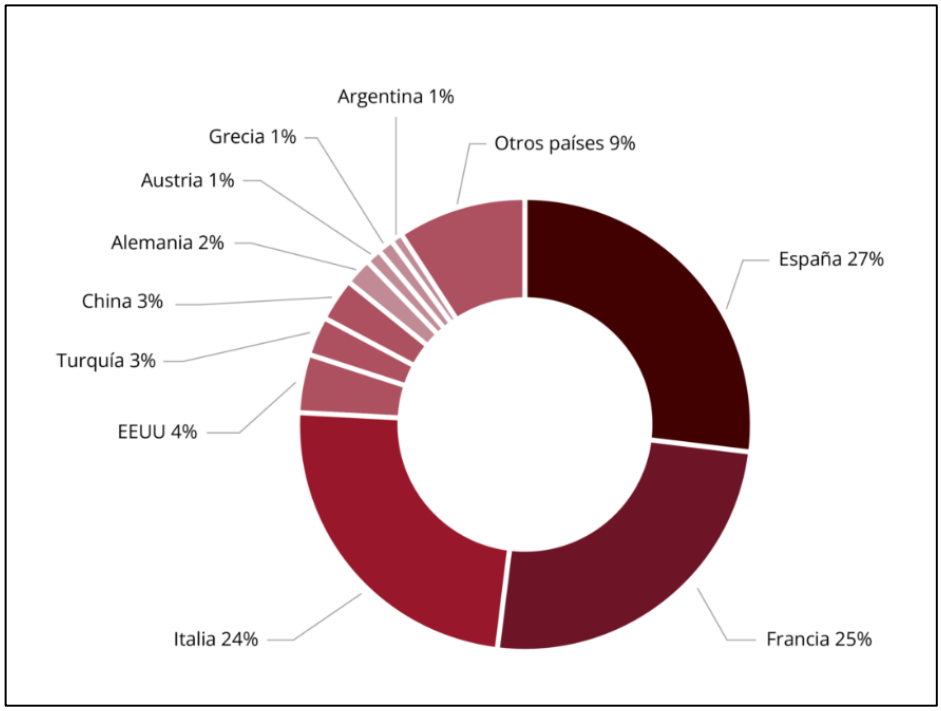


Fuente: Organización Internacional de la Viña y el Vino (OIV)

Por lo que respecta a la superficie de viñedo, España se sitúa a la cabeza con un 13 % del total mundial, lo que la consolida como el país con mayor extensión destinada al cultivo de la vid. En segundo lugar, figuran Francia y China, ambos con un 11 %, seguidos de Italia con un 10 % y Turquía con un 6 %. Estados Unidos participa con un 5 %, mientras que el resto de los países concentran en conjunto el 44 % de la superficie vitícola mundial.

Cabe resaltar que, en las dos últimas décadas, la producción ecológica de vino ha experimentado un crecimiento sostenido a nivel mundial, impulsado tanto por la creciente demanda de los consumidores como por el refuerzo de la normativa comunitaria e internacional en materia de sostenibilidad. Según datos de la OIV y de la consultora IWSR, la superficie de viñedo certificada como ecológica se ha multiplicado por más de cinco desde el año 2000, superando actualmente las 500.000 hectáreas a nivel global, con especial concentración en Europa (España, Francia e Italia reúnen en torno al 75 % del viñedo ecológico mundial). Este incremento se debe a factores como la preferencia del consumidor por productos sostenibles, la mayor concienciación ambiental, y los incentivos institucionales de la Política Agrícola Común.

Figura 6: Porcentaje de viñedo ecológico mundial por país.

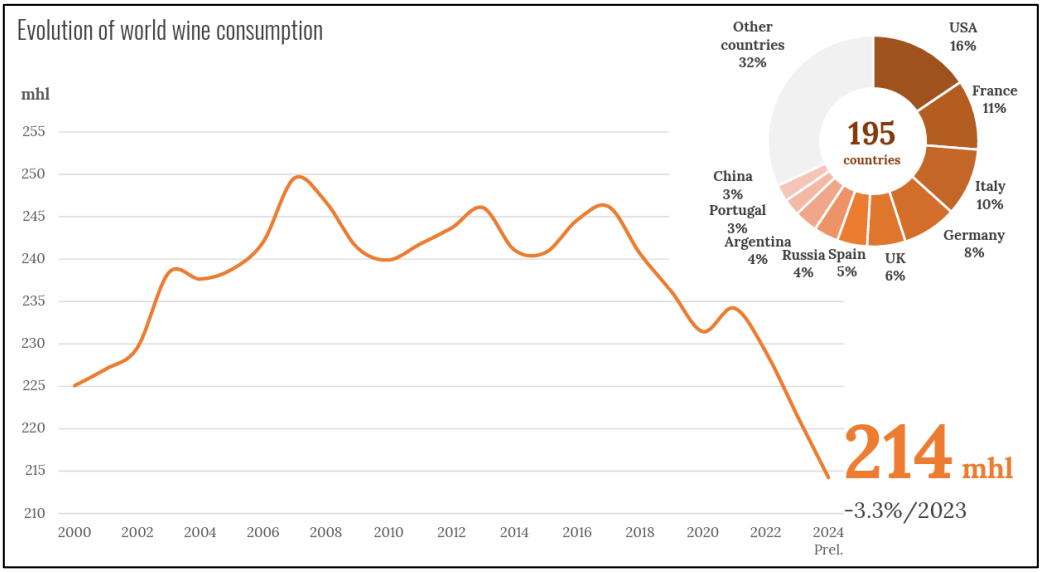


Fuente: Organización Internacional de la Viña y el Vino (OIV)

3.1.2. Consumo mundial de vino

En 2024, el consumo mundial de vino se situó en 214 millones de hectolitros (mhl), lo que supone un descenso del 3,3 % respecto a 2023 y confirma la tendencia regresiva observada desde 2018. Este valor representa una de las cifras más bajas de las dos últimas décadas, tras un periodo de relativa estabilidad en torno a los 240–245 mhl durante los años 2005–2017.

Figura 7: Consumo mundial de vino (mhl)



Fuente: Organización Internacional de la Viña y el Vino (OIV)

En relación con el consumo de vino, la distribución por países también muestra una marcada concentración en los principales mercados. Estados Unidos encabeza la lista con un 16 % del consumo global, manteniéndose como primer consumidor mundial en volumen. Francia (11 %) e Italia (10 %) continúan con niveles altos de consumo, aunque en ambos casos se aprecia una tendencia descendente en la última década. Alemania, con un 8 %, y el Reino Unido, con un 6 %, se mantienen como mercados estratégicos en Europa. Por su parte, España representa un 5 % del consumo, situándose entre los países relevantes, aunque a considerable distancia de su capacidad productora.

3.1.3. Exportación mundial

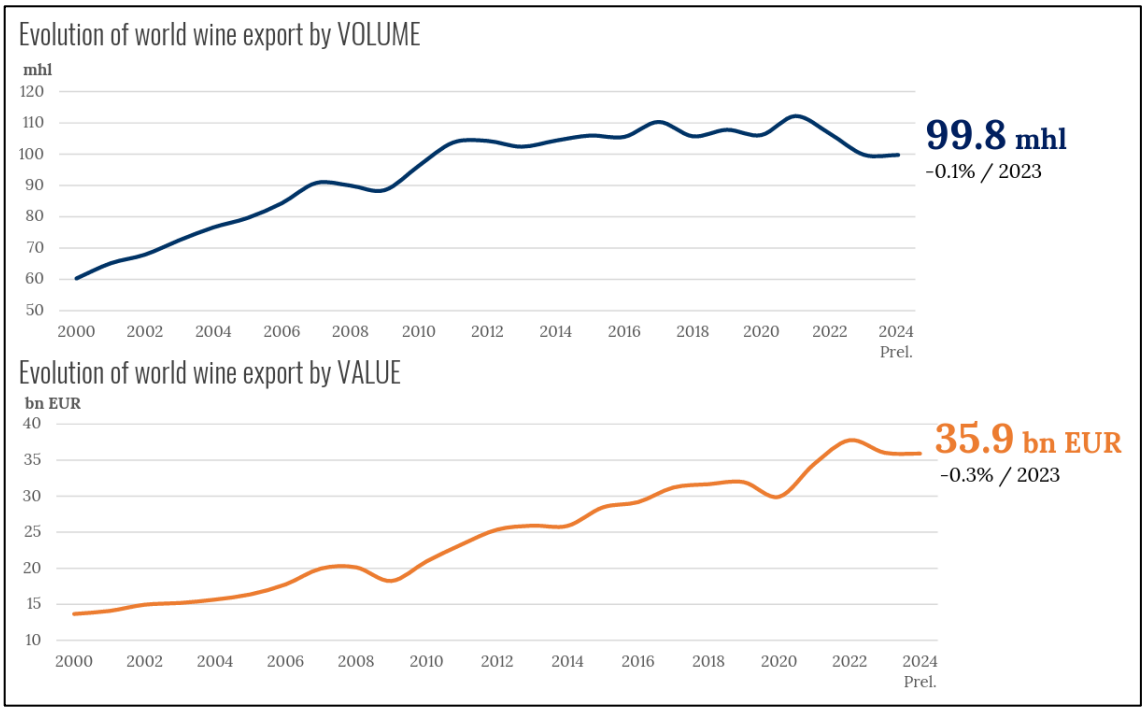
Pese a los descensos en producción y consumo, en 2024, las exportaciones mundiales de vino alcanzaron los 99,8 millones de hectolitros, prácticamente estables respecto al año anterior (–0,1 % frente a 2023). En términos de volumen, el comercio internacional se mantiene en valores elevados, aunque se aprecia una ligera tendencia descendente tras los máximos alcanzados en 2017–2018, cuando se superaron los 110 mhl.

Más significativo resulta el comportamiento en términos de valor económico: en 2024, el vino exportado a nivel mundial generó 35.900 millones de euros, una cifra que, pese a representar una leve caída del –0,3 % respecto a 2023, confirma la tendencia ascendente

de largo plazo iniciada a principios de los 2000, cuando el valor apenas alcanzaba los 15.000 millones de euros.

Esta evolución pone de manifiesto que, aunque el volumen exportado se ha estancado en los últimos años, el valor de las exportaciones sigue creciendo a medio y largo plazo, lo que refleja un proceso de elitización del mercado, con mayor protagonismo de vinos de calidad, denominaciones de origen y categorías diferenciadas como los espumosos y ecológicos. De este modo, el comercio internacional se consolida como motor estratégico del sector, compensando la caída del consumo en algunos mercados tradicionales gracias a la apertura de nuevos destinos de exportación.

Figura 8: Exportación mundial de vino (mhl y billones de EUR)



Fuente: Organización Internacional de la Viña y el Vino (OIV)

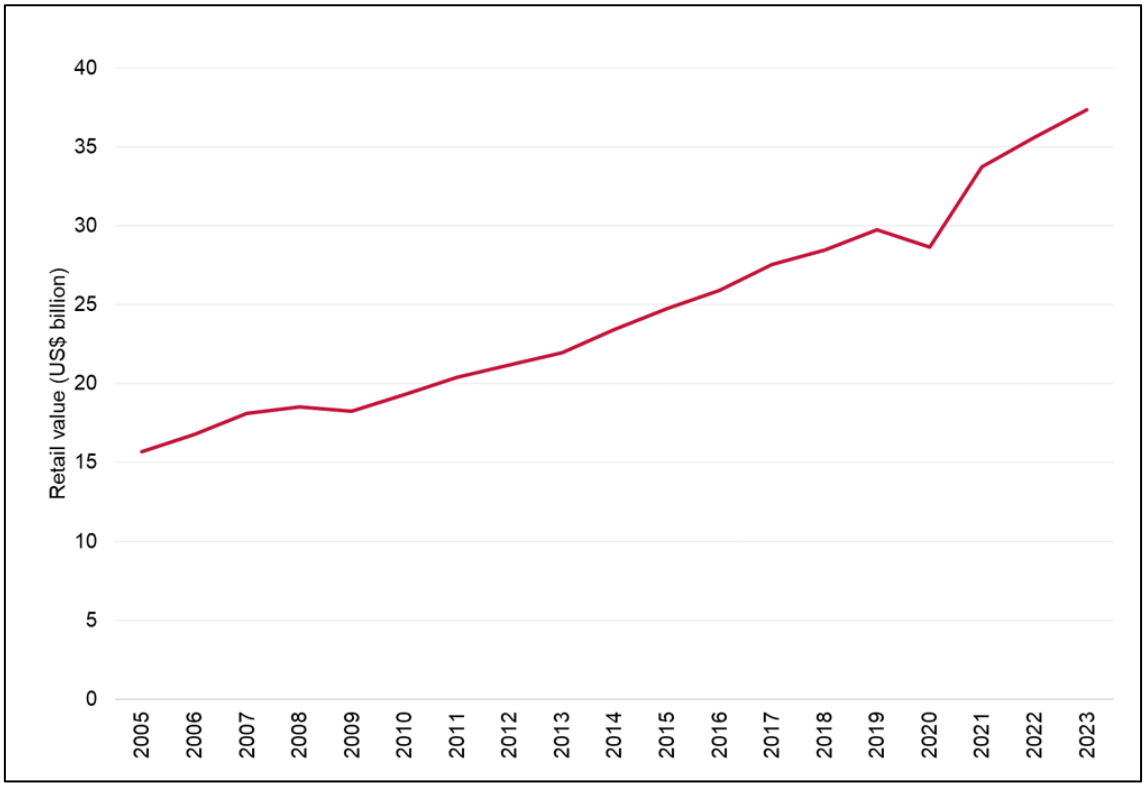
Las exportaciones mundiales de vino se concentran en un reducido grupo de países. Alemania se mantiene como primer importador mundial en volumen, superando los 14 millones de hectolitros anuales, mientras que Estados Unidos, con cerca de 5.000 millones de euros en valor importado, lidera como principal mercado extracomunitario. En Europa destacan también Reino Unido y Francia, con fuerte peso en el valor de las compras, mientras que en Asia los principales destinos son China y Japón, aunque el primero ha moderado su crecimiento en los últimos años. En conjunto, estos mercados

representan más de la mitad del comercio internacional del vino, con una demanda cada vez más orientada a productos de mayor valor añadido, como los espumosos y los ecológicos.

3.1.4. Datos del vino espumoso

A nivel internacional, el mercado del vino espumoso ha mostrado en los últimos años un crecimiento sostenido tanto en volumen (7% del total) como, especialmente, en valor económico. El gráfico de la evolución del valor minorista refleja cómo desde 2005, cuando se situaba en torno a los 15.000 millones de dólares, se ha producido un ascenso constante hasta alcanzar en 2023 una cifra cercana a los 38.000 millones, lo que supone más del doble en menos de dos décadas. Este incremento pone de manifiesto la creciente importancia del vino espumoso dentro del comercio mundial del sector, donde se ha consolidado como una categoría de prestigio vinculada al consumo festivo, a la diferenciación por calidad y al valor añadido.

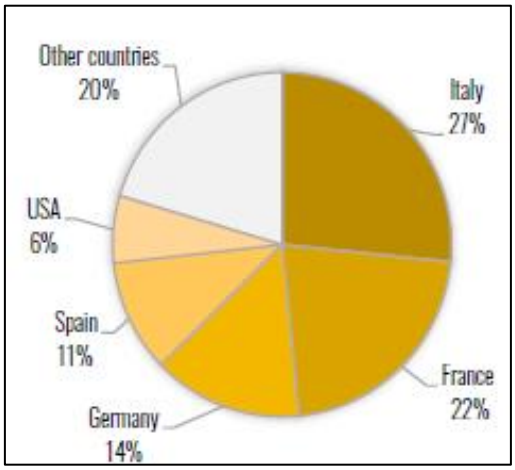
Figura 9: Valor de comercio internacional del vino espumoso (billones de dólares)



Fuente: Organización Internacional de la Viña y el Vino (OIV)

Por su parte, la distribución de la producción muestra una clara concentración geográfica. Italia, con un 27 %, lidera el mercado gracias a la expansión del Prosecco, seguida de Francia, que aporta el 22 % impulsada por el Champagne y otras denominaciones de espumosos. Alemania representa el 14 % con su tradicional Sekt, mientras que España alcanza el 11 % a través del Cava. Estados Unidos contribuye con un 6 %, mientras que el resto de los países se reparten el 20 % de la producción mundial. Esta estructura evidencia que más de tres cuartas partes de la producción de vino espumoso se concentran en Europa, lo que refuerza la posición dominante del continente en esta categoría.

Figura 10: Porcentaje de producción de vino espumoso por países



Fuente: Organización Internacional de la Viña y el Vino (OIV)

En conjunto, la combinación del fuerte crecimiento en valor de mercado y de la concentración productiva en unos pocos países europeos indica que el vino espumoso no solo es un producto con alta demanda internacional, sino también un segmento estratégico para las bodegas que buscan competir en mercados de exportación con un producto diferenciado, prestigioso y de gran rentabilidad.

3.2. Estudio a nivel nacional

España ocupa una posición destacada en el sector vitivinícola mundial, no solo por ser el país con la mayor superficie de viñedo del planeta, sino también por situarse de manera recurrente entre los tres primeros productores y exportadores de vino. El mercado nacional presenta, sin embargo, una dualidad: por un lado, la importancia de las exportaciones, que constituyen el principal motor económico del sector; y por otro, un

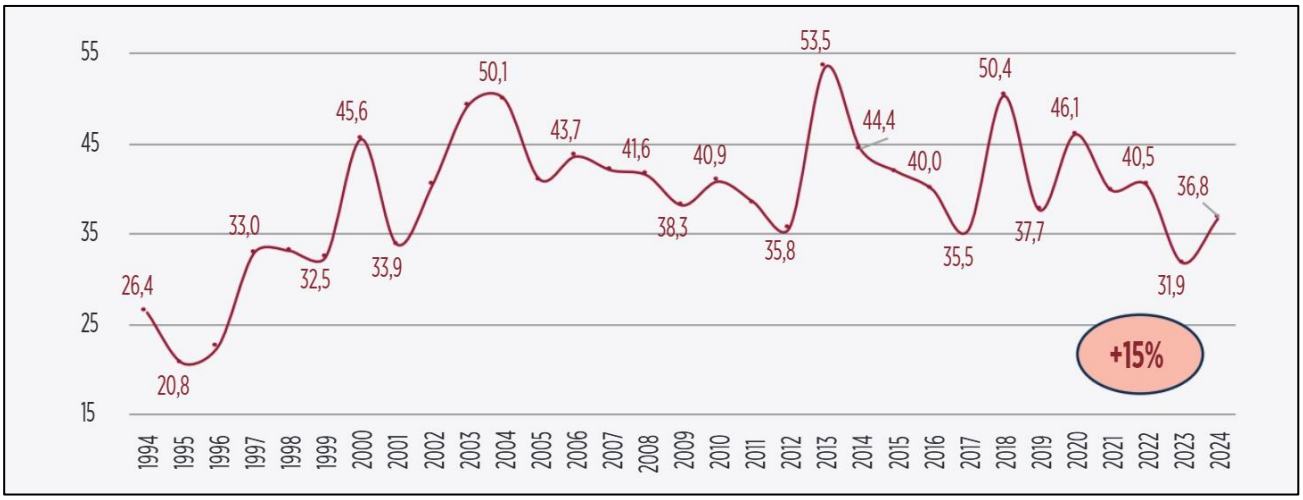
consumo interno más moderado, que ha experimentado descensos a lo largo de las últimas décadas, aunque con una reciente estabilización y un incipiente interés hacia categorías de mayor valor añadido, como los vinos con denominación de origen, los ecológicos y los espumosos. Analizar la situación en España resulta esencial para comprender tanto la capacidad productiva como las tendencias de consumo y la orientación estratégica del sector vitivinícola. A continuación, se realizará el estudio a nivel nacional mediante los informes de la Federación Española del Vino (FEV).

3.1.1. Producción nacional de uva y vino

España se consolida como el país con mayor superficie de viñedo del mundo, alcanzando en 2023 las 913.695 hectáreas destinadas al cultivo de la vid. Este liderazgo en extensión sitúa al viñedo español como un recurso estratégico de gran relevancia, tanto a nivel europeo como mundial.

En lo que respecta a la producción de vino, la serie histórica muestra una fuerte variabilidad interanual, estrechamente ligada a las condiciones climáticas. En años favorables, como 2004, 2013 o 2018, la producción superó los 50 millones de hectolitros, mientras que, en campañas afectadas por sequías o fenómenos meteorológicos adversos, como 2017 o 2023, se registraron mínimos en torno a 32 millones de hectolitros.

Figura 11: Evolución de la producción de vino a nivel nacional (mhl)



Fuente: Federación Española del Vino (FEV)

En 2024, las estimaciones de la campaña vitivinícola sitúan la producción española en 36,8 millones de hectolitros, lo que representa un incremento del 15 % respecto al año anterior. A pesar de estas oscilaciones, España se mantiene de manera constante entre los tres primeros productores mundiales, junto a Italia y Francia, confirmando su papel esencial en el abastecimiento del mercado internacional de vino.

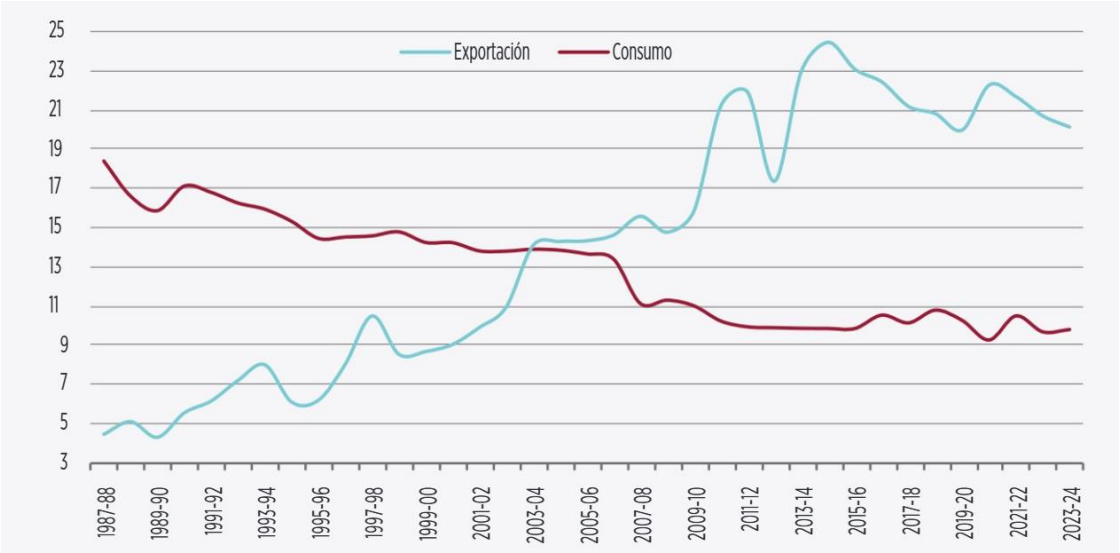
3.1.2. Consumo interior y exportación

El sector vitivinícola español no solo destaca por su peso productivo, sino también por su impacto económico, al representar aproximadamente el 1,9 % del PIB nacional y generar más de 20.330 millones de euros en valor añadido bruto**.**

En cuanto a la evolución del consumo y las exportaciones, se observa una tendencia claramente divergente. Desde finales de los años ochenta, el consumo interior de vino ha experimentado un descenso progresivo, pasando de valores superiores a los 17 millones de hectolitros a situarse en la actualidad en torno a los 9–10 millones de hectolitros anuales. Este ajuste responde a cambios en los hábitos alimentarios, a la pérdida de protagonismo del vino en la dieta cotidiana y a la preferencia por productos de mayor calidad frente al consumo masivo.

Por el contrario, las exportaciones españolas de vino han mostrado un crecimiento sostenido, especialmente a partir de los años 2000, llegando a superar los 20 millones de hectolitros en las mejores campañas. Esta evolución refleja el carácter fuertemente internacionalizado del sector, que ha sabido posicionarse en los principales mercados europeos y extracomunitarios, compensando la reducción del consumo interno mediante una estrategia exportadora basada tanto en volumen como en valor añadido.

Figura 12: Niveles de exportación y consumo interno de España (mhl)



Fuente: Federación Española del Vino (FEV)

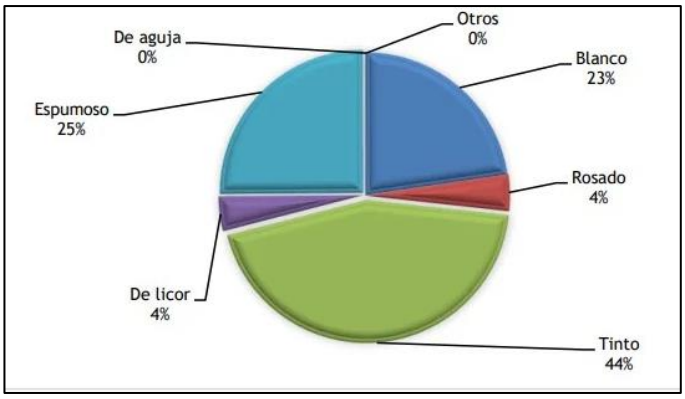
En conjunto, el dinamismo de las exportaciones frente al estancamiento del mercado interno consolida a España como una de las potencias vitivinícolas más orientadas al comercio exterior, reforzando el papel del sector como motor económico y generador de empleo en el ámbito rural.

3.1.4. Datos del vino espumoso

El mercado del vino espumoso en España está experimentando un notable impulso que redefine el panorama vitivinícola. En los últimos años, esta categoría ha ganado presencia en el consumo interno y ha ampliado su posicionamiento en destinos internacionales notablemente. Esto se debe a que se ha logrado romper con la tradicional estacionalidad del espumoso, logrando que su consumo se extienda más allá de las celebraciones.

Concretamente, en elaboraciones con denominación de origen, el vino espumoso ocupa el segundo puesto en comercialización suponiendo una cuarta parte del volumen de vino producido y situándose por delante del vino blanco, aunque muy alejado del tinto, que supone casi la mitad del total.

Figura 13: Comercialización según tipo de vino en el mercado interno español



Fuente: Federación Española del Vino (FEV)

Sin embargo, donde destaca considerablemente es el mercado exterior, donde se sitúa como la elaboración más vendida al ascender al 43,65% de volumen exportado. Esto se debe a que los espumosos españoles se posicionan como una alternativa atractiva al champán francés, destacando por su calidad y precio.

Tabla 2: Exportaciones españolas de las distintas elaboraciones

V.3. Volumen de la comercialización exterior por tipos de vino		
Vino tinto	1.885.751 hl	37,37%
Vino blanco	615.391 hl	12,19%
Vino rosado	167.310 hl	3,32%
Vino espumoso	2.202.820 hl	43,65%
Vino de licor	174.603 hl	3,46%
Vino de aguja	394 hl	0,01%
Otros tipos de vinos	39 hl	0,00%
Comercio exterior	**5.046.308 hl (44,99% del total)**	

Fuente: Federación Española del Vino (FEV)

3.3. Estudio a nivel de la D.O. Cava

La Denominación de Origen Cava se consolida como una de las más representativas del sector vitivinícola español, con un tejido productivo y empresarial de gran relevancia. Los datos empleados en el siguiente estudio provienen de la memoria anual de datos económicos de la D.O. Cava.

3.3.1. Datos generales

En 2024, el Consejo Regulador contabilizó un total de 5.874 explotaciones vitícolas

inscritas, que suman una superficie cultivada de 37.502 hectáreas. De ellas se obtuvieron aproximadamente 219,5 millones de kilogramos de uva, destinados a la elaboración de vinos base y posteriormente de cava.

En cuanto al sector empresarial, la D.O. Cava integra 200 empresas elaboradoras de cava, además de 143 bodegas productoras de vino base y 17 elaboradores integrales, lo que refleja un entramado productivo diversificado y especializado.

Las cifras de comercialización en 2024 alcanzaron un total de 218,1 millones de botellas vendidas, lo que confirma la fortaleza del producto en el mercado nacional e internacional. De este volumen, 180,8 millones de botellas correspondieron a cava no ecológico, mientras que el cava ecológico continúa su tendencia ascendente con 37,3 millones de botellas comercializadas.

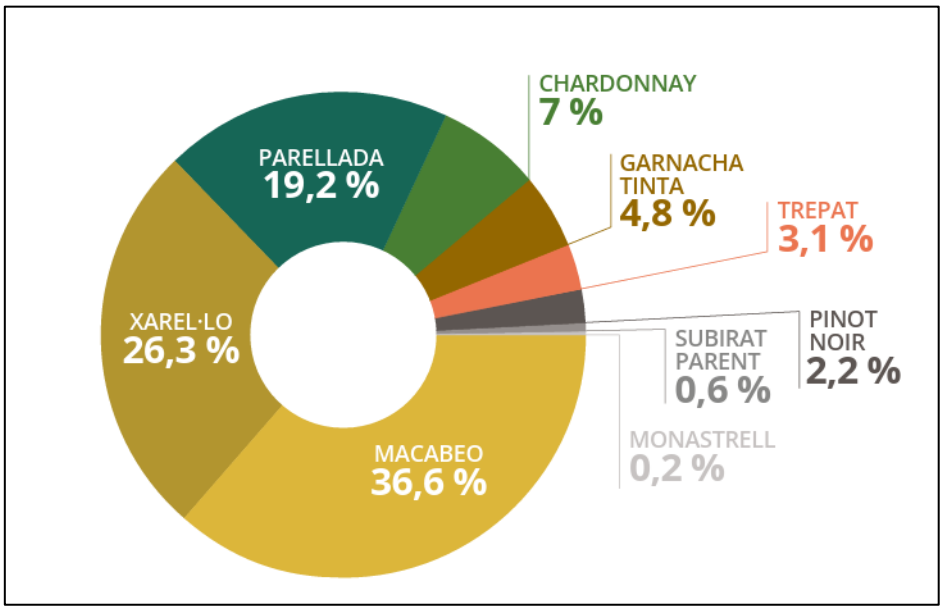
Estos datos reflejan no solo la dimensión del sector, sino también la diversificación y dinamismo que caracterizan a la D.O. Cava, con un crecimiento notable del cava ecológico y rosado, en línea con las tendencias globales de consumo orientadas hacia productos sostenibles y diferenciados.

3.3.2. Variedades permitidas y cultivo

La gráfica refleja la distribución de las variedades de uva autorizadas en la D.O. Cava, donde se aprecia un claro predominio de las variedades tradicionales blancas. Macabeo ocupa el primer lugar con un 36,6 % de la superficie inscrita, seguida **de** Xarel·lo (26,3 %) y Parellada (19,2 %), que en conjunto representan más del 80 % de la materia prima destinada a la elaboración de cava. Entre las variedades internacionales y de apoyo destacan la Chardonnay (7 %) y, en menor medida, las variedades tintas empleadas para la elaboración de cavas rosados, como la Garnacha Tinta (4,8 %), el Trepat (3,1 %), el Pinot Noir (2,2 %), el Subirat Parent (0,6 %) y la Monastrell (0,2 %).

En este contexto, la variedad Pinot Noir, que constituye la base del proyecto planteado, representa el 2,2 % de la superficie total, lo que equivale a 823 hectáreas inscritas dentro de la denominación.

Figura 14: Porcentaje de viñedo de cada variedad destinada a la D.O.



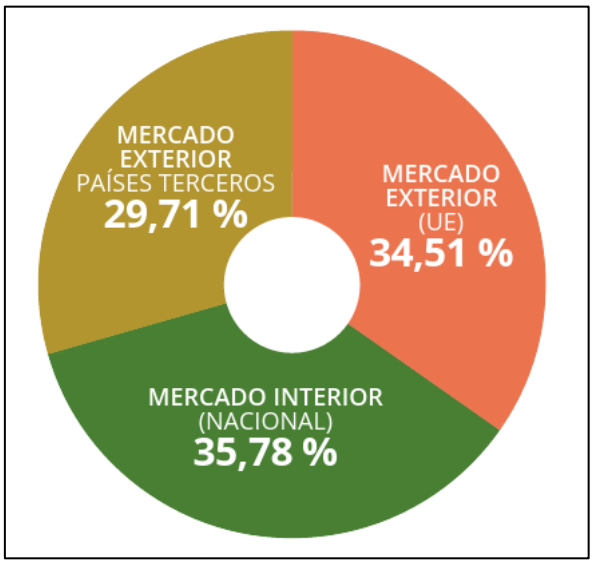
Fuente: Memoria económica anual de la D.O. Cava 2024

Por tanto, aunque minoritaria en extensión, la presencia de Pinot Noir dentro de la D.O. Cava responde a la orientación del mercado hacia espumosos diferenciados y con mayor valor añadido, lo que otorga al proyecto un posicionamiento alineado con las tendencias actuales de consumo.

3.3.3. Ventas de cava al mercado nacional e internacional

El mercado interior representa el 35,78 % del total, consolidando a España como primer consumidor de su propio producto. Sin embargo, el mercado exterior en su conjunto concentra la mayor parte de la comercialización, con un 64,22 %. Dentro de las exportaciones, la Unión Europea absorbe un 34,51 %, confirmándose como principal destino internacional, mientras que los países terceros suponen un 29,71 %.

Figura 15: Peso del mercado interior y exterior en la D.O. Cava



Fuente: Memoria económica anual de la D.O. Cava 2024

El análisis de los principales mercados de exportación de cava en 2024 confirma la importancia estratégica de Europa y Norteamérica como destinos prioritarios. Bélgica se sitúa a la cabeza con 20,3 millones de botellas, pese a registrar un descenso del 7,8 % respecto al año anterior. En segundo lugar, aparece Estados Unidos, que consolida su peso como mercado extracomunitario más relevante, con 17,8 millones de botellas, un 4,6 % menos que en 2023. Reino Unido ocupa la tercera posición con 15,7 millones de botellas, experimentando una caída más acusada del 11,6 %.

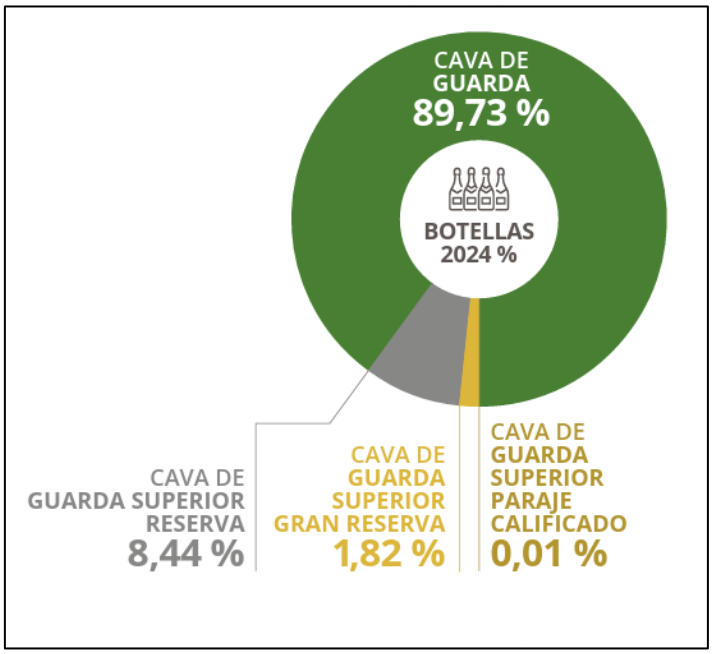
Estos datos reflejan tanto la consolidación de mercados tradicionales como la necesidad de diversificar y reforzar la presencia en terceros países, en un contexto de creciente competencia internacional y variaciones significativas en la demanda de algunos destinos clave.

3.3.4. Ventas según tipo de crianza

El desglose de la producción de cava en función de su crianza muestra el claro predominio del Cava de Guarda, que representa el 89,73 % del total de botellas comercializadas en 2024. Esta categoría corresponde al cava con un envejecimiento mínimo de nueve meses en botella sobre lías, lo que lo convierte en el producto más accesible en volumen y precio, y, por tanto, en el más demandado por el mercado.

En un segundo nivel se sitúa el Cava de Guarda Superior Reserva, con un 8,44 %, elaborado con un tiempo de crianza mínimo de 18 meses. Le sigue el Cava de Guarda Superior Gran Reserva, que requiere un envejecimiento mínimo de 30 meses y que supone tan solo el 1,82 % del total, confirmando su carácter minoritario y más exclusivo. Finalmente, el Cava de Guarda Superior de Paraje Calificado, la categoría de mayor prestigio, apenas alcanza el 0,01 %, reflejo de su estricta normativa, producción muy limitada y orientación hacia un segmento de consumo altamente selecto.

Figura 16: Porcentaje de elaboración de cada tipo de crianza



Fuente: Memoria económica anual de la D.O. Cava 2024

Este reparto evidencia que la práctica totalidad del mercado se concentra en el cava joven, mientras que las categorías de mayor crianza se mantienen como productos diferenciados y de prestigio, destinados principalmente a consumidores especializados y a reforzar la imagen de calidad de la D.O. Cava en el ámbito internacional.

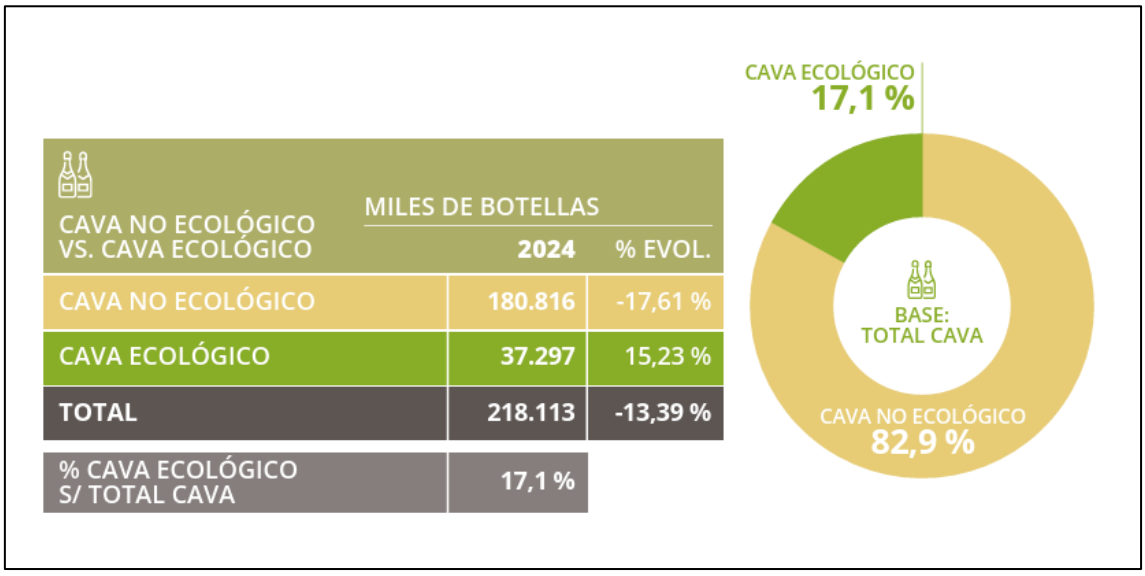
3.3.5. Cava ecológico

El cava ecológico ha experimentado un crecimiento notable dentro de la Denominación de Origen, consolidándose como una de las categorías con mayor proyección de futuro. En 2024, las ventas alcanzaron 37,3 millones de botellas, lo que supone un incremento

del 15,23 % respecto al año anterior. Este dinamismo contrasta con la evolución del cava no ecológico, que descendió un 17,61 %, situándose en 180,8 millones de botellas.

En términos relativos, el cava ecológico representa ya el 17,1 % del total comercializado, confirmando una tendencia ascendente sostenida en los últimos años. Aunque la mayor parte del mercado sigue correspondiendo al cava no ecológico (82,9 %), el comportamiento positivo de la categoría ecológica refleja una clara preferencia de los consumidores por productos alineados con valores de sostenibilidad, salud y respeto medioambiental.

Figura 17: Comparación entre producción normal y ecológica en la D.O. Cava



Fuente: Memoria económica anual de la D.O. Cava 2024

Este avance no solo responde a la demanda interna y externa, sino también a las estrategias de diferenciación de las bodegas, que encuentran en el cava ecológico una oportunidad para posicionarse en segmentos de mayor valor añadido y competir en igualdad de condiciones con otros espumosos internacionales.

3.4. Conclusión del análisis sectorial

El sector vitivinícola mundial atraviesa un proceso de reajuste marcado por la caída en la producción (226 mhl en 2024, -4,8 % respecto a 2023) y en el consumo global (214 mhl, -3,3 %), aunque acompañado de una consolidación del comercio internacional, que mantiene un valor cercano a los 36.000 millones de euros. Dentro de este escenario, los

vinos espumosos destacan como la categoría más dinámica, con un crecimiento sostenido en valor de mercado hasta los 38.000 millones de dólares en 2023, y una producción altamente concentrada. Este dinamismo se refuerza con la tendencia al alza de los vinos ecológicos, que superan ya las 500.000 hectáreas de viñedo certificado en el mundo, evidenciando una demanda creciente por productos sostenibles y diferenciados.

En el contexto nacional, España se confirma como el mayor viñedo del mundo, con 913.695 hectáreas en 2023 y una producción de 36,8 millones de hectolitros en 2024, lo que supone un aumento del 15 % respecto a la campaña anterior. Sin embargo, mientras el consumo interno se estabiliza en torno a los 9,5 millones de hl, las exportaciones superan los 20 millones, lo que evidencia el carácter internacional del sector.

Dentro de la D.O. Cava, con 218 millones de botellas comercializadas en 2024, destaca el crecimiento del cava ecológico, que ya supone el 17,1 % del total con 37,3 millones de botellas (+15,2 % interanual). Además, el cava de crianza superior (Reserva y Gran Reserva) refuerza la imagen de calidad y prestigio de la denominación, lo que resulta clave para posicionar elaboraciones diferenciadas.

En este marco, el proyecto de una bodega en Requena destinada a la producción de vino espumoso ecológico de variedad *pinot noir*, en versiones Crianza Brut y Gran Crianza Brut Nature, D.O. Cava encuentra una justificación sólida en datos sectoriales. Se apoya en una variedad minoritaria pero estratégica (823 ha inscritas en la D.O.) y en la creciente demanda nacional e internacional de espumosos premium y ecológicos, además del dinamismo exportador del cava hacia mercados como Bélgica, EE. UU. o Reino Unido. Todo ello confirma la viabilidad comercial del proyecto, estando alineado además con las tendencias de sostenibilidad, diferenciación y valor añadido que marcan el futuro del sector vitivinícola.

ANEJO II: ALTERNATIVAS ESTRATÉGICAS

TRABAJO FIN DE GRADO

Javier Martínez Ferrez

Curso académico 2024-2025

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRONÓMICA, ALIMENTARIA Y DE BIOSISTEMAS

ÍNDICE DE CONTENIDO

0. INTRUDUCCIÓN AL ANEJO II: ALTERNATIVAS ESTRATÉGICAS 2
1. CANTIDAD DE AZÚCAR Y TIEMPO DE CRIANZA 2
1.1. Alternativas 3
1.2. Comparativa 4
1.3. Selección de la alternativa 5
2. DISEÑO DE LA PLANTA Y FORMA DE LA NAVE 6
2.1. Alternativas 6
2.2. Comparativa 7
2.3. Selección de la alternativa 8
3. ESTRATEGIA DE COMERCIALIZACIÓN 9
3.1. Alternativas 9
3.2. Comparativa 10
3.3. Selección de la alternativa 11

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1:Tipos de espumoso según cantidad final de azúcar 2
Figura 2: Sello de la D.O. Cava según el tiempo de crianza 2

0. INTRUDUCCIÓN AL ANEJO II: ALTERNATIVAS ESTRATÉGICAS

El desarrollo de un proyecto exige no solo un diseño técnico y productivo adecuado, sino también la definición de un marco estratégico que garantice su viabilidad. Para ello, resulta necesario analizar y comparar distintas alternativas estratégicas que permitan comparar diferentes formas de lograr las metas del proyecto. En este anejo se presentan diferentes alternativas de ciertos aspectos del proyecto, evaluando sus ventajas.

1. CANTIDAD DE AZÚCAR Y TIEMPO DE CRIANZA

La estrategia de diferenciación de la bodega puede articularse en torno a dos variables clave reconocidas por la Denominación de Origen Cava: la cantidad final de azúcar y el tiempo de crianza sobre lías como se recoge en las siguientes dos figuras.

Figura 1:Tipos de espumoso según cantidad final de azúcar



Fuente: deCepas

Figura 2: Sello de la D.O. Cava según el tiempo de crianza



Fuente: D.O. Cava

La elección de estas variables no solo condiciona el perfil sensorial del cava, sino también su posicionamiento en el mercado, ya que permiten orientar el producto hacia segmentos más amplios y accesibles o hacia nichos *premium* con mayor valor añadido. En este sentido, se plantean distintas alternativas de elaboración que responden a las tendencias de consumo actuales y a la creciente demanda de cavas ecológicos, de calidad diferenciada y con un relato de sostenibilidad.

1.1. Alternativas

Alternativa 1: Cava Brut Nature de Guarda Superior Paraje Calificado

Es la categoría de máxima calidad reconocida por la D.O. Cava. Requiere un envejecimiento mínimo de 36 meses sobre lías, procedencia de un viñedo singular delimitado y prácticas de cultivo y vinificación de alta exigencia. La ausencia de azúcar añadido refuerza su autenticidad y pureza. Se dirige a un segmento muy exclusivo, con precios altos y un fuerte componente de prestigio, destinado principalmente a la exportación premium y a consumidores especializados.

Alternativa 2. Cava Brut Nature de Guarda Superior Gran Reserva

Supone una elaboración de alta gama con un mínimo de 30 meses de crianza sobre lías y sin adición de azúcar. Aunque con requisitos menos estrictos que el Paraje Calificado, ofrece un producto complejo, elegante y con gran valor añadido, capaz de competir con espumosos internacionales de prestigio. Esta alternativa permite posicionar la bodega en el segmento premium, con un equilibrio entre volumen moderado y rentabilidad elevada.

Alternativa 3. Cava Seco de Guarda

Con un mínimo de 9 meses de crianza y una dosificación de 17 a 32 g/L de azúcar, esta categoría representa una opción más accesible para un público amplio. Permite diversificar la oferta de la bodega hacia un segmento menos especializado, con mayor rotación y penetración en el mercado nacional, donde aún existe demanda de cavas con perfiles más suaves y dulces. Esta alternativa asegura un flujo de ventas más estable y

sirve de puerta de entrada a consumidores menos familiarizados con los espumosos de larga crianza.

1.2. Comparativa

Alternativa 1: Cava Brut Nature de Guarda Superior Paraje Calificado:

***Ventajas*:** Es la categoría de mayor prestigio dentro de la D.O. Cava, reconocida a nivel internacional y comparable a los espumosos más exclusivos del mundo. Garantiza un producto único, procedente de un viñedo delimitado y con unas prácticas enológicas de máximo rigor, lo que permite alcanzar precios muy elevados y reforzar la imagen de excelencia de la bodega.

***Inconvenientes*:** Su producción está limitada a viñedos previamente acreditados como paraje calificado, lo que restringe enormemente las posibilidades para una bodega de nueva planta. Además, los requisitos en términos de inversión, control y tiempo de crianza (mínimo 36 meses) suponen una barrera muy alta tanto a nivel económico como operativo.

Alternativa 2. Cava Brut Nature de Guarda Superior Gran Reserva

***Ventajas*:** Representa un producto de alta gama con un tiempo de crianza de 30 meses, capaz de combinar complejidad, calidad y valor añadido sin los requisitos extraordinarios de los Parajes Calificados. Permite competir en el segmento premium con un posicionamiento sólido frente a Champagne y otros espumosos internacionales, reforzando la diferenciación de la bodega en mercados de exportación y en el ámbito nacional gourmet. Al mismo tiempo, ofrece márgenes de rentabilidad elevados y una coherencia plena con la apuesta por la producción ecológica.

***Inconvenientes*:** El tiempo de crianza alarga el retorno de la inversión inicial, ya que durante los primeros años no se generan ventas. Requiere también un compromiso firme

con el control de calidad y una estrategia comercial orientada a un mercado más selectivo, menos masivo y con mayores exigencias en comunicación y distribución.

Alternativa 3. Cava Seco de Guarda

***Ventajas*:** Es la categoría más accesible de la D.O. Cava, con solo 9 meses de crianza mínima, lo que permite una entrada rápida al mercado y un flujo de ventas más ágil. Su perfil organoléptico más suave y con mayor dosificación de azúcar resulta atractivo para un público amplio, especialmente en el mercado nacional, y se asocia con productos de consumo frecuente. Supone una inversión inicial menor y reduce los tiempos de inmovilización del producto.

Inconvenientes: Aporta un bajo nivel de diferenciación y un menor valor añadido, lo que limita los márgenes de beneficio, especialmente en el caso de bodegas con producciones reducidas. Al competir principalmente en precio, se enfrenta directamente a grandes productores con mayores economías de escala, lo que dificulta la viabilidad a largo plazo.

1.3. Selección de la alternativa

La opción de elaborar un Cava de Guarda Superior Paraje Calificado Brut Nature se descarta por la elevada exigencia que conlleva. Este tipo de cava requiere la acreditación previa de un viñedo singular y unos estándares de inversión y control que superan las posibilidades de una instalación en fase inicial. Aunque se trata de la categoría de mayor prestigio y reconocimiento internacional, su dificultad de implementación lo hace inviable en esta etapa del proyecto.

En el extremo opuesto, la alternativa de un Cava de Guarda Seco Ecológico tampoco se considera adecuada. Si bien permitiría una entrada rápida al mercado gracias a sus menores tiempos de crianza, su escaso valor añadido y su orientación a un consumo más masivo lo convierten en una opción poco rentable para un proyecto de baja producción. Competir en este segmento supondría enfrentarse directamente a grandes bodegas con

economías de escala difíciles de igualar, reduciendo la diferenciación y limitando la capacidad de obtener márgenes de beneficio atractivos.

Por todo ello, la opción más adecuada es la producción de un Cava de Guarda Superior Gran Reserva Brut Nature Ecológico, que representa un equilibrio entre calidad, exclusividad y viabilidad. Con un mínimo de 30 meses de crianza sobre lías, este producto se posiciona en el segmento premium, permitiendo competir con otros espumosos de prestigio en los mercados nacional e internacional. Aporta un valor añadido significativo, justifica precios superiores y se alinea con las tendencias actuales de consumo de vinos espumosos ecológicos, diferenciados y de crianza prolongada. Aunque exige un mayor tiempo de maduración antes de la comercialización, esta estrategia refuerza la identidad de la bodega y garantiza su posicionamiento en un mercado cada vez más orientado a la calidad y la sostenibilidad.

2. DISEÑO DE LA PLANTA Y FORMA DE LA NAVE

La configuración arquitectónica de la bodega constituye una decisión clave en el proyecto, ya que condiciona tanto la funcionalidad de los espacios como los costes constructivos y el mantenimiento a largo plazo. A la hora de plantear la edificación surgen dos enfoques principales: optar por un conjunto formado por varios edificios independientes o concentrar toda la actividad en una única nave. Dentro de esta segunda opción, a su vez, es necesario definir la tipología estructural más adecuada para cubrir la superficie requerida de manera eficiente y segura.

2.1. Alternativas

Alternativa 1. Conjunto de varios edificios:

Consiste en distribuir las distintas áreas de la bodega en edificaciones independientes, diferenciando, por ejemplo, la zona de producción, la de almacenamiento, las oficinas o los espacios auxiliares. Esta alternativa permite especializar cada construcción según su uso, pero implica mayores costes de urbanización, instalaciones y circulación interna.

Alternativa 2. Nave única con dos cuerpos gemelos:

Plantea la construcción de una nave única pero dividida en dos cuerpos estructuralmente simétricos, lo que facilita alcanzar una gran superficie cubierta. El espacio diáfano resultante ofrece gran flexibilidad en la organización interior, aunque supone una mayor inversión en estructura y cerramientos.

Alternativa 3. Nave única con pilares internos:

Se basa en resolver la bodega con una nave principal de gran tamaño, apoyada en una retícula de pilares que permite cubrir la superficie sin recurrir a luces estructurales excesivas. Esta solución simplifica el cálculo estructural, reduce costes de construcción y facilita el montaje, aunque introduce condicionantes en la distribución interior de los espacios productivos.

2.2. Comparativa

Alternativa 1. Conjunto de varios edificios:

***Ventajas*:** Permite diferenciar físicamente las distintas áreas (producción, almacenamiento, oficinas, servicios), lo que favorece un control más preciso de las condiciones de cada espacio. Además, posibilita fases de construcción escalonada y una mejor integración arquitectónica en el entorno.

***Inconvenientes*:** Requiere mayor inversión inicial en urbanización, cimentación y cerramientos, así como más superficie de instalaciones y canalizaciones para conectar los edificios. Aumenta también la complejidad de la logística interna, con recorridos más largos para materiales y personal.

Alternativa 2. Nave única con dos cuerpos gemelos:

***Ventajas*:** Permite disponer de grandes superficies diáfanas, favoreciendo la flexibilidad de uso y facilitando la circulación de maquinaria y vehículos internos. Su configuración simétrica simplifica el diseño y permite una distribución ordenada de los procesos productivos.

***Inconvenientes*:** El coste estructural es mayor, ya que cubrir grandes luces exige soluciones constructivas más complejas y costosas. Además, su construcción conlleva un consumo superior de materiales y un incremento en los tiempos de ejecución.

Alternativa 3. Nave única con pilares internos:

***Ventajas*:** Se trata de la opción más eficiente desde el punto de vista económico y constructivo, ya que permite cubrir grandes superficies reduciendo el tamaño de las luces estructurales. Los pilares intermedios simplifican el diseño, abaratan costes y hacen más rápido el montaje de la nave. Esta solución resulta especialmente adecuada para una bodega de nueva planta con recursos limitados.

***Inconvenientes*:** La presencia de pilares en el interior condiciona la distribución de espacios y los flujos de trabajo, obligando a un diseño cuidadoso para evitar interferencias con la maquinaria y el almacenamiento.

2.3. Selección de la alternativa

Tras analizar las distintas alternativas de edificación, se observa que la opción de resolver la bodega mediante varios edificios independientes no resulta adecuada, ya que incrementa de manera significativa los costes de urbanización, instalaciones y cerramientos, además de generar recorridos internos más largos y una logística menos eficiente. Del mismo modo, la alternativa de una nave única con dos cuerpos gemelos ofrece un espacio diáfano atractivo, pero implica un aumento considerable de la inversión estructural y constructiva, lo que no se ajusta a la realidad económica de una bodega de nueva planta.

Por razones de viabilidad técnica, simplicidad y optimización económica, la solución más adecuada es la construcción de una nave única con pilares internos. Esta alternativa permite cubrir grandes superficies sin necesidad de recurrir a luces estructurales excesivas, reduce costes en materiales y ejecución, y facilita un montaje más rápido y seguro. Aunque la presencia de pilares condiciona en cierta medida la distribución interior, este inconveniente puede resolverse con un diseño funcional de los espacios productivos.

3. ESTRATEGIA DE COMERCIALIZACIÓN

La definición del mercado de destino es un aspecto estratégico fundamental, ya que condiciona tanto el posicionamiento del producto como la logística de distribución y el esfuerzo comercial requerido. En el caso de una bodega de nueva creación, con una producción limitada y sin un equipo propio de marketing o ventas, la comercialización se plantea a través de una empresa externa, lo que exige optar por un modelo que simplifique la gestión y reduzca riesgos.

3.1. Alternativas

Alternativa 1. Mercado nacional

Centrar la venta en el mercado español permite reducir costes logísticos, simplificar la distribución y aprovechar el reconocimiento de la D.O. Cava en el propio territorio. Esta opción facilita un mayor control del producto y una menor complejidad en trámites legales y aduaneros. Sin embargo, el mercado interno presenta una fuerte competencia, precios más ajustados y un consumo en descenso a largo plazo.

Alternativa 2. Mercado internacional

Orientar la mayor parte de la producción a la exportación permite acceder a mercados de mayor valor añadido, como Estados Unidos, Reino Unido o Bélgica, donde el cava Brut Nature y de largas crianzas tienen gran aceptación. Esta alternativa abre la puerta a precios superiores y mayor prestigio, pero implica una mayor dependencia de la empresa comercializadora, además de mayores exigencias en certificaciones, logística y estabilidad de suministro.

Alternativa 3. Mercado mixto

Combinar ventas nacionales e internacionales ofrece un equilibrio entre proximidad y diversificación. Permite mantener presencia en el mercado español, reforzando la identidad de la bodega, al tiempo que se accede a mercados exteriores con mayor potencial de crecimiento. No obstante, requiere una planificación más compleja y puede

suponer un sobreesfuerzo para una bodega de pequeña dimensión si no se cuenta con un socio comercial experimentado.

3.2. Comparativa

Alternativa 1. Mercado nacional

***Ventajas*:** Simplifica la distribución y reduce costes logísticos, al concentrar la venta en un territorio próximo y conocido. Facilita la relación directa con distribuidores y clientes, evitando trámites aduaneros y riesgos derivados de la exportación. El reconocimiento de la D.O. Cava en España también aporta un valor añadido en un mercado acostumbrado al producto.

***Inconvenientes*:** El consumo interno de vino y cava ha descendido en las últimas décadas y se mantiene en niveles relativamente bajos. Además, existe una fuerte competencia de grandes bodegas con precios muy ajustados, lo que dificulta la rentabilidad de un proyecto de pequeña escala sin un gran esfuerzo de diferenciación.

Alternativa 2. Mercado internacional

***Ventajas*:** Permite acceder a mercados con mayor dinamismo y valor añadido, donde los cavas ecológicos y de largas crianzas son más apreciados y alcanzan precios superiores. El posicionamiento en países como Estados Unidos, Reino Unido o Bélgica puede aportar prestigio a la marca y reforzar su competitividad frente a otros espumosos internacionales.

***Inconvenientes*:** Supone una mayor dependencia de la empresa distribuidora externa, ya que la bodega carece de recursos propios de marketing y red comercial. También implica costes logísticos más elevados y mayor complejidad en certificaciones, transporte y cumplimiento de normativas de exportación.

Alternativa 3. Mercado mixto

***Ventajas*:** Ofrece un equilibrio entre proximidad y diversificación, reduciendo la vulnerabilidad frente a crisis de consumo en uno u otro mercado. Mantener presencia nacional refuerza la identidad de la bodega, mientras que la exportación asegura acceso a

segmentos de mayor valor. Esta opción es especialmente adecuada para proyectos que buscan estabilidad a medio y largo plazo.

***Inconvenientes*:** Requiere una planificación más compleja y una mayor coordinación con la empresa comercializadora para gestionar al mismo tiempo los canales nacionales e internacionales. Para una bodega pequeña puede suponer un sobreesfuerzo logístico y organizativo si no se cuenta con un socio sólido que centralice las operaciones.

3.3. Selección de la alternativa

El análisis de las alternativas de comercialización muestra que ninguna opción aislada resulta plenamente satisfactoria para una bodega de nueva creación y pequeña dimensión como la proyectada. El mercado nacional, aunque cercano y sencillo de gestionar, presenta un consumo limitado y una elevada competencia de grandes grupos, lo que reduciría el margen de rentabilidad. Por otro lado, la apuesta exclusiva por la exportación permitiría acceder a mercados más dinámicos y de mayor valor añadido, pero supondría una fuerte dependencia de la empresa distribuidora y mayores exigencias en términos logísticos y normativos, lo que implica un riesgo elevado en la fase inicial del proyecto.

Por todo ello, la alternativa más adecuada es la opción mixta, combinando la presencia en el mercado nacional con la apertura a mercados internacionales estratégicos. Esta estrategia permite diversificar riesgos, mantener el arraigo en el territorio y, al mismo tiempo, acceder a segmentos de mayor valor en el exterior. La externalización de la comercialización a una empresa especializada simplifica la gestión y garantiza que la bodega pueda centrarse en la producción, asegurando un equilibrio entre sencillez operativa y proyección de futuro.

En consecuencia, la bodega orientará su producto hacia un modelo mixto de comercialización, apostando por un cava ecológico de calidad con presencia tanto en el mercado nacional como en destinos internacionales prioritarios, consolidando así la viabilidad económica del proyecto y su posicionamiento estratégico en un sector altamente competitivo.

ANEJO III: INGENIERÍA DEL PROCESO

TRABAJO FIN DE GRADO

Javier Martínez Ferrez

Curso académico 2024-2025

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRONÓMICA, ALIMENTARIA Y DE BIOSISTEMAS

ÍNDICE DE CONTENIDOS

0. INTRODUCCIÓN AL ANEJO III: INGENIERÍA DEL PROCESO 1
1. PLAN PRODUCTIVO 1
1.1. Materias primas de la elaboración del vino base 2
1.1.1. Racimos de uva 2
1.2. Materias auxiliares de la elaboración del vino base 3
1.2.1. Anhidro sulfuroso 3
1.2.2. Levadura de primera fermentación 4
1.2.3. Clarificantes 5
1.2.4. Correctores 5
1.2.5. Bitartrato de potasio 6
1.3. Subproductos y residuos de la elaboración del vino base 7
1.3.1. Destríos 7
1.3.2. Raspones 7
1.3.3. Orujos 7
1.3.4. Fangos 8
1.3.5. Residuos vínicos 8
1.4. Materias primas de la elaboración del cava 8
1.4.1. Vino base 8
1.5. Materias auxiliares de la elaboración del cava 9
1.5.1. Azúcar 9
1.5.2. Levadura de segunda fermentación 9
..... 10
1.5.3 Clarificantes 10
1.5.4. Sustancias nutritivas 11
1.5.5 Elementos de envasado 12
1.6 Subproductos y residuos de la elaboración del cava 16
1.6.1. Lías y residuos vínicos 16
1.6.2. Elementos de envasado 16
2. PROCESO PRODUCTIVO 16
2.1. Etapas del proceso productivo del vino base 20

2.1.1. Vendimia 20
2.1.2. Transporte 20
2.1.1. Recepción en bodega 21
2.1.2. Análisis, control y caracterización 21
2.1.3. Refrigeración de la vendimia 22
2.1.4. Selección 22
2.1.5. Despalillado 22
2.1.6. Estrujado y prensado 23
3.1.7. Sulfitado y desfangado 23
3.1.8. Trasegado y análisis 24
2.1.8. Inoculado de levadura y corrección de valores 24
2.1.9. Fermentación del vino base 25
2.1.10. Clarificado 26
2.1.11. Filtración desbastadora 26
2.1.12. Estabilización tartárica 26
2.1.13. Filtración abrillantadora 27
2.1.14. Filtración por membrana 28
2.1.15. Ensamblaje y análisis 28
2.2. Etapas del proceso productivo del cava 29
2.2.1. Obtención del licor de tiraje 29
2.2.2. Embotellado 30
2.2.3. Rima, segunda fermentación y crianza sobre lías 30
2.2.4. Removido y puesta en punta 31
2.2.5. Separación por lotes 32
2.2.5. Degüelle 32
2.2.6. Incorporación del licor de expedición y taponado 33
2.2.7. Vestido de la botella y encajado 33
2.3. Balance del proceso productivo 34
2.4. Implementación del proceso productivo 32
2.4.1. Maquinaria 32
2.4.1.6. Despalilladora 39
2.4.2. Higiene y limpieza 74
2.4.3. Mano de obra. 77
3. PROGRAMA PRODUCTIVO 80
3.1. Cantidades de materias primas y auxilares 80

3.2. Cantidad de subproductos y residuos producidos. 82
3.3. Cronograma de las actividades 83

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Racimos de uva Pinot Noir 2
Figura 2: Bisulfito de potasio en solución acuosa 3
Figura 3: Levadura seca activa LALVIN W15 4
Figura 4: Clarificante de bentionita y proteína vegetal PRONATURALIS PG L 5
Figura 5: Correctores de acidez: Ácido tartárico, málico, láctico y cítrico 6
Figura 6: Bitartrato de potasio de origen natural 7
Figura 7: Azúcar de caña blanco ecológico 9
Figura 8: Levadura seca activa LALVIN EC 1118 10
Figura 9: Clarificante a base de bentonita y alginato - CLEANSPARK® LIQUIDE.... 11
Figura 10: Tiamina/Vitamina B1 11
Figura 11: Fosfato diamónico 12
Figura 12: Botella de cava transparente 13
Figura 13: Tapón obturador 13
Figura 14: Tapón corona de hojalata 14
Figura 15: Tapón de corcho 14
Figura 16: Bozal 14
Figura 17: Cápsula 15
Figura 18: Diseño de botella, etiquetas y caja 15
Figura 19: Elaboración del vino base 18
Figura 20: Elaboración del vino espumoso 19
Figura 21: Balance de materia 1 35
Figura 22: Balance de materia 2 35
Figura 23: Balance de materia 3 2
Figura 24: Balance de materia 4 2
Figura 25: Balance de materia 5 31
Figura 26: Balance de materia 6 31
Figura 27: Balance de materia 7 32
Figura 28: Caja de fruta 600x397x180mm - 36l, plástico HDPE 33
Figura 29: Remolque de 1 eje modelo H-8G de rueda gemela de 7000 kg..... 34
Figura 30: Báscula de suelo Xtrem Speed 10 toneladas..... 36
Figura 31: Refractómetro
Figura 32: pH-metro de bolsillo
Figura 33: Densímetro
Figura 34: Termómetro químico
Figura 35: Acidómetro 37
Figura 36: Kit de medición de SO2
Figura 37: Kit de material de laboratorio 38

Figura 38: Sistema volteador de cajas plásticas de vendimia con mesa de selección 38
Figura 39: Despalilladora H400 39
Figura 40: Contenedor de plástico ACE 1000 40
Figura 41: Bomba de tornillo excéntrico móvil con ruedas phm 400 41
Figura 42: Prensa neumática de tambor abierto PPA45 43
Figura 43: Bomba peristáltica de trasiego Termofriger PRST120 45
Figura 44: Bomba dosificadora TEKNA TPG
Figura 45: Tanque almacenado SO2 46
Figura 46: Depósito de fermentación y almacenamiento de fondo cónico, patas y boca autovaciante (DFAFCPBA) 49
Figura 47: Depósito de fermentación y almacenamiento con fondo plano inclinado y patas (DFAFPICP) 50
Figura 48: Representación del flujo de mosto por los tanques durante el desfangado ... 52
Figura 49: Depósito isotérmico para estabilización con fondo cónico y patas (DIEFCP) 53
Figura 50: Representación del flujo de vino por los tanques durante el acondicionamiento 54
Figura 51: Esquema del uso de tanques en el ensamblaje 55
Figura 52: Filtro de placas CL30 Modelo Cristalinox 56
Figura 53: Placas filtrantes consumibles de desbaste, abrillantado y esterilizado 57
Figura 54: Esquema de sistema de inertización 58
Figura 55: Regulador de presión
Figura 56: Botella de Nitrógeno 58
Figura 57: Enjuagadora de botellas semiautomática PT1-10 61
Figura 58: Llenadora semiautomática T/6GEH+FZ30 62
Figura 59: Taponadora neumática de tapón corona 63
Figura 60: Jaulón metálico 64
Figura 61: Pupitre de madera 66
Figura 62: Congelador de cuellos de botella PG 67
Figura 63: Monobloc semiautomático para desgorgado, dosificación y nivelado Atlas M 68
Figura 64: Taponadora Bozaladora semiautomática tipo BM 900 70
Figura 65: Monobloc automático de capsulado y etiquetado autoadhesivo T/2 71
Figura 66: Tabla resumen de equipos y maquinaria 73
Figura 67: Calentador de agua y sistema CIP 75
Figura 68: Hidrolimpiadora móvil 76
Figura 69: cronograma del proceso productivo completo 83
Figura 70: cronograma de la recepción en vendimia 85
Figura 71: cronograma de la obtención del mosto 86
Figura 72: cronograma del acondicionamiento del vino 87
Figura 73: cronograma del primer embotellado 88

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Características del vino base 9
Tabla 2: Leyenda del diagrama de flujo 17
Tabla 3: Resumen de temperaturas de operaciones con necesidad de frío..... 32
Tabla 4: Necesidades fijas de mano de obra 79
Tabla 5: Necesidades temporales de mano de obra..... 79
Tabla 6: Tabla resumen de equipos de materias primas en la obtención del vino base . 81
Tabla 7: Tabla resumen de equipos de materias primas en la obtención del vino espumoso 81
Tabla 8: Tabla resumen de materias primas en el embotellado..... 81
Tabla 9: Tabla resumen de residuos y subproductos del procesado..... 82

0. INTRODUCCIÓN AL ANEJO III: INGENIERÍA DEL PROCESO

En la ingeniería del proceso se realiza un estudio a nivel de detalle de todas necesidades, operaciones y tiempos requeridos para la elaboración del producto del proyecto. Dicho estudio incluye los cálculos y especificaciones de las necesidades junto a su satisfacción, el procedimiento adecuado de las operaciones y la evolución temporal de las mismas. El fin último de este anejo es garantizar la eficiencia y eficacia del proceso mediante la búsqueda de la solución óptima, homogeneizando y estandarizando dicho proceso y, finalmente, sirviendo tanto de guía operativa como de soporte para la toma de decisiones camino a la mejora continua.

En el proyecto presente, el proceso que se estudiará es el de elaboración de un vino espumoso por el método tradicional o *champenoise*. Este proceso cuenta con dos subprocesos diferenciadas como son la obtención del vino base y la elaboración del espumoso. Estas operaciones podrían realizarse en explotaciones diferentes, aunque es común su realización en conjunto en el mismo centro de producción, siendo siempre así en los productos de máxima calidad como el formulado en este proyecto.

Como ya se ha mencionado anteriormente en el Anejo I de Análisis y Diagnóstico de la Situación de Partida, son varias las normativas a las que ha de acogerse esta elaboración. A interés de esta parte del proyecto, los más relevantes serán los que buscan garantizar estándares estrictos de calidad y sostenibilidad, ofreciendo un producto que cumple con altos criterios en cuanto a metodología en la elaboración y calidad del producto, respeto al medio ambiente y seguridad alimentaria.

1. PLAN PRODUCTIVO

Para la producción de vino espumoso es necesaria una gran cantidad de materias. Por ello, serán clasificadas según sean materias primas, auxiliares, residuos o subproductos y según formen parte del proceso de elaboración del vino base o del espumoso. Aunque algunas materias se repitan, sus usos, especificaciones o cantidades pueden ser distintas según la operación o el momento de uso.

Las materias primas son aquellos insumos básicos y esenciales que se obtienen directamente de la naturaleza y que se transforman durante el proceso productivo para generar el producto final. Las materias auxiliares son sustancias, insumos o recursos cuya finalidad es facilitar, controlar o mejorar los procesos de transformación de la materia prima. Finalmente, los

materiales o fracciones que se generan como consecuencia del proceso de transformación y que no forman parte del producto final serán considerados como residuos o subproductos. En caso de tener valor sin necesidad de ser transformados serán considerados subproductos y, en caso de necesitar un proceso de valorización, serán considerados residuos.

Las materias que se obtengan de casas comerciales serán indicadas, adjuntando además un enlace al producto o a su ficha técnica en el pie de foto de la materia correspondiente.

1.1. Materias primas de la elaboración del vino base

1.1.1. Racimos de uva

La materia prima de la elaboración del proyecto serán los racimos de uva variedad *Pinot Noir*. Esta variedad, autorizada por el Consejo Regulador de la D.O. Cava, se empleará para la obtención de un espumoso blanco monovarietal. Al acogerse a dicha denominación y en la búsqueda de la máxima calidad se buscará un proveedor cuyo cultivo cumpla las características pertinentes. Además, debe acogerse a la normativa pertinente al cultivo ecológico de vid.

Figura 1: Racimos de uva Pinot Noir



Fuente:(Viners)

En el contexto de la D.O. Cava, la *Pinot Noir* fue autorizada en 1998 para la elaboración de cavas rosados y, desde 2007, también se permite su uso en cavas blancos, conocidos como "Blanc de Noir". La elección de dicha variedad responde a criterios enológicos y tecnológicos de primer orden, vinculados a la producción de espumosos de alta calidad. Esta variedad se caracteriza por su elevado contenido en ácidos málico y tartárico, su concentración equilibrada de azúcares fermentables y su riqueza en compuestos aromáticos precursores, especialmente ésteres y terpenos, los cuales permiten obtener vinos base con acidez marcada, estructura media y un perfil organoléptico complejo, características adecuadas para soportar una segunda fermentación en botella y un periodo prolongado de crianza sobre lías.

El cultivo de la uva se realiza bajo los requisitos de la normativa de producción ecológica (Reglamento (UE) 2018/848), garantizando la ausencia de productos fitosanitarios de síntesis, la gestión sostenible de la fertilidad del suelo, el mantenimiento de la biodiversidad y el respeto por los ciclos naturales del viñedo. Estos requisitos son condición indispensable para la obtención de un cava certificado como ecológico, distinción que responde a una demanda creciente en el mercado y a las estrategias de diferenciación del producto.

1.2. Materias auxiliares de la elaboración del vino base

1.2.1. Anhidro sulfuroso

El dióxido de azufre (SO_2) es un compuesto químico ampliamente utilizado en la enología por sus múltiples propiedades que contribuyen a la calidad y conservación del vino. Actúa como antioxidante al reaccionar con el oxígeno disuelto, lo que ayuda a prevenir la oxidación de compuestos sensibles en el vino, preservando así su color y aroma. Además, posee una función antioxidásica, ya que inhibe la acción de enzimas oxidativas como la polifenol oxidasa, responsables del pardeamiento del vino. También desempeña un papel antimicrobiano al prevenir el desarrollo de microorganismos no deseados, como ciertas bacterias y levaduras, asegurando la estabilidad microbiológica del vino. En el contexto de la producción ecológica, la normativa europea establece límites más estrictos para el contenido de SO_2 en comparación con la vinificación convencional.

Figura 2: Bisulfito de potasio en solución acuosa



Fuente: (Lamothe-Abiet)

La utilización de una solución acuosa neutralizada de dióxido de azufre puro, como la seleccionada facilitará la operación de sulfatado puesto que, al tratarse de una solución concentrada y valorada, permite una adición exacta de SO_2 al mosto o vino, facilitando el

control de las concentraciones finales y asegurando el cumplimiento de los límites establecidos por la normativa. Además, es compatible con las regulaciones de la producción ecológica, cumpliendo con los requisitos establecidos, lo que permite su uso en la elaboración de vinos ecológicos certificados. Finalmente, al ser inodora, mejora las condiciones de seguridad y comodidad durante su manipulación en bodega

1.2.2. Levadura de primera fermentación

Para la elaboración del vino base la selección de la levadura es fundamental para garantizar una fermentación eficiente y obtener las características organolépticas deseadas. Dado que se emplea la variedad de uva tinta *Pinot Noir* en una elaboración tipo "Blanc de Noirs", es esencial elegir una levadura que preserve la frescura y el perfil aromático propio del vino blanco.

Figura 3: Levadura seca activa LALVIN W15



Fuente: (LALLEMAND)

La levadura seca activa seleccionada, cuya cepa es *Saccharomyces cerevisiae var. cerevisiae* es conocida por su capacidad para fermentar a temperaturas moderadas, produciendo niveles elevados de glicerol y ácido succínico, lo que contribuye a una sensación en boca más equilibrada y estructurada. Además, genera poco calor durante la fermentación, facilitando el control térmico y reduciendo el riesgo de formación de compuestos indeseados como el sulfuro de hidrógeno. Estas características son especialmente beneficiosas para la fermentación de mostos de *Pinot Noir* destinados a vinos blancos, donde la preservación de aromas frutales y la frescura son primordiales.

1.2.3. Clarificantes

La clarificación del vino base es esencial para eliminar partículas en suspensión y proteínas que podrían afectar negativamente la estabilidad y transparencia del producto final. Tradicionalmente, se han utilizado agentes clarificantes de origen animal o sintéticos. Sin embargo, en el contexto de la producción ecológica y para satisfacer las preferencias de consumidores que buscan productos veganos, es necesario emplear clarificantes de origen vegetal.

Figura 4: Clarificante de bentionita y proteína vegetal PRONATURALIS PG L



Fuente: (VINQUALIS)

El clarificante de bentionita y proteína vegetal expuesto ha sido seleccionado para la clarificación del vino base debido a su formulación equilibrada y eficaz. Este agente clarificante combina la capacidad adsorbente de la bentonita, que retira de manera eficiente proteínas e impurezas coloidales, con la acción coagulante de la proteína vegetal procedente de la patata, la cual favorece la floculación y sedimentación de partículas residuales. Esta sinergia permite obtener un vino base limpio y estable sin perder los compuestos aromáticos deseados, asegurando la continuidad y calidad del producto final producción ecológica. Finalmente, su presentación líquida permite una dosificación precisa y una fácil incorporación al proceso, optimizando la operatividad en bodega.

1.2.4. Correctores

En la producción de vino base para la elaboración de cava es esencial mantener una acidez adecuada para garantizar la frescura, estabilidad y longevidad del producto final. La acidez influye directamente en el equilibrio organoléptico del vino, resaltando sus aromas y contribuyendo a su estructura. Sin embargo, factores como la maduración de la uva y las condiciones climáticas pueden provocar niveles de acidez subóptimos en el mosto.

Figura 5: Correctores de acidez: Ácido tartárico, málico, láctico y cítrico



Fuente:(Az3oeno)

Para corregir estas desviaciones, se emplearán correctores de acidez permitidos en la enología ecológica. El ácido tartárico es el principal acidificante autorizado, utilizado para aumentar la acidez total del mosto o vino. Su adición está regulada, permitiéndose hasta un máximo de 1,5 g/L en mosto y 2,5 g/L en vino, según la normativa vigente. Este ácido, naturalmente presente en la uva, mejora la estabilidad y el perfil sensorial del vino base. También lo estarán el ácido málico, también típico de la uva, el láctico y el cítrico, empleándose a demanda.

1.2.5. Bitartrato de potasio

Para acelerar la estabilización tartárica y garantizar que el vino base permanezca límpido y sin precipitados durante su vida en botella se utilizará bitartrato potásico. Mediante la inducción de la cristalización del bitartrato de potasio antes del embotellado se evita la aparición posterior de sedimentos que, aun siendo inocuos, generan rechazo en el consumidor y complican la presentación comercial. Al trabajar en el ámbito de la producción ecológica, se hace necesaria una solución que cumpla las exigencias del reglamento europeo y que, al mismo tiempo, reduzca los tiempos de frío y el consumo energético de la bodega.

Figura 6: Bitartrato de potasio de origen natural



Fuente: (Lamonthe-Abiet)

Para tal fin se selecciona un bitartrato de potasio de origen exclusivamente vínico, obtenido a partir de subproductos del propio proceso de vinificación y sometido a una micronización controlada que asegura una pureza superior al 99 %. Su granulometría fina facilita la siembra a dosis.

1.3. Subproductos y residuos de la elaboración del vino base

1.3.1. Destríos

Durante la selección manual de la uva para la elaboración del vino base, se identifican y separan los destríos, que comprenden uvas en mal estado, hojas, sarmientos y otros materiales no aptos para la vinificación. Estos elementos se descartan para asegurar que solo los racimos de uva de calidad óptima sean procesadas, garantizando así la excelencia del producto final.

1.3.2. Raspones

El raspón es la estructura leñosa del racimo que sostiene las bayas de uva. Durante la vinificación, se separan mediante el despalillado para evitar la transferencia de compuestos herbáceos y astringentes al mosto.

1.3.3. Orujos

El orujo constituye el principal subproducto sólido generado. Este residuo está compuesto por los hollejos, semillas y restos de pulpa que quedan tras la extracción del mosto en el prensado de las uvas.

1.3.4. Fangos

Son sedimentos que se obtienen principalmente tras el proceso de desfangado del mosto, estando compuestos fundamentalmente por residuos vegetales, proteínas insolubilizadas y otras sustancias coloidales precipitadas.

1.3.5. Residuos vínicos

Serán las impurezas del vino retenidas en los filtros en el acondicionamiento, fruto de la clarificación y estabilización tartárica.

1.4. Materias primas de la elaboración del cava

1.4.1. Vino base

Será producto de la elaboración del vino base, pero actuará como materia prima en la producción del cava. El vino base blanco destinado a la elaboración de cava debe cumplir con características específicas que aseguren la calidad y tipicidad del producto final. Este vino tranquilo, obtenido tras la primera fermentación, presenta un contenido alcohólico entre 9,5% y 11,5% en volumen. La acidez del vino base es un factor determinante, ya que influye en la frescura y capacidad de envejecimiento del cava. Un nivel adecuado de acidez garantiza una segunda fermentación óptima y la formación de burbujas finas y persistentes.

Además, el vino base debe ser limpio y sin defectos, con un perfil aromático ligeramente afrutado, permitiendo que las características organolépticas se desarrollen plenamente durante la segunda fermentación y crianza en botella. Estas cualidades son esenciales para obtener un cava de alta calidad que cumpla con los estándares de la Denominación de Origen Protegida Cava.

Tabla 1: Características del vino base

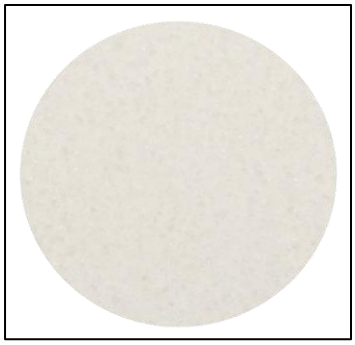
Graduación alcohólica	**Acidez total mínima (en ácido tartárico)**	**Extracto seco no reductor**	**Acidez volátil real (en ácido acético)**	**Anhidro sulfuroso total**	**Cenizas**	**pH**
9,5-11,5 (%V)	5,5 (g/L)	13-22 (g/L)	<0,60 (g/L)	<140 (mg/	0,7-2 (g/L	2,8-3,3

1.5. Materias auxiliares de la elaboración del cava

1.5.1. Azúcar

Será vital para la segunda fermentación, responsable de la producción de CO_2 y, por ende, del gas del vino espumoso. La cantidad de azúcar a añadir al vino base dependerá de la presión a alcanzar, por cada 4 gramos azúcar añadidos por litro de vino base se aumenta la presión en 1 atmósfera.

Figura 7: Azúcar de caña blanco ecológico



Fuente: (Vehgro)

De especial relevancia es que el azúcar, al igual que el seleccionado, sea de producción ecológica.

1.5.2. Levadura de segunda fermentación

En la elaboración de espumosos mediante el método tradicional, la segunda fermentación en botella es esencial para desarrollar las características organolépticas y la efervescencia distintiva de este vino espumoso. Para ello, se utiliza una levadura específica que debe cumplir con ciertos criterios como la tolerancia al alcohol y a la presión ya que debe ser capaz de crecer

eficazmente en un ambiente con niveles moderados de alcohol (producidos en la primera fermentación) y soportar la presión generada por el CO_2 durante la fermentación en botella. También debe colaborar en la liberación y producción de aromas deseados contribuyendo así al perfil aromático del cava, aportando notas afrutadas y florales que enriquecen su complejidad sensorial. Finalmente debe presentar una buena sedimentación y fácil eliminación al completar la fermentación, formando sedimentos compactos que faciliten su posterior eliminación durante el proceso de degüelle.

Figura 8: Levadura seca activa LALVIN EC 1118



Fuente: (LALLEMAND)

La levadura seca activa expuesta contiene el microorganismo *Saccharomyces cerevisiae var. Bayanus,* el cual cumple las características expuestas anteriormente, realizará una buena fermentación al soportar un amplio rango de pH, producir elevadas cantidades de CO_2 y ser indicado para vinos espumosos.

1.5.3 Clarificantes

Para la producción del espumoso será necesario volver a clarificar el vino, esta vez en botella. Para ello se optará por la bentonita y el alginato como coadyuvantes de la clarificación. La bentonita es una arcilla de origen natural ampliamente utilizada en enología por su capacidad para absorber proteínas y otras impurezas, facilitando su eliminación y mejorando la estabilidad proteica del vino. El alginato, derivado de algas marinas, actúa como agente floculante, promoviendo la agregación y sedimentación de partículas finas.

Figura 9: Clarificante a base de bentonita y alginato - CLEANSPARK® LIQUIDE



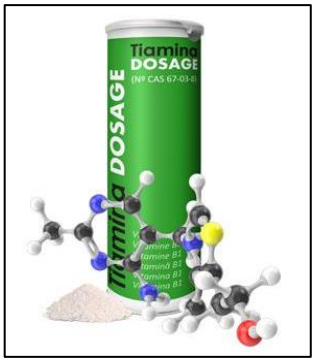
Fuente: (LAFFORT)

El producto seleccionado ofrece varias ventajas como la eficiencia en la clarificación al combinar las propiedades de ambos coadyuvantes, la facilidad de uso al presentarse en forma líquida siendo fácil de dosificar y mezclar o la compatibilidad con procesos ecológicos, puesto que al estar compuesto por ingredientes naturales, es adecuado para su uso en la producción ecológica, alineándose con las normativas y certificaciones correspondientes.

1.5.4. Sustancias nutritivas

En el proceso de fermentación del vino, las levaduras requieren nutrientes específicos para desarrollarse y llevar a cabo la conversión de azúcares en alcohol de manera eficiente. Entre estos nutrientes esenciales se encuentran la tiamina (vitamina B1) y el fosfato diamónico (DAP). Tras la primera fermentación o fermentación del vino base, se consume la mayoría de estos compuestos, quedando un vino pobre en nutrientes en el cual la segunda fermentación no se llevará a cabo adecuadamente. Por ello, es necesario suplementar el vino con ellos.

Figura 10: Tiamina/Vitamina B1



Fuente:(Agrovin)

La tiamina es una vitamina hidrosoluble que actúa como coenzima en el metabolismo de los hidratos de carbono, facilitando la descarboxilación de ácidos alfa-ceto durante la fermentación. La adición de tiamina al mosto puede promover un inicio rápido y vigoroso de la fermentación, reducir el riesgo de fermentaciones lentas o detenidas y mejorar la eficiencia en la conversión de azúcares en alcohol.

Figura 11: Fosfato diamónico



Fuente: (Lamonthe-Abiet)

El fosfato diamónico es una sal inorgánica que proporciona nitrógeno y fósforo, elementos clave para el crecimiento y actividad de las levaduras. Su adición al mosto puede satisfacer las necesidades nitrogenadas de las levaduras, especialmente en mostos con deficiencia de nitrógeno, favorecer una fermentación completa y uniforme y reducir la producción de compuestos indeseados, como el sulfuro de hidrógeno, que pueden afectar negativamente el aroma del vino.

Es fundamental controlar la cantidad de fosfato diamónico añadido, ya que un exceso puede provocar un crecimiento excesivo de levaduras y alterar el equilibrio del vino.

La combinación adecuada de tiamina y fosfato diamónico en el mosto contribuye a optimizar el proceso fermentativo, asegurando la calidad y estabilidad del vino resultante. Deberán ser dosificados acorde a las limitaciones de producción ecológica.

1.5.5 Elementos de envasado

Para el embotellado, conservado, comercializado y presentación del producto es esencial que este sea envasado correctamente. Por ello se debe asegurar la protección del producto frente a factores externos mediante el envasado con materiales inertes que además faciliten su

transporte y uso y sean llamativos y descriptivos de cara al consumidor. Serán entonces necesarios los siguientes elementos:

Una botella diseñada para resistir la presión interna generada durante la segunda fermentación en botella, esta botella de vidrio transparente permite apreciar la limpidez y el color del cava haciéndolo más llamativo. Su forma y grosor están optimizados para garantizar la seguridad durante el proceso de fermentación, almacenamiento y transporte.

Figura 12: Botella de cava transparente



Fuente: (Mondelcava)

Un tapón obturador confeccionado en polietileno que será insertado en el cuello de la botella antes de colocar el tapón corona. Su función principal es contener la presión en el cierre de la botella.

Figura 13: Tapón obturador



Fuente: (Mondelcava)

Un tapón corona encargado del sellado hermético de la botella durante la segunda fermentación. Fabricado en hojalata, ofrece resistencia a la corrosión y asegura la integridad del cierre hasta el momento del degüelle.

Figura 14: Tapón corona de hojalata



Fuente: (Mondelcava)

Un tapón de corcho que será utilizado después del degüelle para taponar la botella en su presentación final. El tapón de corcho debe ser de gran calidad, en consonancia con la calidad del resto del producto.

Figura 15: Tapón de corcho



Fuente: (Mondelcava)

Un bozal, alambre metálico que se colocará sobre el tapón de corcho para asegurar su posición y prevenir su expulsión debido a la presión interna de la botella. Es esencial para mantener la seguridad y la calidad del producto final.

Figura 16: Bozal



Fuente: (Mondelcava)

Una cápsula decorativa cubre el cuello de la botella y el bozal, proporcionando una presentación estética atractiva y protegiendo el cierre de posibles contaminaciones externas.

Figura 17: Cápsula



Fuente: (Vyhonline)

Las etiquetas desempeñan un papel fundamental en la comunicación de la identidad del vino. Además de proporcionar información técnica y legal, como el contenido alcohólico, la variedad de uva y la denominación de origen. La personalización de las etiquetas, tanto en diseño como en formato, contribuye a la diferenciación en el mercado y al fortalecimiento de la marca.

Para la presentación y transporte del cava, se utilizará una caja de cartón reciclado con tapa y cuerda, que combina funcionalidad y estética. Su diseño resistente protege la botella durante el transporte, mientras que su apariencia elegante la convierte en una opción ideal para regalos y presentaciones especiales. La posibilidad de personalizar la caja con etiquetas y otros elementos decorativos permite adaptarla a diferentes ocasiones y reforzar la imagen de marca.

Figura 18: Diseño de botella, etiquetas y caja



Fuente: Elaboración propia mediante herramientas de IA

1.6 Subproductos y residuos de la elaboración del cava

1.6.1. Lías y residuos vínicos

Producto de el degüelle del espumoso tras su crianza serán los residuos sólidos que se depositan en el fondo de los recipientes de la botella tras la segunda fermentación, principalmente serán partículas de la clarificación y levaduras.

1.6.2. Elementos de envasado

Al abrir las botellas en el degüelle se quitan los obturadores y tapones corona que quedan inservibles para su reutilización por lo que han de ser desechados.

2. PROCESO PRODUCTIVO

Para la elaboración del vino espumoso expuesto en el proyecto será necesario llevar a cabo un gran número de operaciones que deberán tener bien definidos procedimientos, materias y cantidades necesarias, maquinaria para su realización y condiciones. A continuación, se expone el diagrama del proceso (con su respectiva leyenda) dividido en dos etapas; la producción del vino base y la producción final del vino espumoso.

Tabla 2: Leyenda del diagrama de flujo

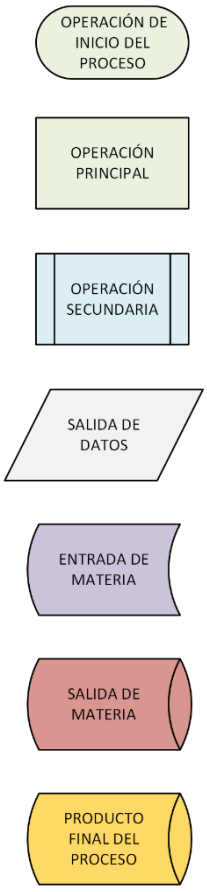
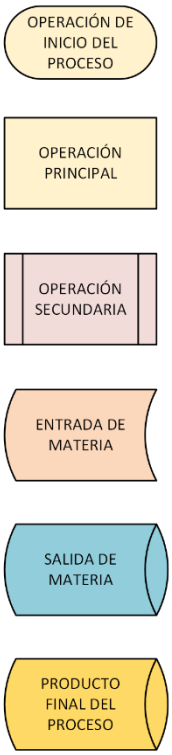
LEYENDA DE FIGURAS	
ETAPA 1: OBTENCIÓN DEL VINO BASE	ETAPA 2: OBTENCIÓN DEL CAVA
	

Figura 19: Elaboración del vino base

➢ **DIAGRAMA DE LA ELABORACIÓN DEL VINO BASE:**

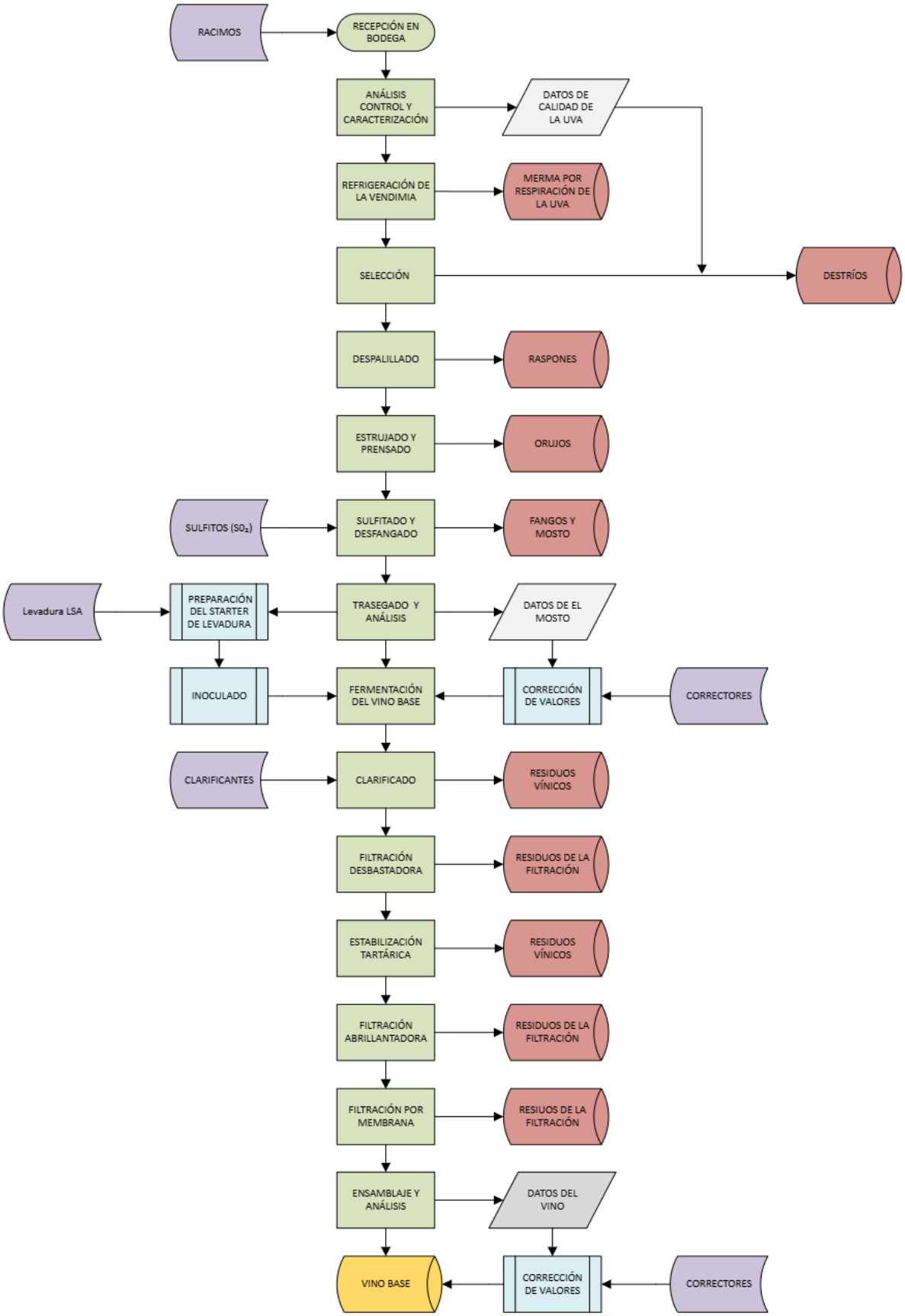
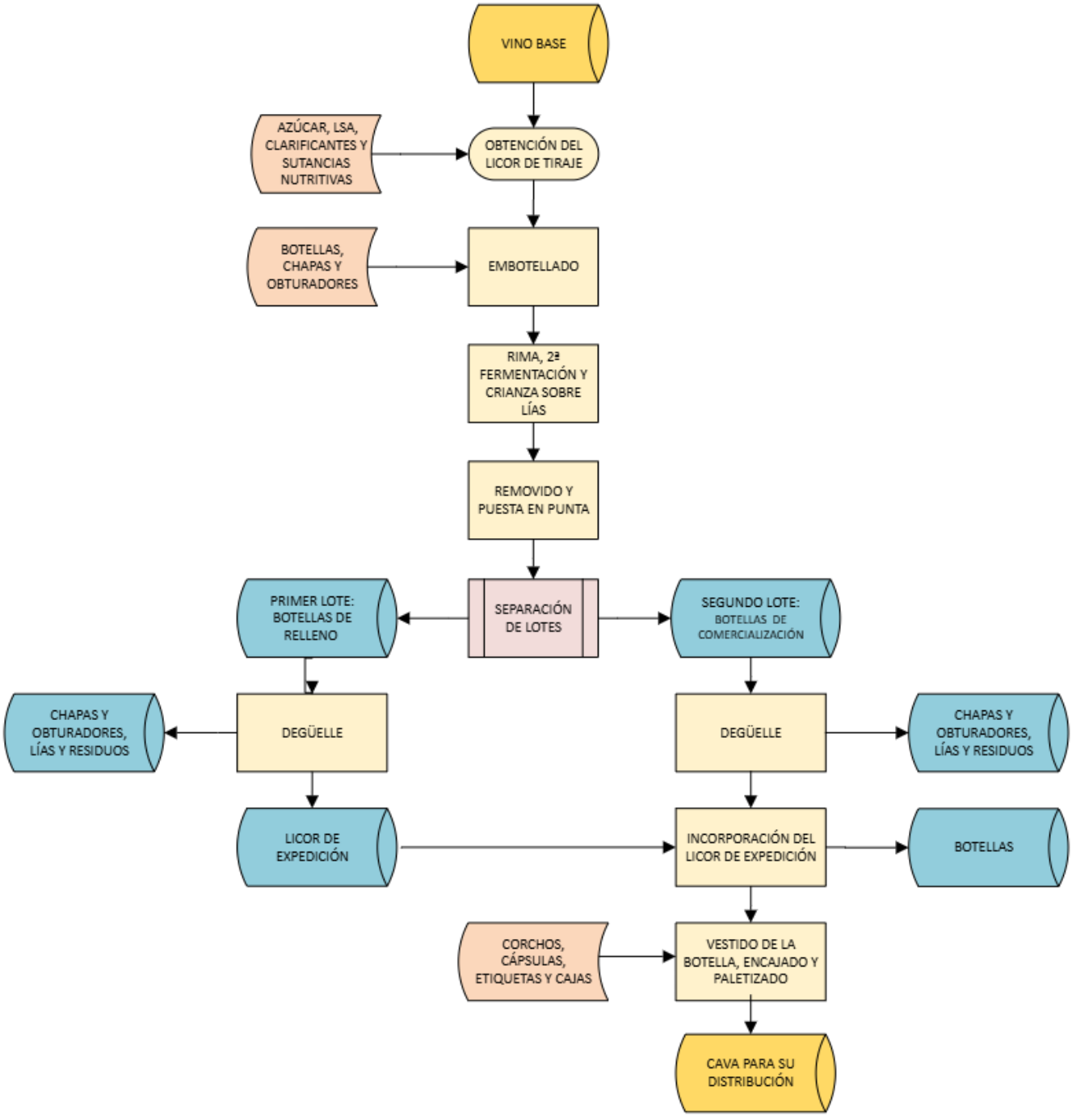


Figura 20: Elaboración del vino espumoso

➢ **DIAGRAMA DE LA ELABORACIÓN DEL VINO ESPUMOSO:**



2.1. Etapas del proceso productivo del vino base

2.1.1. Vendimia

La vendimia destinada a la elaboración de vino base blanco para cava de la máxima calidad, especialmente cuando se emplea la variedad Pinot Noir en cultivo ecológico, requiere una atención meticulosa para garantizar la máxima calidad del producto final.

La calidad de la uva es determinante en la calidad del vino, y por ello, la vendimia debe realizarse en el momento óptimo de maduración, cuando se alcanza un equilibrio adecuado entre azúcares, acidez y compuestos fenólicos. Este equilibrio es esencial para obtener un vino base con las características deseadas para la producción de cava.

La recolección manual y selectiva es fundamental en este proceso. Permite seleccionar únicamente los racimos que presentan un estado sanitario impecable y una maduración homogénea, evitando la inclusión de uvas dañadas o inmaduras que podrían afectar negativamente al perfil organoléptico del vino. Además, la vendimia manual minimiza el daño mecánico a las uvas, reduciendo la oxidación y la proliferación de microorganismos indeseables.

Para la producción de vinos base destinados a espumosos destaca la importancia de una cosecha temprana. Una cosecha anticipada permite obtener mostos con una acidez elevada y un contenido alcohólico moderado, características ideales para soportar la segunda fermentación en botella y garantizar la frescura y vivacidad del cava.

En resumen, la vendimia manual y selectiva de uvas Pinot Noir cultivadas ecológicamente es una etapa crítica en la elaboración de vino base blanco para cava. Requiere una planificación precisa y una ejecución cuidadosa para asegurar que las uvas lleguen a la bodega en condiciones óptimas, preservando su calidad y contribuyendo al perfil distintivo y de alta calidad del cava final.

2.1.2. Transporte

El tiempo y las condiciones de transporte son factores críticos que pueden influir en la calidad del mosto y, por ende, del vino final. Un transporte inadecuado puede provocar la ruptura de las bayas, liberación de mosto y el inicio de fermentaciones no deseadas, así como oxidaciones que deterioran los precursores aromáticos.

Para minimizar estos riesgos, se utilizan cajas plásticas apilables de capacidad limitada, que permiten una buena aireación y evitan la compresión de las uvas situadas en las capas inferiores. Estas cajas deben ser transportadas en remolques o camiones equipados con sistemas de protección contra la luz solar directa y las altas temperaturas, especialmente en climas cálidos. Además, es aconsejable realizar la vendimia en las horas más frescas del día y reducir al mínimo el tiempo entre la recolección y la llegada a la bodega.

Será vital mantener la uva a baja temperatura durante el transporte para preservar los compuestos aromáticos. En este sentido, el uso de cajas perforadas que permitan la ventilación y la colocación de lonas ligeras o redes de sombreo sobre los contenedores para filtrar la radiación solar directa sin atrapar calor en exceso serán clave.

Por todo esto, el transporte de las uvas será una etapa crucial en la elaboración del vino. Una gestión adecuada de esta fase garantiza la preservación de la calidad de la uva, asegurando que llegue a la bodega en las mejores condiciones para su posterior vinificación.

2.1.1. Recepción en bodega

Al igual que la recogida y el transporte, la descarga debe realizarse de manera cuidadosa para evitar la ruptura de las bayas, lo que podría provocar oxidaciones y fermentaciones indeseadas. Los remolques serán pesados para conocer la cantidad de racimos que entran en bodega y se descargarán las cajas, que irán a la cámara frigorífica. Al igual que en las etapas anteriores, al transportar la carga en cajas se mantendrá la integridad de la uva.

2.1.2. Análisis, control y caracterización

Una vez recepcionada la uva en la bodega, se procede a su análisis, control y caracterización para determinar su idoneidad en la elaboración de vino base blanco para cava. Destaca la importancia de evaluar parámetros como el contenido de azúcares, acidez total, pH y estado sanitario de la uva. Estos análisis permiten al enólogo tomar decisiones informadas sobre el proceso de vinificación, asegurando la calidad del producto final.

Estos controles permiten identificar y corregir desviaciones en el proceso de vinificación, asegurando que el vino base blanco para cava posea las cualidades necesarias para producir un espumoso de alta calidad

2.1.3. Refrigeración de la vendimia

Tras la recepción y caracterización de la uva se procede a su refrigeración inmediata, etapa crítica para preservar la calidad de la uva y por consiguiente, del futuro mosto y vino. Mantener la uva a baja temperatura antes del prensado es especialmente relevamte para inhibir la actividad enzimática y microbiana que podría comprometer los compuestos aromáticos y la frescura del vino. Este enfriamiento previo también facilita la posterior clarificación del mosto al mantener la temperatura durante el procesado y no tener que reducirla tanto en dicha etapa, mejorando su limpidez y estabilidad.

También será esencial para evitar oxidaciones y fermentaciones indeseadas que pueden ocurrir si la uva se daña y se procesa a temperaturas elevadas.

Por todo ello, se empleará una cámara frigorífica diseñada en el anejo IV: Instalación de frío. La uva pasará 24 horas en la cámara y será procesada la mañana siguiente a su recepción.

2.1.4. Selección

Tras la refrigeración de la vendimia, se procede a la selección de la uva, una etapa esencial para garantizar la pureza y frescura del vino base. Se hará uso de mesas de selección manual, donde se inspeccionarán los racimos y se descartan aquellos que no cumplen con los estándares de calidad requeridos. Esta práctica es especialmente relevante en la elaboración de cavas de alta gama, donde se busca la máxima expresión de la variedad y del terruño, especialmente cuando se trabaja con uva cultivada ecológicamente. Se eliminarán los racimos que presenten daños, podredumbre o maduración desigual, ya que estos pueden afectar negativamente la calidad del mosto y, por ende, del vino final.

2.1.5. Despalillado

Este proceso consiste en separar las bayas de uva de los raspones, es decir, los esqueletos leñosos que sostienen los granos en el racimo. La eliminación de los raspones es esencial para evitar la transferencia de compuestos indeseables al mosto, como taninos agresivos y sabores herbáceos, que pueden afectar negativamente la calidad del vino.

La importancia del despalillado cobra mayor importancia aún en la producción de vinos espumosos de alta calidad. Al separar las bayas de los raspones antes del prensado, se minimiza

la extracción de compuestos fenólicos no deseados y se preserva la frescura y la pureza aromática del mosto. Esto es particularmente relevante en la elaboración de cava, donde se busca un perfil sensorial limpio y elegante.

Complementando estas prácticas, el uso de despalilladoras modernas permite realizar esta operación de manera eficiente y suave, reduciendo al mínimo el daño a las bayas y evitando la liberación de compuestos oxidables. Además, la eliminación de los raspones facilita el posterior prensado, mejorando el rendimiento y la calidad del mosto obtenido.

2.1.6. Estrujado y prensado

El estrujado debe realizarse de manera suave, buscando romper ligeramente el hollejo de las bayas sin dañar las pepitas ni extraer compuestos indeseables que puedan afectar negativamente al perfil sensorial del vino. Este enfoque delicado es esencial para preservar la frescura y pureza aromática del mosto.

En esta elaboración se enfatiza la importancia de un prensado cuidadoso, especialmente cuando se trabaja con variedades tintas como la Pinot Noir para producir vinos blancos y cuando se ajusta el prensado a los límites de rendimiento marcados por la D.O. Cava. Es esencial el uso de prensas neumáticas que permiten aplicar presiones controladas y progresivas, limitando el rendimiento de extracción para obtener mostos de alta calidad. Este método ayuda a minimizar la extracción de antocianos y taninos, compuestos que podrían conferir coloraciones no deseadas y astringencia al vino base.

3.1.7. Sulfitado y desfangado

Tras el estrujado y prensado de las procede al sulfitado del mosto, que será simultáneo al trasiego del mosto de la prensa al tanque para asegurar la homogeneidad e inmediatez del sulfitado. Este proceso consiste en la adición controlada de anhídrido sulfuroso (SO_2) con el objetivo de proteger el mosto frente a oxidaciones enzimáticas y microbiológicas, así como para inhibir el desarrollo de levaduras y bacterias indeseadas antes del inicio de la fermentación alcohólica. En una elaboración de calidad, más aún siendo vino blanco, el sulfitado debe realizarse inmediatamente después del estrujado y antes de que se inicie la fermentación, ya que su aplicación en este momento es más eficaz para preservar la calidad del mosto. Se subraya

la importancia de ajustar la dosis de SO_2 en función de las características del mosto, como su pH y contenido en azúcares, para evitar efectos negativos sobre el aroma y sabor del vino.

A continuación, se lleva a cabo el desfangado, una etapa crucial para obtener un mosto limpio y adecuado para la fermentación. Este proceso consiste en la eliminación de las partículas sólidas en suspensión, como restos de pieles, semillas y fragmentos de raspones, que pueden aportar sabores y aromas indeseables al vino. El desfangado se realizará de manera estática, dejando reposar el mosto en depósitos durante un periodo de 24 horas para que las partículas se sedimenten por gravedad, aplicando frío para agilizar el proceso.

3.1.8. Trasegado y análisis

Tras el desfangado del mosto se procede al trasiego, una operación que consiste en transferir el mosto limpio a otro recipiente, separándolo de las lías gruesas y sedimentos acumulados en el fondo del depósito. Esta práctica es fundamental para preservar la limpidez y pureza del mosto, evitando la aparición de sabores y aromas indeseables durante la fermentación.

El trasiego debe realizarse con cuidado para minimizar la exposición al oxígeno, lo cual podría provocar oxidaciones perjudiciales para la calidad del vino. Esta operación permitirá obtener un vino base limpio y estable, adecuado para la posterior fermentación y crianza.

Una vez realizado el trasiego, se llevan a cabo análisis físico-químicos y organolépticos del mosto para evaluar su idoneidad en la elaboración de cava. Se determinan parámetros como el grado alcohólico probable, la acidez total, el pH y el contenido de azúcares, entre otros. Estos análisis permiten al enólogo tomar decisiones informadas sobre la necesidad de correcciones o ajustes antes de la fermentación alcohólica, asegurando así la obtención de un vino base de alta calidad.

2.1.8. Inoculado de levadura y corrección de valores

Tras el trasiego y los análisis del mosto se procede a su preparación para la fermentación alcohólica mediante la inoculación de levaduras seleccionadas y la corrección de parámetros enológicos.

En esta etapa, se añaden levaduras del género *Saccharomyces cerevisiae*, seleccionadas por su capacidad para fermentar a bajas temperaturas y por su perfil aromático neutro, lo que permite

resaltar las características varietales y del *terroir*. Estas levaduras se rehidratan y aclimatan antes de su incorporación al mosto, asegurando una fermentación controlada y eficiente.

Paralelamente, se corrigen los valores del mosto para optimizar las condiciones de fermentación. Se ajusta la acidez total mediante la adición de ácidos orgánicos permitidos, como el tartárico, málico o cítrico, especialmente en el contexto de la producción ecológica. Además, se incorporan nutrientes esenciales para las levaduras, como fosfato diamónico y tiamina (vitamina B1), que favorecen su desarrollo y actividad fermentativa.

Estas prácticas buscan aseguran una fermentación alcohólica completa y estable, resultando en un vino base blanco de alta calidad, adecuado para la posterior elaboración de vino espumoso.

2.1.9. Fermentación del vino base

Este proceso se llevará a cabo en depósitos de acero inoxidable con control de temperatura para preservar los aromas primarios y garantizar una fermentación lenta y controlada.

Será de suma importancia mantener condiciones óptimas durante la fermentación para evitar desviaciones microbiológicas y asegurar la estabilidad del vino base. La elección de levaduras seleccionadas, adaptadas a las condiciones específicas del mosto y capaces de fermentar a bajas temperaturas, es fundamental para lograr un perfil aromático limpio y fresco.

Una fermentación bien gestionada contribuye a la formación de compuestos aromáticos deseables y a la eliminación de aquellos que podrían afectar negativamente al vino. Además, será necesario un seguimiento constante de parámetros como la densidad y la temperatura para garantizar una fermentación completa y sin interrupciones.

Complementando estas prácticas, es esencial asegurar una nutrición adecuada de las levaduras, proporcionando nitrógeno asimilable y otros nutrientes esenciales para su desarrollo y actividad fermentativa. Esto no solo facilita una fermentación eficiente, sino que también influye en la formación de compuestos aromáticos que enriquecen el perfil sensorial del vino base. Una vez finalizada la fermentación, se procede al trasiego para separar el vino de las lías gruesas, seguido de análisis fisicoquímicos y organolépticos que confirman la idoneidad del vino base para la elaboración de cava mediante el método tradicional.

2.1.10. Clarificado

Tras la fermentación alcohólica del vino base se procede a la clarificación, una etapa esencial para asegurar la limpidez y estabilidad del vino antes de su segunda fermentación en botella. El proceso de clarificación se lleva a cabo en depósitos de acero inoxidable, donde se añade el clarificante al vino y se deja en reposo durante un período determinado, generalmente entre 24 y 48 horas, a una temperatura baja. Durante este tiempo, las partículas en suspensión se aglutinan y sedimentan en el fondo del depósito, formando lías que posteriormente se eliminan mediante trasiego.

Será esencial para prevenir la aparición de turbidez y asegurar la estabilidad proteica del vino y obtener un vino base limpio y brillante, características imprescindibles para la elaboración de un cava de calidad.

2.1.11. Filtración desbastadora

Después de la clarificación del vino base se realiza la filtración desbastadora, también conocida como prefiltración. Esta etapa es esencial para eliminar las partículas sólidas y coloides en suspensión que no fueron completamente retirados durante la clarificación. Su objetivo principal es preparar el vino para procesos posteriores, como la estabilización tartárica y las filtraciones más finas, asegurando una mayor eficacia y calidad en el producto final.

La filtración desbastadora con placas y marcos se efectúa al inicio de la clarificación en bodega, cuando el vino o el mosto cargado de sólidos gruesos atraviesa un equipo de acero inoxidable en el que se intercalan placas rígidas y láminas filtrantes de poro amplio,alrededor de 40 µm, que retienen los restos de hollejos, levaduras y tartratos más voluminosos.

Este método previene la obstrucción prematura de los filtros que siguen en la línea, prolongando su vida útil y reduciendo los costes de mantenimiento. Gracias a la retención de sólidos mayores, se mejora la estabilidad microbiológica y sensorial del vino, evitando turbideces y olores derivados de fermentaciones secundarias o de la oxidación de partículas en suspensión

2.1.12. Estabilización tartárica

La estabilización tartárica constituye una fase crítica en la elaboración del vino base porque evita que, ya embotellado, aparezcan cristales de bitartrato potásico que, siendo inocuos, el

consumidor percibe como defecto. Tradicionalmente se lograba enfriando el vino a temperaturas cercanas a 0 °C durante varios días o incluso semanas, de modo que la solubilidad del bitartrato cae, los cristales se forman de manera espontánea y luego se retiran por filtración.

En bodegas pequeñas, donde los depósitos y los equipos de refrigeración no siempre permiten inmovilizar los vinos tantos días, se recurre con éxito a la siembra de tartratos: el vino se enfría a 0 °C o −2 °C, se filtra finamente y se añade alrededor de cuatro gramos por litro de bitartrato potásico micronizado que actúa como núcleo de cristalización. Una agitación continua y suave durante noventa minutos asegura que las partículas se distribuyan y que la precipitación arranque de inmediato; en la primera hora se deposita más de la mitad de la sal y, tras tres o cuatro horas, la conductividad y la acidez del vino alcanzan valores idénticos a los obtenidos tras una semana de reposo estático. Con el frío aún aplicado, el vino se trasiega o se filtra para retirar el *pastel* cristalino y pasa directamente a estabilización proteica o a filtración pulidora, lo que permite resolver la operación en una sola jornada.

La técnica reduce de forma notable el consumo energético y la ocupación de tanques sin alterar el pH más de una centésima ni modificar el perfil aromático.

Para evitar inconvenientes bastan tres precauciones: mantener la temperatura constante hasta la filtración, vigilar que el pH del vino no supere 3,65 para que el ligero ascenso posterior se mantenga dentro de márgenes seguros, y proteger el líquido con una manta de CO_2 o nitrógeno durante la agitación para minimizar la captación de oxígeno. Aplicadas estas cautelas, la siembra de tartratos ofrece la misma garantía de estabilidad que el método convencional y encaja perfectamente en la logística de una bodega pequeña, aligerando tiempos y costes sin sacrificar la calidad percibida por el consumidor.

Finalmente, cabe destacar que para cumplir con la normativa relativa a la producción ecológica es imprescindible utilizar bitartrato potásico de origen vínico, sin superar la dósis máxima permitida de 5 g/L.

2.1.13. Filtración abrillantadora

La filtración abrillantadora garantiza la limpidez y estabilidad del vino antes de su embotellado. Este proceso se realiza después de la estabilización tartárica y tiene como objetivo eliminar las partículas en suspensión más finas, así como algunos microorganismos que podrían comprometer la calidad del producto final.

La filtración abrillantadora debe llevarse a cabo con sumo cuidado para evitar la pérdida de compuestos aromáticos y preservar las características organolépticas del vino.

2.1.14. Filtración por membrana

La filtración por membrana representa la fase final en la preparación del vino base blanco destinado a la elaboración de cava, asegurando su estabilidad microbiológica y limpidez antes del embotellado. Este proceso es especialmente crítico en la producción de vinos espumosos, donde la presencia de microorganismos indeseados podría comprometer la calidad del producto final

La filtración por membrana se realiza utilizando membranas microporosas con porosidades que oscilan entre 0,2 y 0,45 micras, capaces de retener bacterias y levaduras sin afectar los compuestos aromáticos y gustativos del vino.

De esta forma garantizamos que la levadura inoculada en la futura etapa de tiraje no compita con otros microorganismos que además podrían producir efectos indeseados en el vino.

2.1.15. Ensamblaje y análisis

Una vez concluida la estabilización tartárica y las filtraciones previas, el vino base blanco destinado a la elaboración de cava se somete a un análisis exhaustivo para evaluar su idoneidad y proceder al ensamblaje o *coupage*. Este proceso es fundamental para definir el perfil sensorial del cava y garantizar la consistencia y calidad del producto final.

Se incluyen parámetros mencionados anteriormente como el grado alcohólico, la acidez total, el pH y el contenido de azúcares residuales. Estos datos permiten al enólogo tomar decisiones informadas sobre las proporciones y combinaciones de los distintos vinos base disponibles. El coupage es una etapa clave para lograr la armonía y complejidad deseadas en el cava, permitiendo equilibrar las características de diferentes variedades y añadas.

El ensamblaje se realiza cuidadosamente, seleccionando y combinando vinos base que aporten cualidades complementarias, como frescura, estructura, aromas frutales o notas florales. Este proceso no solo busca la excelencia sensorial, sino también la coherencia estilística de la marca y la adaptación a las preferencias del mercado.

Pese a ser una elaboración monovarietal podremos encontrar diferencias entre los distintos tanques producto de la materia prima, el procesado o la fermentación.

2.2. Etapas del proceso productivo del cava

2.2.1. Obtención del licor de tiraje

La fase de tiraje en la elaboración del cava incluye la preparación del llamado vino de tiraje, una mezcla compuesta por vino base, azúcar, levaduras activas y ciertos aditivos. Esta mezcla se introduce en botella, donde se tapona con el objetivo de dar comienzo a la segunda fermentación. La cantidad de azúcar que se añade al vino base está directamente relacionada con la presión que se desea alcanzar dentro de la botella, ya que durante la fermentación este azúcar se transforma en alcohol y gas carbónico. En líneas generales, se estima que se necesitan alrededor de 4 gramos de azúcar por litro para generar una atmósfera de presión, aunque este valor puede ajustarse dependiendo del grado alcohólico del vino base, ya que un contenido elevado de alcohol puede dificultar la actividad de las levaduras y, por tanto, reducir su rendimiento. Existen también fórmulas más precisas que contemplan el contenido de azúcares residuales y un factor de corrección vinculado al alcohol del vino, lo que permite afinar la predicción de la presión final.

Las levaduras empleadas, usualmente de la especie *Saccharomyces bayanus*, deben ser de alto poder alcohógeno y tolerantes a un entorno hostil, además de cumplir criterios como completar la fermentación de todos los azúcares añadidos, producir compuestos que enriquezcan las cualidades organolépticas del vino, facilitar la decantación al finalizar la fermentación y no adherirse con fuerza al vidrio de la botella. Se pueden utilizar levaduras multiplicadas en medios estériles propios o, más habitualmente, levaduras secas activas comerciales. La dosis habitual oscila entre 1 a 2 millones de células vivas por mililitro, lo que equivale a unos 30 a 50 mililitros de cultivo de levaduras por litro de vino base.

En la preparación del licor de tiraje también pueden añadirse otros componentes, como ácido cítrico para favorecer la inversión de la sacarosa en glucosa y fructosa, así como activadores de la fermentación como tiamina o sales de amonio. Todo este proceso es esencial para asegurar una segunda fermentación adecuada dentro de la botella, que dará lugar a la formación del gas carbónico natural característico del cava.

2.2.2. Embotellado

El vino se embotella en las clásicas botellas de espumoso que serán más gruesas al estar preparadas para soportar presión interna ejercida por el gas. El primer embotellado consistirá en el taponado de la botella con obturadores y tapón corona. Las botellas han de ser previamente esterilizadas y secadas para evitar contaminaciones. El cierre provisional se realiza mediante un tapón corona metálico, al que se añade un pequeño obturador de polietileno para asegurar la hermeticidad y retener con eficacia las propias lías que se depositan durante la fermentación en botella. Este taponado garantiza que el gas carbónico generado permanezca disuelto en el líquido, evitando fugas y asegurando la formación de las burbujas características.

2.2.3. Rima, segunda fermentación y crianza sobre lías

Tras el tiraje y taponado, las botellas se conducen a un local adecuado donde se almacenan en posición horizontal. Allí se pueden formar las tradicionales pilas de botellas conocidas como rimas. Estas estructuras, que pueden consistir en contenedores de madera, paquetes sobre palés o pilas aseguradas manualmente mediante listones o “lattes”, permiten que las botellas reposen con seguridad durante la segunda fermentación y la posterior crianza. Sin embargo, para bodegas pequeñas también se puede optar por jaulones metálicos, más seguros y con mayor facilidad de operación. La segunda fermentación alcohólica, también denominada toma de espuma, se desarrolla en la propia botella durante un período comprendido entre uno y dos meses, a temperaturas reducidas de entre 10 y 15 grados centígrados. Durante esta fase, la presión del gas carbónico se eleva progresivamente a medida que las levaduras transforman los azúcares añadidos en alcohol y dióxido de carbono. Es fundamental que este proceso ocurra de forma lenta, ya que ello favorece la calidad y persistencia de la espuma en el producto final.

El control del desprendimiento de gas carbónico se puede llevar a cabo mediante un afrómetro o manómetro especialmente diseñado, que se fija al cuello de la botella para medir con precisión la presión interna. Una vez finalizada la toma de espuma, las levaduras agotadas se depositan en el fondo de la botella, que permanece en posición horizontal, iniciando así la etapa de crianza sobre lías. Esta fase tiene una duración variable, que nunca debe ser inferior a nueve meses desde la fecha de tiraje, y puede extenderse hasta los cinco años o incluso más en crianzas largas. Durante este periodo se produce la autolisis de las levaduras, que ceden al vino una serie de compuestos como aminoácidos y otras sustancias aromáticas, los cuales mejoran las cualidades organolépticas del cava y contribuyen a su complejidad y finura.

Además, en el interior de la botella se generan corrientes de convección debido a las diferencias de temperatura entre la pared del vidrio y el centro del líquido. Estas corrientes, descendentes junto a la pared fría y ascendentes en la zona más cálida del centro, mantienen las lías en suspensión durante largos periodos de tiempo, favoreciendo un contacto prolongado y homogéneo entre el vino y los restos de levadura. En este entorno, el vino evoluciona lentamente, desarrollando características sensoriales únicas que definen el estilo y la calidad del cava.

2.2.4. Removido y puesta en punta

La fase de pupitre tiene lugar una vez completado el periodo de crianza, cuando el vino espumoso ha alcanzado la presión y las características organolépticas deseadas. En este momento, es necesario eliminar las lías resultantes de la segunda fermentación en botella. Para ello, se procede a su acumulación en el gollete de la botella, la cual se dispone en posición invertida o "en punta", como preparación para su posterior eliminación en el degüelle.

La operación de "puesta en punta" puede realizarse utilizando los pupitres tradicionales, tableros de madera u hormigón articulados con una disposición de orificios que permiten colocar las botellas removidas desde las "rimas". Cada pupitre permite alojar alrededor de 120 botellas, ocupando una superficie aproximada de 1 m². El proceso implica giros diarios de las botellas en un octavo de vuelta, lo que se conoce como removido, mientras se cambia progresivamente su inclinación desde 30° hasta 60°, finalizando en posición totalmente invertida. A lo largo de unos 23 a 24 días, las lías se acumulan progresivamente en el cuello de la botella. Durante este tiempo, se marcan las botellas con un trazo de tiza para controlar la rotación y asegurar una sedimentación uniforme.

El objetivo es alcanzar una turbidez inferior a 0,7 NTU, que indica la limpidez adecuada del vino antes del degüelle. Tradicionalmente, las operaciones de carga, reposo y descarga eran manuales y laboriosas, mientras que el removido resultaba más ágil. Un operario podía remover entre 40.000 y 50.000 botellas diarias.

No obstante, cuando la decantación de las lías no se produce correctamente, pueden presentarse diversos defectos visuales relacionados con la forma de sedimentación de las levaduras, los cuales reciben nombres específicos como "máscaras", "colas", "sellos", "garra", "bandera" o "marca de huevo", entre otros. Estos defectos se deben a factores como una mala adherencia

de las levaduras, una aglomeración deficiente o una vibración insuficiente antes de la colocación en los pupitres. Para evitarlos, se puede aumentar el tiempo o la intensidad de las operaciones de removido, o bien aplicar técnicas como la vibración previa a la colocación en punta.

Se diferenciarán dos crianzas en la elaboración, una superior a 18 meses (Reserva) y una superior a 30 meses (Gran Reserva). El vino destinado a la crianza de 30 meses será el resultante del ensamblaje al ser el de mayor calidad y el que se elabore con el resto de vino será sometido a una crianza de 18 meses.

2.2.5. Separación por lotes

Una vez terminada la crianza de cada una de las elaboraciones se deben separar las botellas que se van a destinar a el nivelado de las pertenecientes al lote de comercialización. Al ser un espumoso Brut Nature se rellenan las pérdidas del degüelle con el propio vino espumoso, por lo que habrá botellas que se destinen únicamente al rellenado de otras.

2.2.5. Degüelle

El degüelle es una etapa crucial en la elaboración del cava mediante el método tradicional o *champenoise*. Tras la segunda fermentación en botella y el periodo de crianza, las levaduras muertas y otros sedimentos se acumulan en el cuello de la botella debido al proceso de removido. El degüelle consiste en la eliminación de estos sedimentos para obtener un vino limpio y brillante

Tradicionalmente, el degüelle se realizaba manualmente, una técnica conocida como "à la volée", que requería gran destreza para destapar la botella y expulsar los sedimentos sin perder excesivo vino ni presión. Sin embargo, en la actualidad, el método más común es el degüelle en frío. Este procedimiento implica sumergir el cuello de la botella en una solución refrigerante, generalmente a base de agua y glicol, a una temperatura de aproximadamente -25 °C. Esto congela los sedimentos en un pequeño tapón de hielo. Al destapar la botella, la presión interna expulsa este tapón, eliminando los sedimentos y dejando el vino limpio.

2.2.6. Incorporación del licor de expedición y taponado

Después del degüelle, se repone el volumen de vino perdido mediante la adición del licor de expedición, una mezcla de vino y azúcar cuya composición determinará el tipo de cava (Brut Nature, Brut, Seco, etc.). En el caso de nuestra producción, al ser Brut Nature el espumoso elaborado, se rellenará exclusivamente con espumoso de otras botellas. Finalmente, se coloca el tapón de corcho definitivo, asegurado con un bozal de alambre, y se procede al etiquetado y encapsulado de la botella, dejándola lista para su comercialización.

2.2.7. Vestido de la botella y encajado

Tras el taponado se procede al vestido de la botella y encajado, etapa fundamental para la presentación final del cava.

A continuación, se realiza el encapsulado, que consiste en cubrir la parte superior de la botella, incluyendo el tapón y el bozal, con una cápsula decorativa. Esta cápsula, generalmente de aluminio o estaño, se aplica mediante máquinas encapsuladoras que la ajustan perfectamente al cuello de la botella, proporcionando una presentación elegante y protegiendo el cierre de posibles contaminaciones.

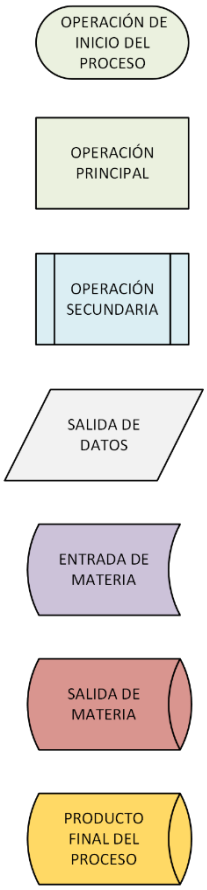
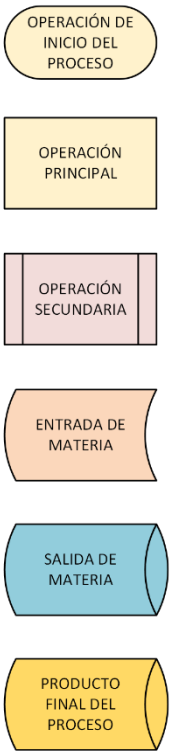
El siguiente paso es el etiquetado, donde se adhieren las etiquetas que identifican el producto. La etiqueta principal, colocada en el cuerpo de la botella, incluye información esencial como la marca, el tipo de cava, el grado alcohólico y la denominación de origen. En la parte posterior, se puede añadir una contraetiqueta con detalles adicionales sobre el proceso de elaboración, notas de cata y recomendaciones de consumo. El etiquetado se realiza mediante máquinas etiquetadoras que aplican las etiquetas de forma precisa y uniforme.

Finalmente, las botellas vestidas se trasladan al área de encajado, donde se organizan en cajas para su almacenamiento y distribución. El encajado puede realizarse manualmente o mediante sistemas automáticos que colocan las botellas en cajas de cartón o plástico, asegurando su protección durante el transporte. Estas cajas suelen contener una cantidad estándar de botellas, como seis o doce, y se etiquetan con información relevante para su identificación y trazabilidad.

Este conjunto de operaciones, que conforman el vestido de la botella y el encajado, es esencial para garantizar que el cava llegue al consumidor en perfectas condiciones, tanto en términos de calidad como de presentación.

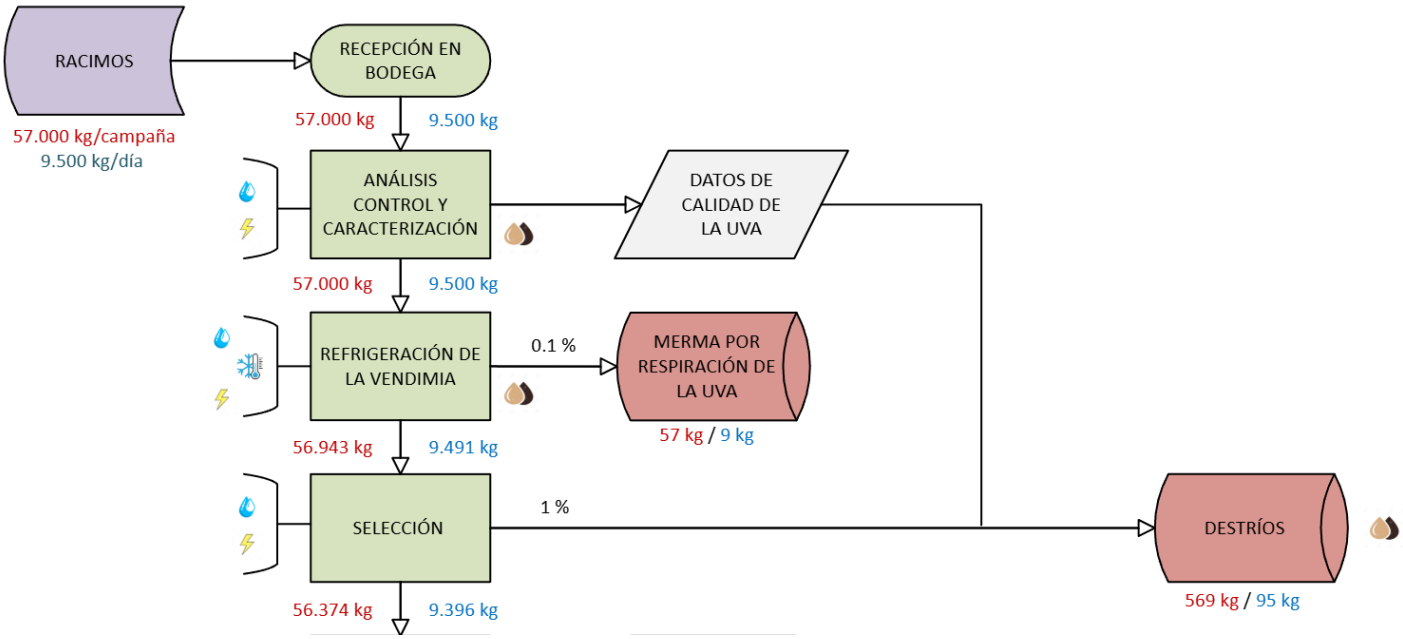
2.3. Balance del proceso productivo

A continuación, se presenta la leyenda de figuras y símbolos del balance de materias:

<table>
<tr><th colspan="2">LEYENDA DE FIGURAS</th></tr>
<tr><td>ETAPA 1: OBTENCIÓN DEL VINO BASE</td><td>ETAPA 2: OBTENCIÓN DEL CAVA</td></tr>
<tr><td> 
</td><td> 
</td></tr>
<tr><td colspan="2">LEYENDA DE SÍMBOLOS</td></tr>
<tr><td>Uso de agua limpia</td><td></td></tr>
<tr><td>Salida de aguas residuales</td><td></td></tr>
<tr><td>Demanda de electricidad</td><td></td></tr>
<tr><td>Demanda de frío</td><td></td></tr>
</table>

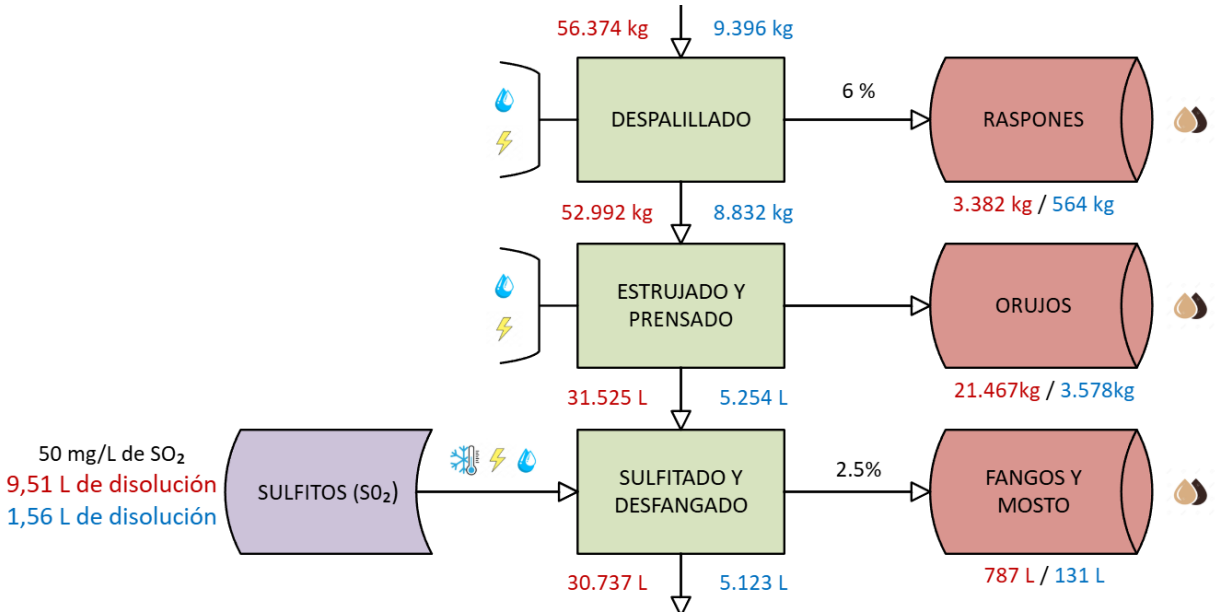
Los valores en color rojo hacen referencia al balance completo de toda la elaboración y los representados en azul son los referentes a la jornada. Una vez entendida la simbología referente al balance procedemos al mismo.

Figura 21: Balance de materia 1



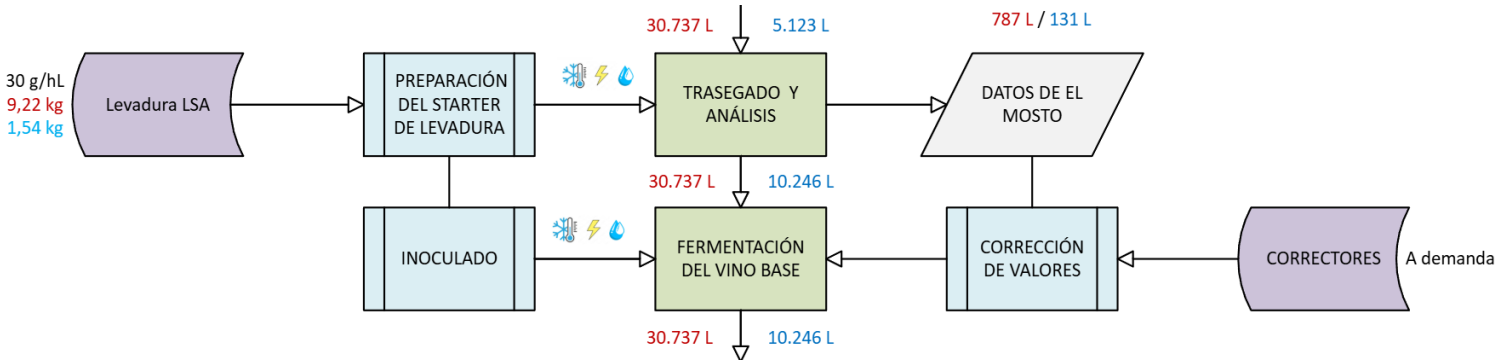
Tras la selección de los racimos se procede a su procesado. Cabe destacar que la comisión reguladora de la D.O. Cava limita el rendimiento del prensado a 0,6 hL por cada 100 kg de uva.

Figura 22: Balance de materia 2



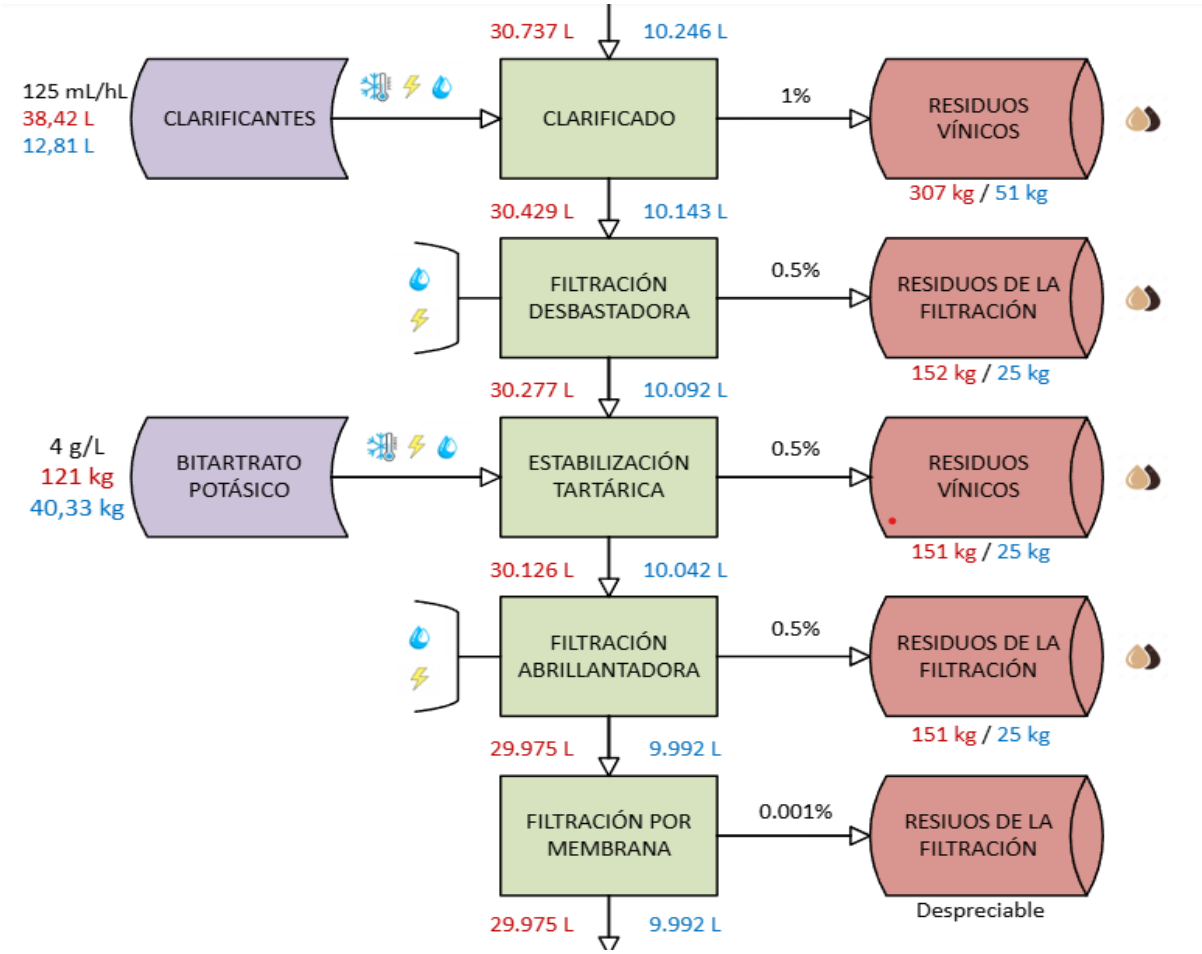
Tras las 24 horas de desfangado estático, se prepara el mosto para su fermentación y se realiza la misma.

Figura 23: Balance de materia 3



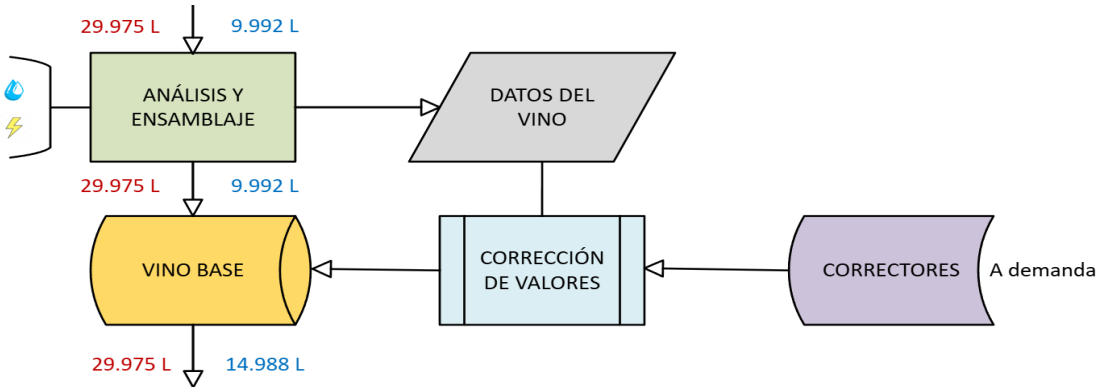
Una vez realizada la primera fermentación se acondicionará el vino base de cada tanque.

Figura 24: Balance de materia 4



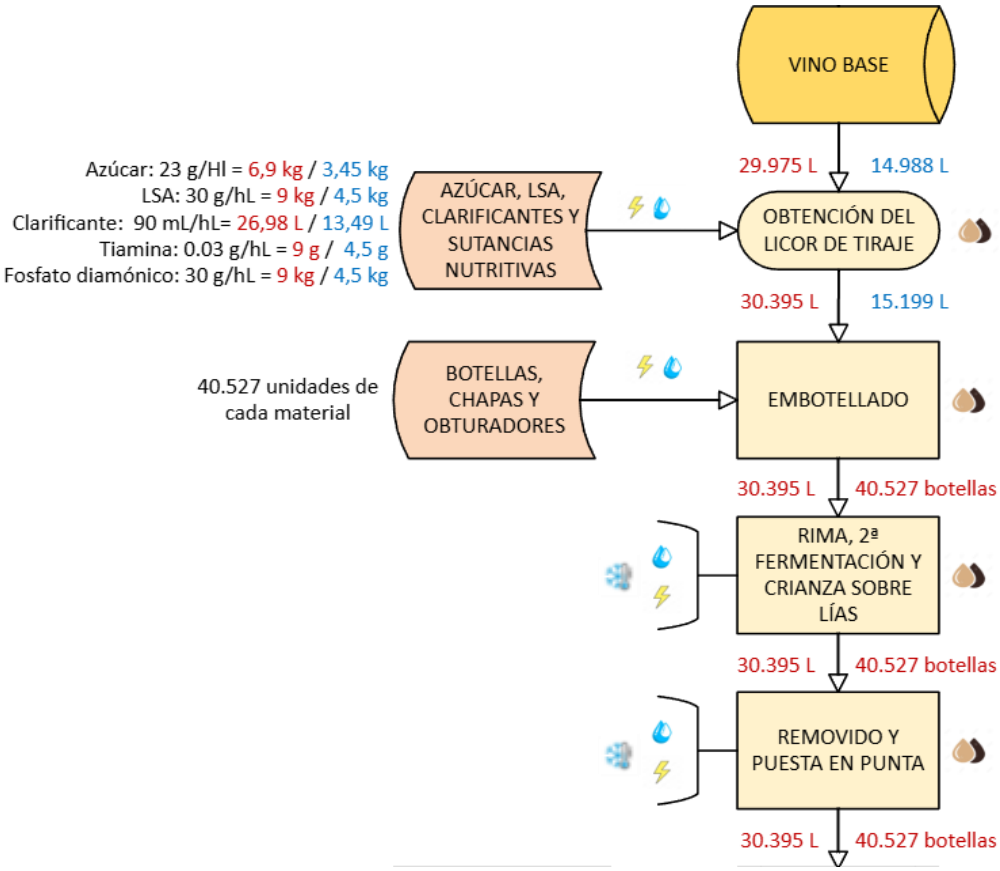
Con el vino base de cada tanque listo, se procede a su análisis, corrección y ensamblaje para finalmente producir el vino base que se destinará a la producción de espumoso.

Figura 25: Balance de materia 5



Se continua, pues, con la elaboración del espumoso. Como ya se ha mencionado, se embotella primero el vino base procedente del ensamblaje y luego el procedente del vino base sobrante. El primero se destina a una crianza superior a 30 meses y el segundo a 18.

Figura 26: Balance de materia 6



Tras estas operaciones queda listo el espumoso para su embotellado final.

Figura 27: Balance de materia 7

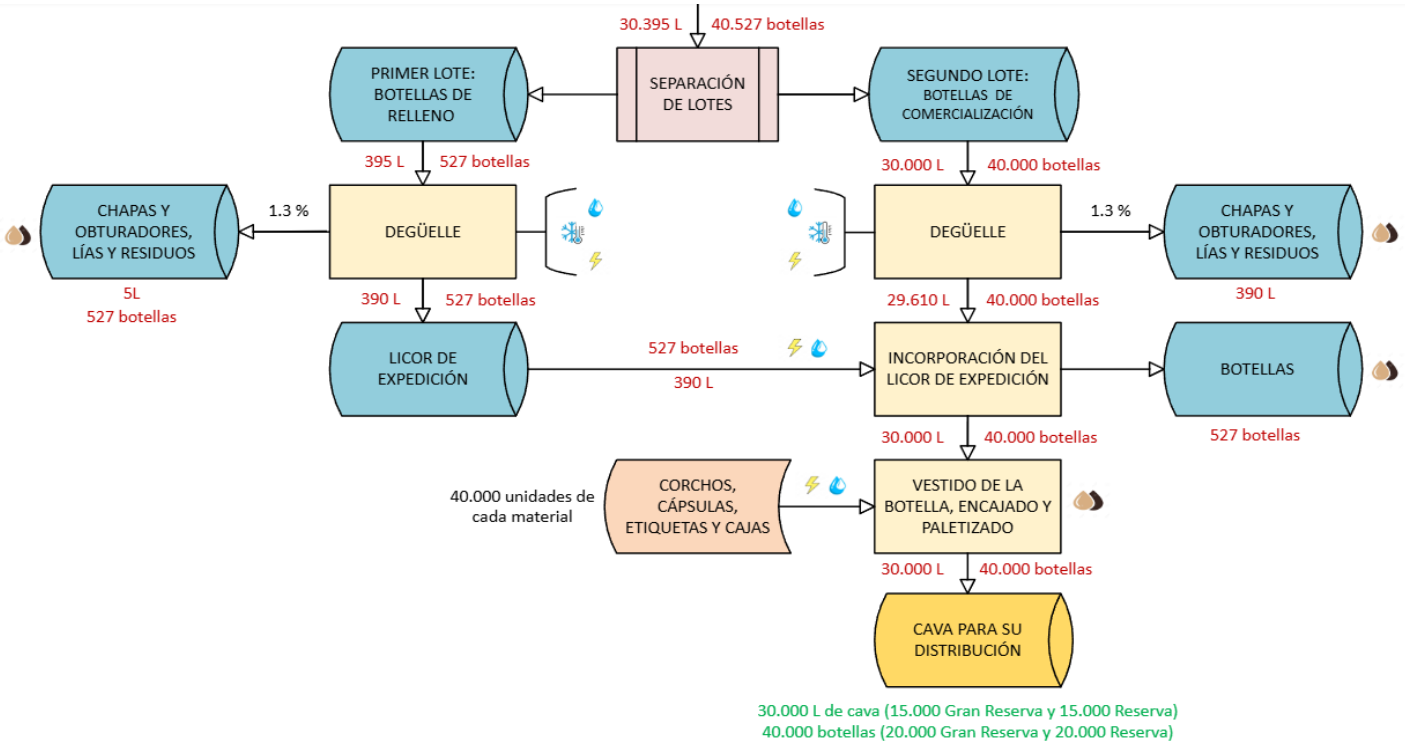


Tabla 3: Resumen de temperaturas de operaciones con necesidad de frío

Operación	Refrigeración la vendimia	Desfangado	Fermentación	Clarificado	Estabilización	Rima/ Crianza	Removido/ Puesta en punta	Degüelle
Temperatura	4 ºC	12 ºC	16 ºC	14 ºC	0 ºC	10 ºC	10 ºC	-25 ºC

2.4. Implementación del proceso productivo

2.4.1. Maquinaria

A continuación, se detalla la maquinaria necesaria para llevar a cabo el proceso productivo, eligiendo un modelo de una casa comercial y justificando dicha elección. En el pie de foto, en el nombre de la casa comercial, se encuentra un enlace directo a la máquina o a su ficha técnica.

2.4.1.1. Cajas

Las cajas ayudarán a transportar la vendimia permitiendo apilar la carga cómodamente y minimizando el daño que sufre la uva, el cual empeoraría la calidad del producto, aumentaría los destríos e iniciaría fermentaciones indeseadas.

Figura 28: Caja de fruta 600x397x180mm - 36l, plástico HDPE



Fuente: (Rotomshop)

Su material, de calidad higiénica alimentaria y sus perforaciones, permiten la ventilación de su contenido y la hacen adecuada para el transporte de uva. Además, es ligera, plegable y apilable, permitiendo su fácil almacenaje y manipulación.

➔ **Datos de la caja:**

-Carga neta 24 kg.

-Capacidad 36 L.

-Peso neto 1.6 kg.

➢ **Otros datos relevantes:**

-Vendimia diaria de 9.500 kg

-Peso específico de los racimos 0,7 kg/L

➢ **Cálculo de necesidades**

$$\frac{9.500\,\frac{kg}{día}\,de\ racimos\ /\ 0{,}7\ \frac{kg}{L}}{36\ \frac{L}{caja}} = 377\ cajas\ para\ transportar\ la\ vendimia\ diaria$$

$$\frac{9.500\,\frac{kg}{día}\,de\ racimos}{24\ \frac{kg}{caja}} = 396\ cajas\ para\ transportar\ la\ vendimia\ diaria$$

Se necesitarán 396 cajas ya que, aunque la vendimia cabe en 377 cajas, se superaría la capacidad de carga de estas.

2.4.1.2. Remolques

- **EN REFERENCIA AL TRANSPORTE DE UVA:**

Para el transporte a bodega de las cajas de vendimia se usarán remolques que faciliten la carga y descarga del producto y protejan sus propiedades.

Figura 29: Remolque de 1 eje modelo H-8G de rueda gemela de 7000 kg



Fuente: (RIGUAL)

El remolque seleccionado facilita el paletizado de las cajas al tener paredes desmontables y presenta una gran estabilidad dada su distribución de carga que minimizará el daño sufrido por la uva en el transporte.

➔ **Elementos adicionales:**

-Lona de sombreo ligera que se fija a los arquillos del remolque cuando la uva viaja a bodega, protegiéndola de la luz solar directa.

➢ **Datos del remolque:**

- Medidas interiores del remolque (m): 4,2x2,2x0,7.

- MMA: 7.000 kg.

-Carga legal: 6.180 kg.

- Tara: 1.850 kg.

➢ **Otros datos relevantes:**

-Viajes a bodega: 2.

-Carga a transportar diaria = 9.500 kg de racimos + 396 cajas x 1.6 $\frac{kg}{caja}$ = 10.134 kg.

- Medidas de la caja 0.6x0.397x0.180.

➢ **Cálculo de necesidades**

-4.2/0.6 = 7 cajas a lo largo.

-2.2/0.397 = 5 cajas a lo ancho.

-0.7/0.18 = 3 cajas a lo alto.

-7x5x3= 105 cajas caben.

•Carga por viaje = $\frac{10.134\ \frac{kg\ de\ carga}{día}}{2\ \frac{viajes}{día}} = 5.067\ \frac{kg\ de\ carga}{viaje}$

•Carga por remolque y viaje = $\frac{5.067\ \frac{kg\ de\ carga}{viaje}}{2\ \frac{remolques}{día\ y\ iaje}} = 2.534\ \frac{kg\ de\ carga}{remolque}$

Harán falta 2 remolques y cada uno llevará 99 cajas.

- **EN REFERENCIA AL TRANSPORTE DE ORUJOS:**

Los orujos generados se enviarán diariamente a la destilería.

➢ **Datos:**

-Orujos producidos: 3.578 kg/día

-Peso específico de los orujos compactados de ρ= 0,650 kg/L

➢ **Cálculo de necesidades:**

-Capacidad volumétrica del contenedor = (4,2 x 2,2 x 0,7) m^3 x $\frac{1.000\ L}{1\ m\text{^}3}$ = 6.468 L

-Volumen ocupado por el orujo = $\frac{3.578\ kg}{0{,}650\frac{kg}{L}} = 5.505$ L

- **EN REFERENCIA AL TRANSPORTE DE RASPÓN:**

Los raspones serán enviados al final de la campaña a la empresa de valorización.

➢ **Datos:**

-Raspón producido: 3.382 kg/campaña

-Peso específico de los raspones compactados de ρ= 0,7 kg/m³

➢ **Cálculo de necesidades:**

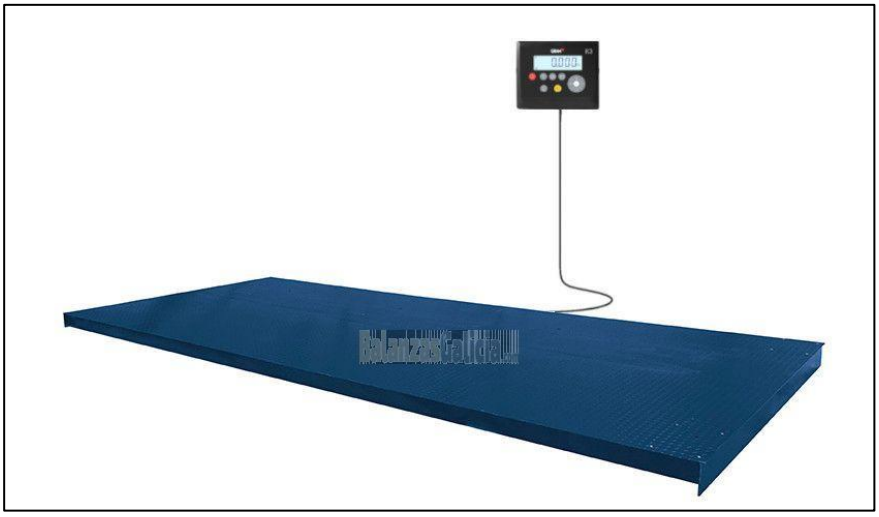
Volumen ocupado el raspón compacto = $\frac{3.382\ kg}{0{,}7\frac{kg}{L}} = 4.832$ L

El remolque seleccionado tiene capacidad de carga tanto en peso como en volumen para todos sus requerimientos.

2.4.1.3. Báscula puente

A la llegada de los remolques a la bodega y previo a la descarga, la vendimia ha de ser pesada para conocer la cantidad exacta de materia prima que será procesar y tomar las primeras consideraciones.

Figura 30: Báscula de suelo Xtrem Speed 10 toneladas



Fuente: (Balanzas Galicia)

Será necesaria una báscula puente en la que quepa el remolque y que pueda medir cargas superiores a las demandadas.

➢ **Datos de la báscula:**

-Dimensiones 5000 x 2450 mm

-Capacidad de 10 toneladas

-Tolerancia de 2 kg

➢ **Otros datos relevantes:**

- Tara del remolque: 1850 kg

-Peso a transportar: 2693 kg

-Medidas entre los apoyos del remolque: 2320 mm distancia lateral entre ruedas y 3000 mm entre ruedas y apoyo delantero

La báscula podrá pesar 1.850 + 2.534 = 4.384 kg y su superficie será mayor a la resultante de las distancias entre los apoyos del remolque.

2.4.1.4. Equipos de laboratorio

Una vez llegan los remolques con la uva a bodega es crucial caracterizar la vendimia para decidir las tecnologías a utilizar en función de la calidad de la uva (líneas de vinificación, posibles correcciones, precauciones...) y para realizar el pago de los aportes, que dependerá en parte de este análisis. Por ello, será vital contar con el equipamiento de laboratorio necesario para las pruebas y mediciones más relevantes mencionadas en la descripción de procesos.

Figura 31: Refractómetro



Fuente:(Mondelcava)

Figura 32: pH-metro de bolsillo



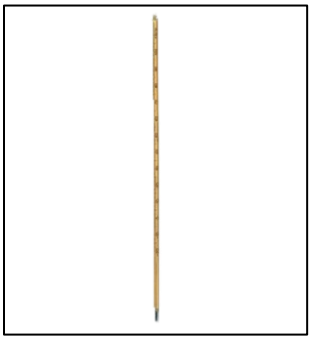
Fuente: (Mondelcava)

Figura 33: Densímetro



Fuente: (Mondelcava)

Figura 34: Termómetro químico



Fuente: (Mondelcava)

Figura 35: Acidómetro



Fuente: (Mondelcava)

Figura 36: Kit de medición de SO2



Fuente: (Appcrom)

Figura 37: Kit de material de laboratorio

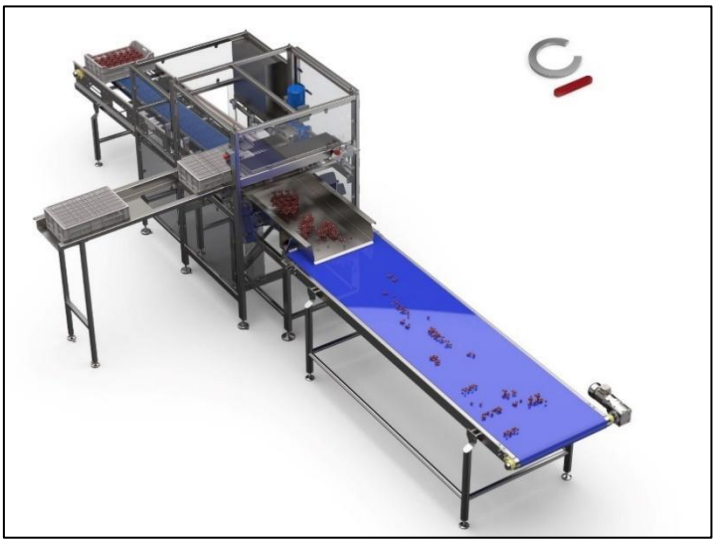


Fuente:(Hacervino)

2.4.1.5. Volteador de cajas y mesa de selección

Una vez caracterizada y enfriada, la vendimia ha de ser seleccionada eliminando los destríos para asegurar la máxima calidad del vino.

Figura 38: Sistema volteador de cajas plásticas de vendimia con mesa de selección



Fuente:(Camprodón)

Este sistema volteador de cajas permitirá descargar la vendimia en la mesa de selección de forma automatizada y cuidadosa para permitir el trabajo contínuo y la descarga directa en la despalilladora.

➢ **Datos de la volteadora y la mesa de selección:**

-Rendimiento máximo: 6 tn/h y 1000 volteos/h.

-Longitud de la mesa de selección: 3 m.

➢ **Otros datos:**

-Número de cajas: 396 cajas.

-Carga neta de las cajas: 24 kg.

-Cantidad a procesar: 9.491 kg de racimos.

➢ **Cálculo de necesidades:**

Si fijamos el tiempo destinado a este proceso en 1.66 horas (1 h y 40 min):

Velocidad de selección: $\frac{9.491\ kg\ devendimia}{1.66\ horas} = 5.718\ kg/h$

Velocidad de volteo: $\frac{396}{1.66\ horas} == 238\ volteos/h$

El sistema volteo-selección trabajará a 238 volteos/h y 5.718 kg/h, ambos por debajo de su rendimiento máximo.

2.4.1.6. Despalilladora

El sistema en contínuo de volteado de cajas y selección alimentará una despalilladora que elimine el raspón de la forma más cuidadosa posible.

Figura 39: Despalilladora H400



Fuente: (Pellenc)

Este modelo de despalilladora de árbol de despalillado con dedos acabados en espátulas orientables y su gran diámetro permite un despalillado cuidadoso de grandes caudales de vendimia. Su diseño también permite un fácil limpiado y mantenimiento. Además, cuenta con una cinta elevadora en la que caen los racimos de la mesa de selección, siendo transportados hasta la boca de alimentación de la despalilladora.

➢ **Datos de la despalilladora:**

-Rendimiento: 5.000-15.000 L/h.

➢ **Otros datos relevantes:**

-Caudal de alimentación: 5.718 kg/h.

-Cantidad total de racimos a despalillar: 9.396 kg.

-Peso específico de la uva despalillada: 1 kg/L.

➢ **Cálculo de necesidades:**

Rendimiento necesario = $\frac{5.718\ kg/h}{1\ kg/L}$ = 5.718 L/h

Duración del proceso = 9.396 kg / 5.718 kg/h = 1.64 h= 99 minutos

La despalilladora trabajará a 5.718 L/h, por debajo de su rendimiento máximo, despalillando todos los racimos en 1h y 39 minutos.

2.4.1.7. Contenedor de raspón

Como ya se ha mencionado el raspón se irá almacenando en uno de los remolques y se entregará a una empresa de valorización a final de campaña. Para ello ha de ser recogido a la salida de la despalilladora y ser transportado al exterior de la nave para almacenar en el remolque.

Figura 40: Contenedor de plástico ACE 1000



Fuente:(Dolav)

➢ **Datos del contenedor:**

-Volumen = 605 L.

-Carga máxima = 1000 kg.

➢ **Otros datos relevantes:**

-Densidad del raspón = 0,5 kg/L.

-Producción de raspón = 564 kg/día.

➢ **Cálculo de necesidades:**

Volumen total del raspón a trasladar $= \frac{564\ kg/día}{0{,}6\ kg/L} = 1.128\ L/día.$

Número de contenedores $= \frac{1.128\ L/día}{605\ L/contenedore} \approx 2\ contenedores.$

2.4.1.8. Bomba de vendimia

Se requiere una bomba de vendimia que transporte la uva desgranada a la prensa sin que sufra daños, que transporte los orujos al remolque. La línea necesita una bomba capaz de mover con suavidad el grano despalillado hasta la prensa y, más tarde, trasladar los orujos al remolque sin triturar las pieles ni arrastrar aire al mosto. Una única unidad móvil que conecte ambos extremos del proceso —recepción y salida de la prensa— evita duplicar equipos, mantiene la sanidad del producto y sincroniza los tiempos de vendimia sin interrumpir el flujo.

Figura 41: Bomba de tornillo excéntrico móvil con ruedas phm 400



Fuente:(Pellenc)

El modelo de bomba de tornillo excéntrico expuesto resuelve esa doble función porque su rotación continua no genera pulsaciones ni golpes de ariete, limita el daño que sufre la uva desgranada y la bombea sin problema alguno. La carcasa en acero inoxidable alimentario y el estator desmontable agilizan la limpieza entre usos, mientras que el variador integrado ajusta el caudal para el bombeo de uva a la prensa o para vaciar la prensa de orujos. Su versatilidad y trato gentil con el producto justifican la elección frente a alternativas fijas o de impulsión centrífuga que requerirían dos bombas y comprometerían la integridad de la vendimia.

➔ **Elementos adicionales:**

-**Mangueras alimentarias de gran paso** (Ø 50 mm, alma espiral reforzada) para conducir vendimia despalillada u orujos sin colapsar. Debe soportar descontaminaciones a 80 °C.

-Racores y juntas a ambos extremos de la manguera que aseguren el acople estanco del sistema.

-**Válvulas mariposa inoxidables** insertadas entre bomba y manguera para abrir/cerrar caudal y evitar goteos durante el cambio de depósito.

-Cuadro con inversor o variador portátil que regule la velocidad y cambia el sentido de giro, imprescindible para adaptar el caudal desde el llenado de prensa hasta la limpieza.

-Bandeja de goteo desmontable bajo la boca de descarga para recoger mosto residual y mantener el suelo seco y seguro.

➢ **Datos de la bomba:**

-Caudal de hasta 12.000 L/h.

➢ **Otros datos relevantes:**

-Caudal de uva despalillada= 5.718 L/h.

-Cantidad de orujos a transportar = 3.578 kg.

-Peso específico de los orujos = 0,5 kg/L.

➢ **Cálculo de necesidades:**

• En referencia al transporte de granos de uva de la despalilladora a la prensa:

La bomba trabajará a 5.718 L/h, velocidad a la que sale la uva de la despalilladora.

- En referencia al transporte de orujos de la prensa al orujero:

3.578 kg / 0,5 kg/L = 7.156 L.

La bomba trabajará a 11.000 L hora para transportar los orujos lo más rápido posible.

2.4.1.9. Prensa

Tras la separación de los granos, el paso crítico siguiente es extraer un mosto limpio y de la mayor calidad es el prensado. Se requiere, por tanto, una prensa que combine una elevada superficie de drenaje con un control muy fino de la presión para no sobrepasar el rendimiento máximo fijado por la D.O. Cava. Ese equipo debe, además, trabajar toda la vendimia de una sola llenada sin generar cuellos de botella y descargarse y limpiarse con rapidez para poder ser utilizada de nuevo en el siguiente día de producción.

Figura 42: Prensa neumática de tambor abierto PPA45



Fuente:(Agrovin)

La prensa neumática de tambor abierto responde a esas necesidades porque su membrana se infla con gradaciones suaves y el mosto sale de inmediato a través de las ranuras del cilindro, de modo que la fase delicada del prensado se resuelve en ciclos cortos y homogéneos. El tambor abierto facilita la inspección visual, reduce el tiempo de lavado y elimina zonas muertas donde podrían proliferar microorganismos; además, la programación multietapa permite ajustar el perfil de presiones a demanda sin cambiar de máquina ni de protocolo. Frente a sistemas hidráulicos o de jaula cerrada, esta solución aporta velocidad, limpieza y versatilidad con un consumo energético moderado, por lo que encaja a la perfección en la logística de una bodega pequeña que busca máxima calidad con un único turno de prensado.

➢ **Datos de la prensa:**

-Capacidad= 9,5 toneladas.

➢ **Otros datos relevantes:**

-Cantidad de uva a ser prensada=8.832 kg

-Rendimiento máximo fijado por la D.O.= 0.6 L de mosto/kg de uva

-Ciclo de prensado= 1,5 h

-Salida de uva de la despalilladora= 5.718 L/h

➢ **Cálculo de necesidades:**

-Tasa de carga (8.832 kg para el preñado / 9.500 kg de capacidad) x 100 = 93%

-Tiempo de llenado = 8.832 kg / 5.718 kg/h = 1,55 h

-Salida de mosto= 8.832 kg uva x 0,6 L de mosto/kg de uva = 5.254 L

-Velocidad de salida de mosto = 5.254 L / 1,5 h de prensado =3.503 L/h

La prensa se llenará en 1,55 horas, trabajará a una capacidad del 93% y dará un caudal de salida de 3.503 L/h.

2.4.1.10. Contenedor de orujos

Al igual que los raspones los orujos serán almacenados en el otro remolque para su transporte diario a destilería. Las necesidades se calcularon anteriormente.

2.4.1.10. Bomba de trasiego

Se precisa de una bomba para el trasegado gentil del mosto o vino en las operaciones de trasiego de la prensa al tanque y entre tanques para el acondicionamiento del vino base. Los trasiegos que siguen al prensado exigen un bombeo que mantenga intactos los precursores aromáticos sin añadir oxígeno. Además, el mismo equipo debe servir para mover vino a la llenadora,asistir filtraciones y realizar ensamblajes, tareas que se repiten a caudales a lo largo de todo el proceso. Contar con una sola bomba polivalente simplifica el circuito de tuberías y evita empalmes que son foco de contaminación o pérdidas.

Figura 43: Bomba peristáltica de trasiego Termofriger PRST120



Fuente:(Termofriger)

Las bombas peristálticas son de extendido uso por el bombeo suave de líquidos, la unidad peristáltica seleccionada resuelve las demandas anteriores porque el líquido avanza dentro de un tubo sanitario comprimido por rodillos: no hay turbinas ni rotores metálicos que introduzcan aire al líquido. El cabezal reversible permite cargar o vaciar

una línea sin cambiar mangueras y la velocidad regulable adapta el caudal. El accionamiento sobre ruedas acerca la bomba a cada depósito y la limpieza se reduce a recircular agua caliente, lo que acorta los tiempos de cambio de operación y mantiene la higiene sin desmontajes engorrosos.

➔ **Elementos adicionales:**

-Mangueras flexibles sanitarias de succión y descarga (Ø 50 mm) con alma helicoidal anti-colapso; trasladan mosto, vino y soportan presiones de filtración hasta 3 bar.

-Racores y juntas encajan la bomba dosificadora de sulfutoso a la línea de bombeo de mosto o vino; su apriete manual acelera el montaje y evita herramientas que dañen las abrazaderas.

-Válvula mariposa inoxidable y visor de flujo situados en la descarga. Permiten cerrar el circuito al final del lote y verificar la ausencia de burbujas antes de la filtración.

➢ **Datos de la bomba:**

-Rendimiento máximo de 12.000 L/h.

➢ **Otros datos relevantes:**

-Transporte de prensa a tanque de desfangado a 3.503 L/h.

-Trasegado de tanque de desfangado a tanque de fermentación de 5.123 L.

-Trasegados para el acondicionamiento del vino de 10.246 L o inferior.

➢ **Cálculo de necesidades:**

La bomba servirá para realizar los trasiegos necesarios a la velocidad de salida del mosto de la prensa (3.503 L/h de caudal y 1,5 horas de bombeo) y a la que se desee para las operaciones de trasiego y acondicionamiento siendo siempre tiempos cortos que podrán ser inferiores incluso a 1h.

2.4.1.12. Bomba y tanque de sulfitado

Se debe sulfitar el mosto en su bombeo al tanque de desfangado para evitar la pérdida de propiedades y la oxidación del mosto. También se debe sulfitar en etapas posteriores para mantener los valores de SO_2 libre en valores óptimos.

Figura 44: Bomba dosificadora TEKNA TPG



Fuente: (SEKO)

Figura 45: Tanque almacenado SO2



Fuente (The Pack Stock)

Esta pequeña bomba dosificadora permitirá dosificar pequeñas cantidades de la disolución de sulfuroso seleccionada simultáneamente al trasegado de mosto al tanque de desfangado para que sea rápida y homogénea la dosificación. En cuanto al tanque de sulfuroso, permitirá almacenar la solución de forma segura se conectará a la manguera del sistema de sulfitado para su dosificación exacta.

➔ **Elementos adicionales:**

-Kit de aspiración e inyección en PVDF: el juego estándar suministrado con la bomba dosificadora seleccionada incluye un filtro-pie con clapeta antirretorno y una válvula de inyección de la misma resina, de alta compatibilidad con soluciones de sulfuroso; ambos accesorios aseguran cebado rápido y evitan el retroflujo cuando la bomba se detiene.

-Tubos de succión y descarga para la aspiración y la impulsión, dimensionados para la presión de trabajo de la bomba y resistentes al SO_2.

➢ **Datos de necesidades de SO_2 para el sulfitado del mosto a la salida de la prensa:**

-Concentración óptima: 30mg/L de SO_2 libre.

-Cantidad de SO_2 que se combina al adicionarlo al vino o mosto: $\frac{1}{3}$ para cantidades adicionadas de entre 30 y 60 mg/L.

-Datos del proveedor: $\frac{1\ cL\ de\ disolución}{hL\ de\ mosto\ o\ vino} = \frac{15\ mg\ de\ sulfuroso}{L\ de\ mosto\ o\ vino}$

➢ **Cálculo de necesidades de SO_2 para el sulfitado del mosto a la salida de la prensa:**

Si añadimos 45 mg de SO_2 por litro, $\frac{2}{3}$ quedarán como SO_2 libre, es decir, tendremos la concentración óptima de 30mg/L de SO_2 libre.

1 cL/hL → 15 mg/L.

x cL/hL → 45 mg/L.

$$\frac{1\frac{cL}{hL}\ x\ 45\frac{mg}{L}}{15\frac{mg}{L}} = \mathbf{3\ cL/hL\ se\ añadirán.}$$

3 cL → 1hL.

x cL → 315,25 hL.

$$\frac{3\ cL\ \ x\ \ 315{,}25\ hL}{1\ hL} = \mathbf{945{,}75cL} = \mathbf{9{,}5\ L\ se\ añadirán\ en\ la\ totalidad\ del\ mosto.}$$

9,5 / 6 = 1,6 L se añadirán por día o ciclo de prensado.

➢ **Datos de la bomba dosificadora de sulfitado:**

Caudal de hasta 1,5 L/h.

➢ **Otros datos relevantes:**

Duración del ciclo de prensado = 1,5h.

-Necesidades de sulfitado por ciclo = 1,6 L.

-Cálculo de necesidades de la bomba:

Velocidad de bombeo = $\frac{1{,}6\ L}{1{,}5h}$ = 1.06 L/h.

La bomba dosificadora será suficiente para bombear el sulfuroso y tendrá un margen para poder bombear por encima del caudal medio cuando el caudal puntual de mosto a la salida de la prensa sea máximo. También servirá para dosificar sulfuroso en posibles correcciones futuras.

➢ **Datos del tanque almacen de SO_2:**

Capacidad: 20 L.

Será suficiente para almacenar las cantidades de SO_2 que vienen por garrafa (20L) y para abastecer el proceso productivo (9,5 L) contando con posibles correcciones extra.

2.4.1.11. Tanque de desfangado

Será necesario un tanque para la realización del desfangado estático del mosto tras el prensado que permite realizar este proceso de manera controlada y eficiente, asegurando la limpidez del mosto y contribuyendo a la estabilidad y calidad del producto final. Su implementación permitirá realizar un desfangado estático en frío favoreciendo la sedimentación de sólidos en suspensión.

Figura 46: Depósito de fermentación y almacenamiento de fondo cónico, patas y boca autovaciante (DFAFCPBA)



Fuente: (Inoxdubra)

El modelo expuesto, por su fondo cónico, permite la correcta acumulación de los fangos y su extracción sin arrastrar mosto limpio, mientras que la boca autovaciante facilita el vaciado y limpieza del tanque. El acero inoxidable AISI 316 del que está construido garantiza la resistencia a la corrosión y la idoneidad para contacto alimentario, siendo además fácil de higienizar.

➔ **Elementos adicionales:**

-**Serpentines** sumergidos en el tanque y conectados al circuito de glicol para mantener el mosto en 12°C permitiendo que las partículas sedimenten rápido sin arrancar fermentación.

-**Termómetro y vaina porta-sonda** embutidos a media altura; permiten vigilar y registrar la temperatura durante las 24 h de reposo.

-Visor de nivel con grifo para controlar la cantidad de mosto de froma visual.

-Válvula buscafangos (o buscaclaros) situada en la conicidad; extrae el mosto limpio sin remover el sedimento y acelera el trasiego posterior.

-Boca autovaciante con puerta rectangular en el fondo; abre 180° para extraer el fango y lavar el interior sin desmontar tuberías.

-Grifo de toma de muestras ubicado sobre el cono; permite comprobar turbidez y ajustar el SO_2 sin acceder al domo superior.

-Toma de gas inerte, un racor para conectar el tanque al sistema de inertizado y llenar el espacio de cabecera del tanque de nitrógeno minimizando la oxidación en cabecera.

➢ **Datos del tanque:**

-Capacidad útil = 6.000 L.

➢ **Otros datos relevantes:**

Mosto a desfangar = 5.254 L.

➢ **Cálculo de necesidades:**

5.254 L / 6.000 L = 0,87.

El tanque de sulfitado se llenará en un 87% y servirá para desfangar el mosto de un día de procesado de uva.

2.4.1.13. Tanques de fermentación

Será necesario un tanque para llevar a cabo la fermentación alcohólica del mosto limpio, transformándolo en el vino base blanco. Este proceso debe realizarse a temperatura controlada para preservar los aromas varietales y evitar desviaciones microbiológicas.

Figura 47: Depósito de fermentación y almacenamiento con fondo plano inclinado y patas (DFAFPICP)



Fuente: (Inoxdubra)

Se selecciona un depósito de fermentación y almacenamiento de fondo plano inclinado con patas como el expuesto. El fondo plano inclinado facilita la acumulación y extracción de las lías post-fermentativas y de sedimentos de la clarificación, mientras que las patas proporcionan estabilidad y permiten una fácil limpieza del tanque. El acero inoxidable AISI 316 garantiza resistencia a la corrosión y adecuación para contacto alimentario, siendo además fácil de higienizar. El tanque incorpora una camisa de refrigeración para mantener la temperatura de fermentación dentro del rango óptimo, y válvulas a diferentes alturas para facilitar el trasiego del vino limpio.

➔ **Elementos adicionales:**

-Serpentines sumergidos en el tanque y conectados al circuito de glicol que mantendrán el mosto en 16°C durante la fermentación.

-Termómetro y vaina porta-sonda embutidos a media altura; permiten vigilar y registrar la temperatura durante la fermentación.

-Visor de nivel con grifo para controlar la cantidad de mosto de froma visual.

-Boca autovaciante con puerta rectangular en el fondo; abre 180° para extraer el fango y lavar el interior sin desmontar tuberías.

-Grifo de toma de muestras ubicado sobre el cono; permite comprobar turbidez y ajustar el SO_2 sin acceder al domo superior.

-Toma de gas inerte, un racor para conectar el tanque al sistema de inertizado y llenar el espacio de cabecera del tanque de nitrógeno minimizando la oxidación en cabecera.

➢ **Datos del tanque:**

-Capacidad útil = 12.000 L.

➢ **Otros datos relevantes:**

-Mosto a fermentar = 30.737 L.

- **Cálculo de necesidades:**

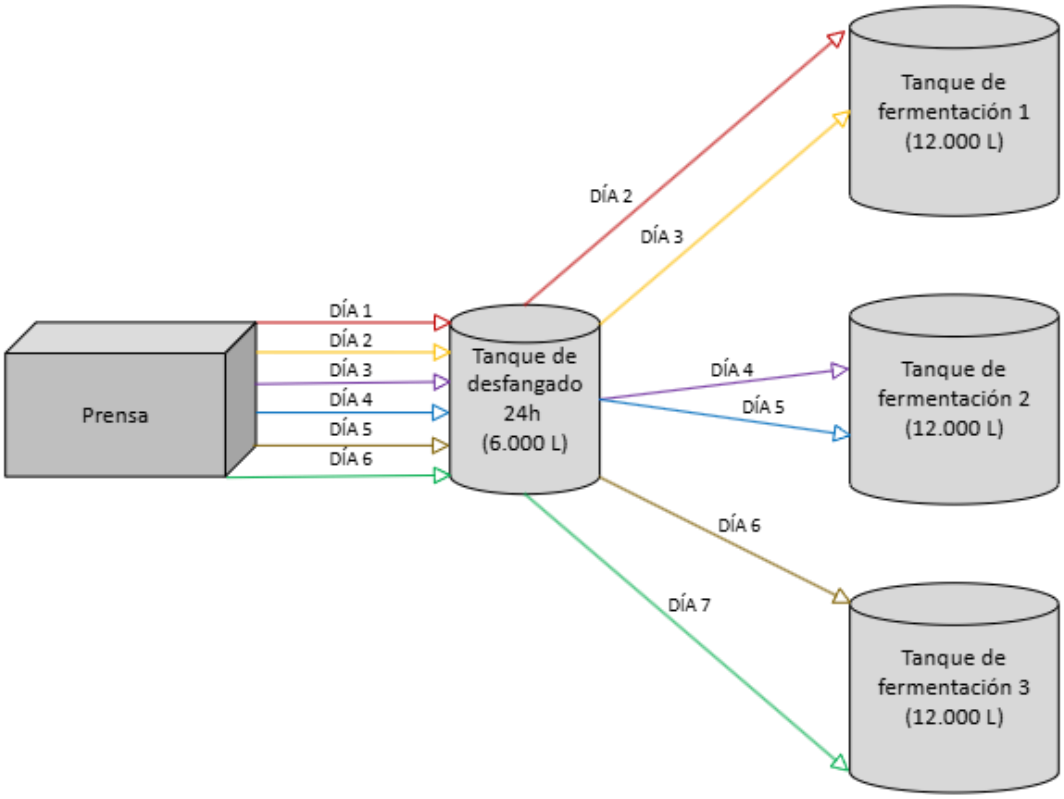
$$30.737\ L / 12.000\ L = 2{,}56 \approx 3.$$

-30.737 L / 3 = 10.246 L/tanque.

-10.246 / 12.000 = 0.85.

Harán falta 3 tanques de fermentación de 12.000 L que trabajarán al 85%.

Figura 48: Representación del flujo de mosto por los tanques durante el desfangado



Fuente: elaboración propia

2.4.1.14. Tanque de trasegado, estabilización, ensamblaje y tiraje

Es necesario un tanque específico para llevar a cabo la estabilización del vino base blanco, proceso esencial para garantizar la estabilidad tartárica y proteica del vino antes de su embotellado. La estabilización tartárica se realiza mediante la aplicación de frío, provocando la precipitación de sales de bitartrato potásico y cálcico, mientras que la estabilización proteica se logra mediante la adición de agentes clarificantes como bentonita. Estas operaciones aseguran que el vino no presente turbideces ni precipitados en la botella, manteniendo su limpidez y calidad organoléptica.

Figura 49: Depósito isotérmico para estabilización con fondo cónico y patas (DIEFCP)



Fuente:(Inoxdubra)

Se selecciona un depósito isotérmico de estabilización con fondo cónico y patas, equipado con grupo de frío incorporado (modelo DIEGFI, Inoxdubra). El fondo cónico facilita la acumulación y extracción de los precipitados formados durante la estabilización, mientras que el grupo de frío integrado permite alcanzar y mantener las bajas temperaturas necesarias para la precipitación de sales. El acero inoxidable AISI 316 garantiza la resistencia a la corrosión y la idoneidad para contacto alimentario, asegurando la higiene y durabilidad del equipo.

➔ **Elementos adicionales:**

-Serpentines sumergidos en el tanque y conectados al circuito de glicol para mantener el vino a 0°C imprescindible para precipitar los tartratos sin calentar el vino durante el proceso.

-Agitador interno sanitario, un **aspa rotativa** montada en el domo que mezcla suavemente el vino y distribuye de modo homogéneo los cristales de bitartrato de siembra, asegurando precipitación rápida y uniforme.

-Válvula buscatartratos situada en el vértice del cono, permite extraer el vino limpio por encima de la capa de cristales, dejando atrás los sedimentos sin necesidad de arrastrar lías o sólidos gruesos.

-Visor de nivel acrílico graduado en el lateral que muestra el volumen real en tiempo real, facilitando el cálculo de carga y la coordinación con la bomba de trasiego.

-Boca de hombre, una tapa de acceso hermética que facilita la inspección interna, la extracción de sedimentos y la limpieza manual profunda cuando sea necesaria.

-Toma de gas inerte, un racor para conectar el tanque al sistema de inertizado y llenar el espacio de cabecera del tanque de nitrógeno minimizando la oxidación en cabecera.

➢ **Datos del tanque:**

-Capacidad útil = 12.000 L.

➢ **Otros datos relevantes:**

-Vino a estabilizar = 10.042 L.

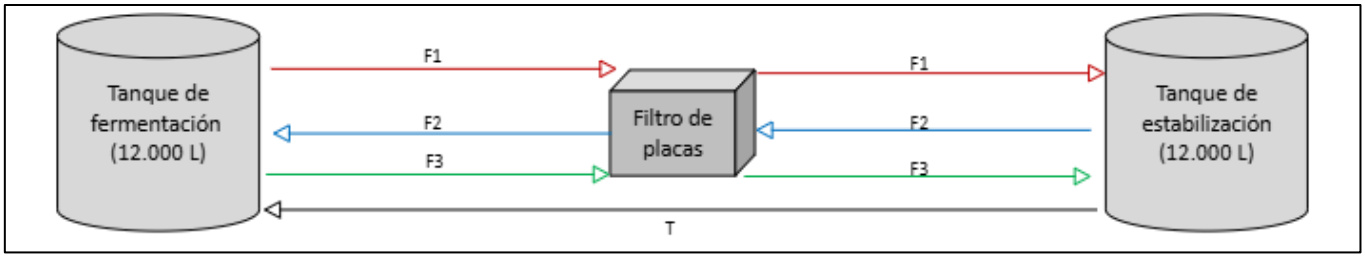
➢ **Cálculo de necesidades:**

-10.042 L / 12.000 L = 0,84.

Se usará un tanque de estabilización para estabilizar todo el vino en 3 tandas, una por tanque. Funcionará al 84% de su capacidad.

ESQUEMA DEL USO DE LOS TANQUES EN EL ACONDICIONADO

Figura 50: Representación del flujo de vino por los tanques durante el acondicionamiento

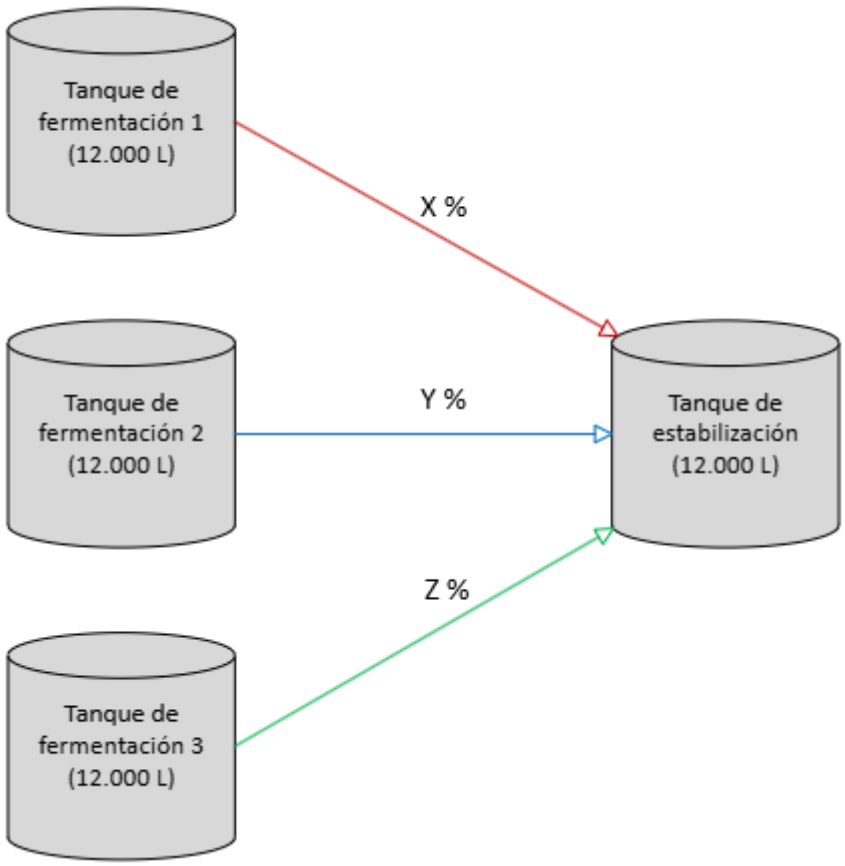


F=filtración: F1=Desbastadora, F2=Abrillantadora, F3=Esterilizadora. T=Trasiego

Fuente: elaboración propia

(X, Y y Z serán cantidades de cada vino base en función de sus características)

Figura 51: Esquema del uso de tanques en el ensamblaje

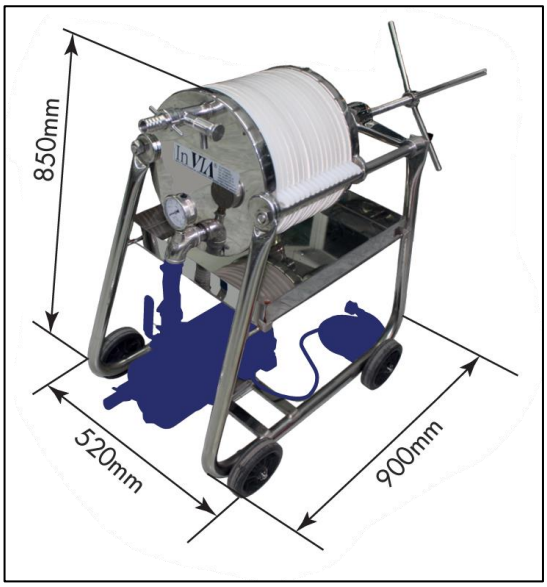


Fuente: elaboración propia

2.4.1.15. Filtro de placas

Durante la fase de acondicionamiento final el vino debe pasar por una serie de filtraciones que aseguren la limpidez y estabilidad del mismo antes de entrar en la línea de embotellado. Un solo equipo deberá poder realizar todas las filtraciones. El formato de placas y marcos resulta idóneo en bodegas pequeñas porque admite distintos grados de retención con solo cambiar la lámina y ofrece un acceso frontal que simplifica la inspección visual de cada hoja al terminar el pase.

Figura 52: Filtro de placas CL30 Modelo Cristalinox



Fuente: (InVIA)

El modelo citado encaja en ese contexto porque su bastidor compacto de acero inoxidable admite hasta treinta placas intercambiables, de manera que el operador decide en cada lote cuántas monta y con qué grado de poro, adaptando el caudal sin alterar la bomba ni la presión de línea. Las juntas alimentarias se tensan con un solo volante central, lo que acelera el cierre hermético y evita llaves de palanca que se deforman con el uso. Así, el filtro cumple con todas las filtraciones con un único bastidor ligero, fácil de limpiar y plenamente compatible con los caudales de la bodega.

➢ **Datos del filtro de placas:**

-Capacidad = 800-4500 L/h.

➢ **Otros datos relevantes:**

-Cantidades de vino a filtrar = 10.143 L.

➢ **Cálculo de necesidades:**

$$\frac{10.143\ L}{4500\ L/h} = 2{,}25\ h \approx \textbf{2 h y 15 minutos.}$$

2.4.1.16. Placas filtrantes

Para filtrar con eficacia en las tres fases clave: desbaste inicial, pulido abrillantador y filtrado estéril previo al embotellado, se requieren medios filtrantes de poro escalonado.

Figura 53: Placas filtrantes consumibles de desbaste, abrillantado y esterilizado



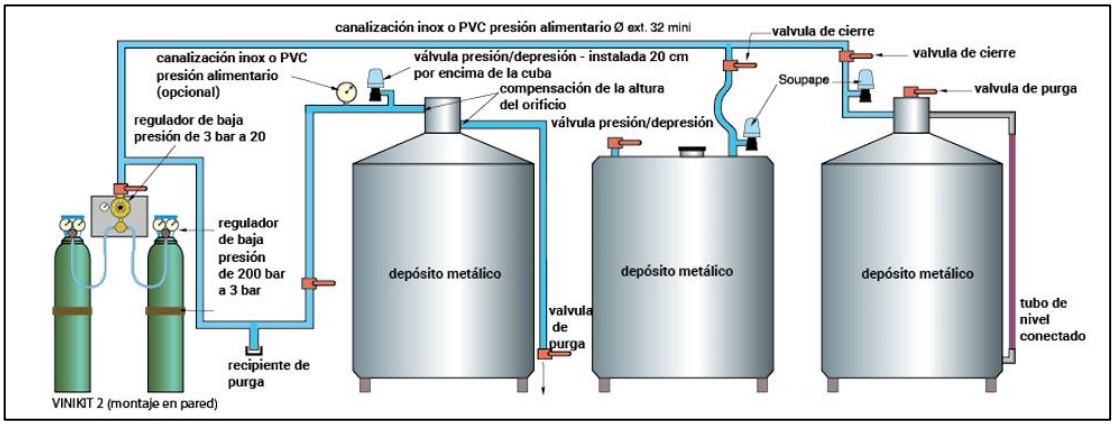
Fuente:(InVIA), (InVIA) y (InVIA)

Las hojas de celulosa purificada resuelven esa secuencia porque se suministran en tres rangos marcados: desbaste, abrillantado y esterilizado y perfectamente compatibles con el filtro de placas elegido ya que encajan sin recortes, sellan al primer apriete y soportan ciclos CIP de agua caliente sin deformarse.

2.4.1.17. Sistema de inertización

Desde el instante en que el mosto abandona la prensa hasta que el vino entra en la botella, cada trasiego, filtrado o vacío parcial del depósito lo expone al oxígeno y, con él, al riesgo de oxidacuón, pérdida de aromas volátiles y consumo acelerado de SO_2 libre. En una elaboración destinada a crianzas largas, donde la frescura y la integridad aromática deben sostenerse durante años, esa oxidación temprana comprometería la finura de las burbujas y forzaría correcciones de sulfuroso que chocan con los límites de la elaboración ecológica. Implantar un sistema de inertización con nitrógeno alimentario permite reemplazar el gas de cabeza en cada depósito y crear un colchón protector también durante filtraciones y embotellados ayudará a conservar mejor la calidad durante la elaboración.

Figura 54: Esquema de sistema de inertización



Fuente: (Air Liquide)

Figura 55: Regulador de presión



Fuente:(InVIA)

Figura 56: Botella de Nitrógeno



Fuente: (Carburos Metálicos)

El gas que mejor se adapta a la inertización de una bodega pequeña es el nitrógeno, porque combina una absoluta neutralidad química con un peso molecular suficiente para desplazar el aire de la parte superior de los depósitos sin disolverse en el vino ni alterar la presión interna. A diferencia del anhídrido carbónico, cuya alta solubilidad puede modificar la percepción de la acidez y generar sobrepresión en los trasiegos, el nitrógeno forma una manta ligera y estable que protege la superficie del líquido frente al oxígeno y mantiene inertes las tuberías durante filtraciones y embotellados sin introducir burbujas. La disponibilidad en botellas criogénicas de 16 L facilita una logística sencilla: basta conectar el regulador al colector principal, purgar la línea y llenar la cabecera de los depósitos tras cada trasiego, de modo que con tres botellas se cubre todo el ciclo anual sin invertir en tanques a presión fijos ni en generadores de nitrógeno de alto consumo eléctrico.

➔ **Elementos adicionales:**

-Bombonas de N_2 líquido/gaseoso (16 L criogénicos) con chasis de seguridad y válvula de cierre rápido.

-Regulador de baja presión (3 bar → 0–3 bar) con manorreductor dual y manómetro de alta resolución.

-Racor de salida del regulador a tubería rígida de acero inoxidable o PVC alimentario Ø 32 mm con uniones Tri-Clamp.

-Válvula de cierre principal en cada ramal para aislar depósitos individualmente.

-Válvula presión/depresión (o "safety valve") instalada 20 cm por encima de la línea de cabezera para compensar altura del depósito y evitar sobrepresión.

-Manifold de distribución con varias salidas y retención interna para alimentar hasta tres depósitos simultáneamente.

-Tubo de nivel conectado a cada depósito, calibrado para comprobar la manta de gas sin abrir tapa.

-Válvula de purga en la toma más baja de cada depósito para evacuar el aire residual durante el llenado de N_2.

-Filtro de línea (filtro de gas alimentario) antes de la entrada en los depósitos para retener partículas y humedad.

-Conexiones y juntas sanitarias (EPDM) compatibles con N_2 alimentario, para garantizar estanqueidad y resistencia química.

-Abrazaderas de manguera y pernos de presión para fijar tuberías a la pared o a soporte de los depósitos.

-Recipiente de purga para capturar condensados y permitir un vaciado controlado del circuito.

-Panel o estante metálico de pared para montar el regulador y las válvulas, manteniéndolas accesibles y protegidas.

➢ **Datos de la botella de N_2:**

-Contiene 16 L de Nitrógeno líquido.

-1 L de N_2 líquido = 700 L N_2 gaseoso.

➢ **Otros datos relevantes:**

-Capacidad del tanque de desfangado = 6.000 L.

-Capacidad de funcionamiento del tanque de desfangado = 88%.

-Capacidad de los tanques de fermentación y del tanque de estabilización = 12.000 L.

-Capacidad de funcionamiento de los tanques de fermentación= 85%.

➢ **Cálculo de necesidades:**

-Habrá que llenar el 12% restante (espacio de cabecera) de el tanque de desfangado (6 veces, una por desfangado y día), el 15% restante (espacio de cabecera) de los 3 tanques de fermentación una vez terminada la misma y la totalidad del tanque de estabilización.

0.12 x 6.000 x 6 = 4.320 L

0.15 x 12.000 = 1.800 L de N_2 / tanque

1.800 L de N_2 / tanque x 3 tanques = 5.400 L de N_2

Necesidades totales de N_2 = 12.000 + 5.400 + 4.320 = 21.720 L

1 L de N_2 líquido → 700 L N_2 gaseoso

x L de N_2 líquido → 21.720 L N_2 gaseoso

$$\frac{21.720\ L\ N2\ \ gaseoso\ x\ 1\ L\ de\ N2\ líquido}{700\ L\ N2\ \ gaseoso} = 31{,}03\ \text{L de } N_2 \text{ líquido}$$

$$\frac{31{,}03\ L\ de\ N2\ líquido}{16\ L\ de\ N2 \frac{líquido}{botella}} = 1{,}94 \approx \textbf{2 botellas de } N_2$$

2.4.1.18. Enjuagadora

Antes de que la botella reciba el licor de tiraje es imprescindible eliminar polvo, restos de cartón y cualquier traza de detergente provenientes del almacenamiento. Un enjuague interno con agua filtrada y tratada es la única forma fiable de evitar que esas partículas desencadenen turbideces o sabores a cartón húmedo en un cava que debe conservarse largo tiempo en rima. En una bodega pequeña resulta más eficiente disponer de una estación semiautomática colocada justo al inicio de la línea: así un único operario controla el flujo, gira cada envase boca abajo para

vaciar las gotas de aclarado y mantiene el ritmo de la llenadora sin recircular botellas ni manipularlas en exceso, reduciendo además la captación de oxígeno antes del llenado.

Figura 57: Enjuagadora de botellas semiautomática PT1-10



Fuente: (Agrovin)

Este modelo cubre esa función porque agrupa diez cánulas de enjuague en un plato rotativo compacto que limpia tantas botellas como la llenadora admite, de modo que la capacidad de la línea queda equilibrada sin crear cuellos de botella. Su accionamiento neumático abre la válvula sólo cuando la botella está perfectamente centrada, lo que ahorra agua y evita salpicaduras en la zona de trabajo. Al moverse sobre ruedas nivelables puede acercarse a la llenadora o retirarse en cuestión de minutos, liberando espacio cuando la línea no está en marcha, una versatilidad que encaja con la logística de una instalación pequeña en la que cada metro cuadrado cuenta.

- **Datos de la enjuagadora:**

-Rendimiento = 700 botellas/h.

- **Otros datos relevantes:**

-Cantidad de botellas = 40.527 unidades.

-Días de primer embotellado = 8 días.

-Botellas a enjuagar al día = 40.527 unidades / 8 días =5.066 bot/día.

- **Cálculo de necesidades:**

$$\frac{5.066\ bot/día}{700\ botellas/h} = 7.24\ \text{h} = \textbf{7h y 15 minutos}$$

2.4.1.19. Embotelladora

Una vez aclaradas las botellas será necesaria una llenadora semiautomática que permita colocar y retirar los envases a mano, controle el nivel de forma automática y permita seguir la velocidad de la enjuagadora para no crear cuellos de botella.

Figura 58: Llenadora semiautomática T/6GEH+FZ30



Fuente: (Agrovin)

El modelo seleccionado responde a ese perfil porque combina seis válvulas articuladas de llenado por gravedad que será suave con el líquido y compatibles con el formato de botella elegido. Cuenta con una boya interna que detiene el flujo en cuanto el vino alcanza la altura prefijada, evitando sobrellenados y pérdidas sin necesidad de ajustes continuos. Incorpora, además, un pequeño filtro de placas integrado en el bastidor que pule el vino justo antes de la embocadura, lo que asegura la limpidez del vino en caso de que resten partículas en él. Todo el conjunto está construido en acero inoxidable AISI 304 y montado sobre un banco compacto fácilmente desplazable, características que facilitan la higiene diaria y prolongan la vida útil sin exigir grandes inversiones ni espacio adicional.

➢ **Datos de la llenadora:**

-Rendimiento = 700 botellas/h.

➢ **Otros datos relevantes:**

-Cantidad de botellas = 40.527 unidades.

-Días de primer embotellado = 8 días.

-Botellas a llenar al día = 40.527 unidades / 8 días =5.066 bot/día.

➢ **Cálculo de necesidades:**

$$\frac{5.066\ bot/día}{700\ botellas/h} = 7.24\ \text{h} = \text{7h y 15 minutos}$$

2.4.1.20. Taponadora semiautomática de tapón roscado

Una vez llenas las botellas, la taponadora de tapón corona es esencial en una línea de cava porque garantiza un cierre hermético y uniforme de cada botella sin someter al vidrio a esfuerzos mecánicos que puedan generar micro fisuras o pérdidas de presión.

Figura 59: Taponadora neumática de tapón corona



Fuente: (InVIA)

El modelo elegido combina un cabezal intercambiable para coronas de 26 y 29 mm con un comando por pedal que deja libres las manos del operario para alinear botellas o retirar chapas defectuosas. La regulación de presión se hace con una llave de aire de 4–6 bar, ajustable sin herramientas, lo que permite calibrar el par de cierre en segundos y cambiar de formato de botella con un solo movimiento. Estas características, junto a su sencilla limpieza y la ausencia de componentes eléctricos en la zona de llenado, justifican su elección frente a alternativas manuales o eléctricas que exigen mantenimientos más complejos y espacios mayores.

➢ **Datos de la enjuagadora:**

-Rendimiento aproximado = 400 botellas/h.

➢ **Otros datos relevantes:**

-Cantidad de botellas = 40.527 unidades

-Días de primer embotellado = 8 días.

-Botellas a taponar al día = 40.527 unidades / 8 días =5.066 bot/día.

➢ **Cálculo de necesidades:**

Empleando 2 taponadoras a un rendimiento de 350 botellas/h para trabajar en contínuo con las demás máquinas:

$$\frac{5.066\ bot/día}{700\ botellas/h} = 7.24\ \text{h} = \text{7h y 15 minutos}$$

2.4.1.21. Jaulas

Durante la crianza en rima las botellas deben reposar horizontalmente, bien aseguradas y con posibilidad de movimiento rápido cuando llegue la fase de removido; un contenedor metálico apilable resuelve esa necesidad mejor que las antiguas pilas manuales, porque mantiene cada envase en la misma posición, soporta el peso en vertical y deja pasillos libres para carretilla sin riesgo de que se derrumbe la estiba.

Figura 60: Jaulón metálico



Fuente: (Mondelcava)

Este modelo aporta esa versatilidad gracias a su malla electrosoldada en acero galvanizado, capaz de aguantar la carga acumulada de varios niveles sin deformarse. El frontal abatible se abre por completo para cargar y descargar y su geometría encaja en racks estándares, de modo que los jaulones se apilan hasta cuatro alturas en la nave sin necesidad de estanterías fijas, y cuando están vacíos se pliegan sobre sí mismos, reduciendo el volumen de almacenaje a la mitad y liberando espacio al final de la campaña.

➢ **Datos del jaulón:**

-Capacidad = 442 botellas.

➢ **Otros datos relevantes:**

Cantidad de botellas = 40.527 unidades

➢ **Cálculo de necesidades:**

$$\frac{40.527\ botellas}{442\ botellas/jaulón} = 91{,}7 \approx 92\ \textbf{jaulones}$$

2.4.1.22. Pupitres

Cuando concluye la rima, las botellas deben girarse con delicadeza y pasar poco a poco hasta quedar completamente invertidas; sólo así las lías descienden en espiral y se compactan junto al obturador, condición imprescindible para un degüelle limpio y sin pérdidas de vino. El armazón tradicional que permite ese movimiento controlado es el pupitre: dos paneles de madera con orificios cónicos que sujetan la botella mientras el operario la rota a razón de un octavo de vuelta diaria y aumenta gradualmente la inclinación hasta la posición en punta. Frente a otros sistemas, el pupitre ofrece un control visual inmediato de la decantación y ocupa poco espacio cuando no se precisa de su uso al ser plegable.

Figura 61: Pupitre de madera



Fuente:(Mondelcava)

El modelo de madera propuesto aprovecha esa arquitectura clásica con la ventaja añadida de su ligereza: un solo operario puede desmontar el tablero para limpieza o trasladarlo dentro de la cava sin maquinaria auxiliar, algo imposible con estructuras de hormigón o acero. De esta garantiza así un removido preciso con la mínima inversión en equipos auxiliares y preserva la estética artesanal que la bodega desea mostrar a sus visitantes.

➢ **Datos del pupitre:**

-Capacidad = 120 botellas.

➢ **Otros datos relevantes**

-Cantidad de botellas = 40.527 unidades.

➢ **Cálculo de necesidades**

$$\frac{40.527\ botellas}{120\ botellas/pupitre} = 337.7 \approx 338 \text{ pupitres.}$$

2.4.1.23. Congelador de cuellos

El degüelle de un espumoso exige que las lías queden atrapadas en un “tapón” helado antes de destapar la botella; de lo contrario se enturbia el vino, se pierde presión y aumenta la merma. Un congelador de cuellos crea ese tapón de hielo sumergiendo sólo el gollete en una mezcla

glicólica a –25 °C, de modo que el tapón sale disparado con la presión interna sin arrastrar líquido ni arriesgar re-suspender sedimentos, una práctica ya descrita como la más segura y eficiente para pequeñas tiradas de cava y champagne. Al concentrar la operación en una cuba cerrada se minimiza también el consumo de energía y se reduce el uso de dióxido de carbono para mantener la atmósfera protectora durante el degüelle

Figura 62: Congelador de cuellos de botella PG



Fuente:(Agrovin)

El modelo elegido resuelve esa etapa porque integra en un bastidor compacto de acero inoxidable un depósito aislado con agitación de glicol, un plato rotativo que mantiene el nivel de inmersión constante y un grupo frigorífico propio y está pensado para funcionar de forma autónoma sin necesidad de circuito externo de frío . Las patas nivelables permiten mover la unidad junto a la línea de degüelle y retirarla cuando no se utiliza, optimizando el espacio y el tiempo de cambio de formato. De esta forma la bodega dispone de un equipo robusto, fácil de higienizar y dimensionado para su producción diaria sin sobredimensionar la instalación de frío.

- **Datos del congelador de cuellos:**

-Rendimiento = 900 botellas/h.

- **Otros datos relevantes:**

-Cantidad de botellas = 40.527 unidades.

-Al realizar el segundo embotellado en momentos distintos para cada crianza solo se embotellan de una tanda la mitad del total de las botellas, ya sean reserva o gran reserva: Cantidad de botellas a procesar = 40.527 /2 = 20.264 unidades

-Días de segundo embotellado = 3 días.

-Botellas a congelar al día = 20.264 unidades / 3 días = 6.755 bot/día.

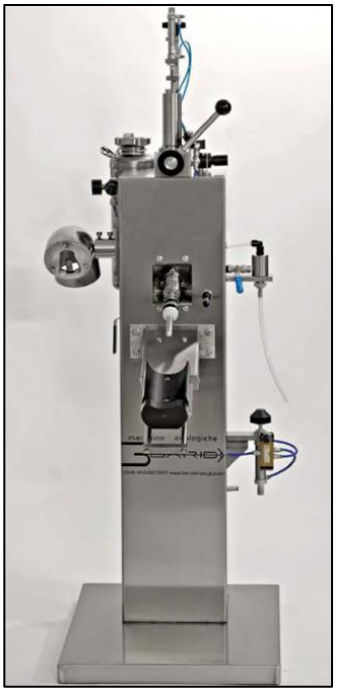
➢ **Cálculo de necesidades:**

$$\frac{6.755\ bot/día}{900\ botellas/h} = 7.5\ \text{h} = 7\text{h y } 30\ \text{minutos.}$$

2.4.1.24. Equipo de degüelle, dosificación y nivelado

En el instante del degüelle, las lías compactadas deben salir de la botella y la esta ha de recuperar al milímetro el volumen perdido para conservar presión y homogeneidad en todo el lote. Una máquina que concentre desgorgado, dosificación y nivelado en una misma pinza permite mantener la cadencia de la línea, reducir el contacto del vino con el aire a unos pocos segundos y obtener botellas uniformes sin pérdidas de presión o calidad.

Figura 63: Monobloc semiautomático para desgorgado, dosificación y nivelado Atlas M



Fuente:(Agrovin)

El modelo expuesto resuelve ese punto crítico porque integra un cabezal de apertura neumática que destapa la botella con mínima pérdida de gas, seguido por un surtidor volumétrico regulable que repone exactamente la merma y un tercer pistón que fija el nivel por depresión. Además, se ahorra espacio y el dispositivo se puede mover libremente a necesidad del proceso puesto que va montado sobre un sistema móvil de ruedas.

➢ **Datos del equipo:**

-Rendimiento = 150 botellas/h.

➢ **Otros datos relevantes:**

-Cantidad de botellas = 40.527 unidades.

-Al realizar el segundo embotellado en momentos distintos para cada crianza solo se embotellan de una tanda la mitad del total de las botellas, ya sean reserva o gran reserva: Cantidad de botellas a procesar = 40.527 /2 = 20.264 unidades.

-Días de segundo embotellado = 3 días.

-Botellas a procesar al día = 20.264 unidades / 3 días = 6.755 bot/día.

➢ **Cálculo de necesidades:**

Empleando 6 equipos:

Rendimiento = 150botellas/h x 6 = 900 botellas/h.

$$\frac{\mathbf{6.755\ bot/día}}{\mathbf{900\ botellas/h}} = \mathbf{7.5\ h} = \mathbf{7h\ y\ 30\ minutos.}$$

2.4.1.25 Taponadora bozaladora

El cierre definitivo del espumoso requiere insertar el tapón de corcho a gran compresión y asegurar-lo inmediatamente con el bozal de alambre, de modo que la botella resista sin fugas la presión interna de entre 5 y 6 bar durante el resto de su vida comercial.

Figura 64: Taponadora Bozaladora semiautomática tipo BM 900



Fuente:(TDD)

Este modelo combina un cabezal neumático de compresión del corcho con una unidad de torsión del alambre gobernada por leva templada. El bastidor compacto en acero inoxidable se nivela mediante ruedas bloqueo, de modo que la máquina se alinea en segundos con el monobloc de degüelle sin ocupar espacio fijo en la cava.

➢ **Datos del equipo:**

-Rendimiento = 900 botellas/h.

➢ **Otros datos relevantes:**

-Cantidad de botellas = 40.527 unidades.

-Al realizar el segundo embotellado en momentos distintos para cada crianza solo se embotellan de una tanda la mitad del total de las botellas, ya sean reserva o gran reserva: Cantidad de botellas a procesar = 40.527 /2 = 20.264 unidades.

-Días de segundo embotellado = 3 días.

-Botellas a procesar al día = 20.264 unidades / 3 días = 6.755 bot/día.

➢ **Cálculo de necesidades:**

Empleando 6 equipos:

Rendimiento = 150botellas/h x 6 = 900 botellas/h.

$$\frac{6.755\ bot/día}{900\ botellas/h} = 7.5\ h =$$ **7h y 30 minutos.**

2.4.1.25. Capsuladora y etiquetadora

En la fase final, el vino ya vestido con corcho y bozal necesita un acabado impecable que proyecte calidad y garantice la trazabilidad exigida por la D.O.. Se han de aplicar cápsula y etiquetas. Integrar ambas funciones en un módulo semiautomático permite mantener el ritmo del embotellado, libera personal para inspecciones visuales y asegura que cada lote salga con la imagen corporativa perfectamente alineada y sin burbujas ni arrugas que comprometan la presentación del cava.

Figura 65: Monobloc automático de capsulado y etiquetado autoadhesivo T/2



Fuente:(Agrovin)

El monobloc seleccionado responde a esa necesidad porque combina un distribuidor de cápsulas con una estación de etiquetado autoadhesivo gobernada por motor paso a paso, todo sobre un mismo chasis en acero inoxidable y con regulación milimétrica de altura para distintos formatos. El plato centrador mantiene la botella fija mientras la cápsula se encoge y, en el mismo ciclo, la etiqueta frontal y la contra se aplican con un desfase programable que asegura simetría en 360 °, evitando repeticiones y rechazos en control final. El cuadro táctil memoriza

recetas por referencia comercial, de modo que el cambio de vino se reduce a un minuto sin recalibrar sensores ni ajustar disparos. Así la bodega cierra el proceso con una unidad compacta que une estética y eficiencia, alineada con la cadencia diaria y sin añadir pasos intermedios ni requerir más superficie en la línea.

➢ **Datos del equipo:**

-Rendimiento = 900 botellas/h.

➢ **Otros datos relevantes:**

-Cantidad de botellas = 40.527 unidades

-Al realizar el segundo embotellado en momentos distintos para cada crianza solo se embotellan de una tanda la mitad del total de las botellas, ya sean reserva o gran reserva: Cantidad de botellas a procesar = 40.527 /2 = 20.264 unidades.

-Días de segundo embotellado = 3 días.

-Botellas a procesar al día = 20.264 unidades / 3 días = 6.755 bot/día.

➢ **Cálculo de necesidades:**

Empleando 6 equipos:

Rendimiento = 150botellas/h x 6 = 900 botellas/h.

$$\frac{6.755\ bot/día}{900\ botellas/h} = 7.5\ \text{h} = \textbf{7h y 30 minutos}$$

Figura 66: Tabla resumen de equipos y maquinaria

Máquina/Elemento auxiliar	Rendimiento/Capacidad	Unidades	Materia procesada	Cantidad a procesar	Unidades	Nº de máquinas/elementos necesarios	Rendimiento total	% de utilización	Consideraciones
Caja	24	kg	Racimos de uva	9500	kg/día	396	9504	100	-
Remolques	105	cajas	Cajas	396	cajas	4	420	94	Cada remolque hace 2 viajes
Báscula puente	10	toneladas	Remolque	4.384	toneladas	1	10	44	Pesado de remolques de uno en uno
Sistema de volteado de cajas y selección	6000	kg/h	Cajas y racimos	5718	kg	1	6000	95	-
Despalilladora	5000-15000	L/h	Racimos de uva	5718	L/h	1	15000	38	-
Contenedor de raspón	605	L	Raspón	1128	L/día	2	1210	93	Se vacían en el remolque a diario
Bomba de vendimia	12000	L/h	Granos de uva	5718	L/h	1	12000	48	Bombeo diario de orujos a remolque
Prensa	9.5	toneladas	Granos de uva	8.832	toneladas	1	9.5	93	-
Bomba de trasiego	12000	L/h	Mosto	10246	L	1	12000	85	-
Bomba dosificadora SO_2	1.5	L/h	Solución de SO_2	1.06	L/h	1	1.5	71	-
Tanque de SO_2	20	L	Solución de SO_2	20	L	1	20	100	Garrafa de la dosilución de 20 L
Tanque de desfangado	6000	L	Mosto	5254	L	1	6000	88	-
Tanque de fermentación	12000	L	Vino	10246	L	1	12000	85	-
Tanque de estabilización y trasiego	12001	L	Vino	10247	L	1	12001	85	-
Filtro de placas	4500	L/h	Vino	10143	L	1	4500	100	-
Bombona de N_2 (Sistema de inertización)	16	L	Aire	21720	L	2	32	97	1 L de N_2 líquido = 700 L N_2 gaseoso
Enjuagadora	700	botellas/h	Botellas	5066	botellas/día	1	700	100	-
Llenadora	700	botellas/h	Botellas	5066	botellas/día	1	700	100	-
Taponadora de tapón rosca	400	botellas/h	Botellas	5066	botellas/día	2	800	88	-
Jaulón	442	botellas	Botellas	40527	botellas/día	92	40527	100	-
Pupitre	120	botellas	Botellas	40527	botellas/día	338	40527	100	-
Congelador de cuellos	900	botellas/h	Botellas	5066	botellas/día	1	900	100	-
Equipo de deguelle y rellenado	150	botellas/h	Botellas	5066	botellas/día	6	900	100	-
Taponadora -bozaladora	900	botellas/h	Botellas	6755	botellas/día	1	900	100	-
Capsuladora-etiquetadora	900	botellas/h	Botellas	6755	botellas/día	1	900	100	-

2.4.2. Higiene y limpieza

La limpieza y la desinfección adecuada son la columna vertebral de la calidad y seguridad en la elaboración de vino en una bodega. Son varias las problemáticas a las que se expone la elaboración de vino. Las superficies húmedas y cargadas de azúcares son susceptibles al crecimiento de levaduras como Brettanomyces o bacterias lácticas que forman biopelículas capaces de contaminar un depósito entero. De este modo, la higiene diaria es la primera barrera contra desviaciones sensoriales y riesgos para la salud del consumidor

La rutina comienza siempre con un enjuague que retira residuos visibles y continúa con un detergente ácido o alcalino y concluye con el desinfectante. Para automatizar esos pasos se instala un sistema CIP. Cabe destacar que en bodega se desaconseja el uso de lejía (solución de hipoclorito sódico) ya que el cloro libre reacciona con compuestos fenólicos presentes en madera, corcho y materia orgánica, generando clorofenoles que los hongos transforman en 2,4,6-tricloroanisol (TCA), el responsable del conocido "olor a corcho" que arruina la calidad sensorial incluso. Por todo ello se deben usar desinfectantes sin cloro como el peróxido, ácido peracético, vapor o agua caliente, los cuales ofrecen la misma eficacia antimicrobiana sin riesgo de generar TCA ni corroer el equipamiento.

La rotación de detergentes evita la aparición de cepas resistentes y la combinación de tensioactivos con álcalis o peróxidos facilita la limpieza a menor temperatura, lo que reduce energía y protege el acero inoxidable

La solución ideal para satisfacer la necesidad de un plan de higiene y limpieza pasa por la integración de en un sistema APPCC en el proceso productivo. En él, el equipo de calidad y seguridad analiza los peligros de diversas naturalezas como microbiológicos, químicos o físicos, fija puntos críticos de control, define límites medibles, establece un sistema de vigilancia, prescribe acciones correctoras y verifica la eficacia con auditorías y calibraciones anuales

La documentación resultante de la implementación del sistema APPCC, como planes de limpieza, hojas de seguridad de los químicos y actas de verificación, serán archivadas al menos cinco años y demostrarán ante la administración sanitaria y los clientes que el vino es seguro, estable y elaborado bajo un control sistemático y no meramente rutinario.

Figura 67: Calentador de agua y sistema CIP



Fuente: (Inoxdubra)

En la elaboración de cava, la higiene y el control térmico son fundamentales para garantizar la calidad y seguridad del producto final. En este contexto, el uso de un calentador de agua y un sistema CIP (Clean-In-Place) se vuelve esencial.

El calentador de agua proporciona la temperatura necesaria para diversas etapas del proceso de limpieza y desinfección. Al calentar las soluciones de limpieza, se mejora su eficacia en la eliminación de residuos y microorganismos, asegurando que los equipos estén adecuadamente higienizados antes de cada uso. Este control térmico es crucial para mantener la integridad del cava, evitando contaminaciones que puedan alterar sus características organolépticas.

Por otro lado, el sistema CIP permite la limpieza automatizada de los equipos sin necesidad de desmontarlos. Este sistema circula soluciones de limpieza y enjuague a través de los equipos, garantizando una limpieza uniforme y eficiente. Además, al ser un proceso cerrado y automatizado, se reduce la exposición del personal a productos químicos y se minimiza el consumo de agua y energía. La implementación de un sistema CIP no solo mejora la eficiencia operativa, sino que también asegura la consistencia y calidad del cava producido.

En resumen, la integración de un calentador de agua y un sistema CIP en la bodega es una inversión en calidad, eficiencia y seguridad, elementos clave en la producción de un cava de excelencia.

Figura 68: Hidrolimpiadora móvil



Fuente: (Boada)

02 1028	30 litros/minuto	100 Bar	7,50 kW	Fría y Caliente 85°	220 – 380 V

En la elaboración de cava, la limpieza y desinfección de las instalaciones y equipos son fundamentales para garantizar la calidad y seguridad del producto final. En este contexto, la utilización de una hidrolimpiadora móvil, como las ofrecidas por Boada Tecnología, se presenta como una herramienta indispensable.

La hidrolimpiadora móvil permite una limpieza eficiente y profunda de superficies y equipos, gracias a su capacidad para proyectar agua a alta presión. Esta presión facilita la eliminación de residuos orgánicos, suciedad y microorganismos que podrían afectar la higiene del proceso de producción. Además, su diseño móvil proporciona flexibilidad y facilidad de uso, permitiendo su desplazamiento a diferentes áreas de la bodega según las necesidades de limpieza.

El uso de una hidrolimpiadora móvil contribuye a mantener un entorno de trabajo limpio y seguro, minimizando el riesgo de contaminación cruzada y asegurando que los estándares de higiene se mantengan en todo momento. Esto es especialmente importante en la producción de cava, donde la pureza y calidad del producto son esenciales.

En resumen, la incorporación de una hidrolimpiadora móvil en la bodega es una inversión en la calidad y seguridad del cava, facilitando una limpieza eficaz y adaptada a las exigencias del proceso de elaboración.

2.4.3. Mano de obra.

2.4.3.1. Descripción de la mano de obra.

Según la fase de producción de la elaboración del producto del proyecto se necesitarán distintos tipos y cantidades de mano de obra, habiendo periodos más acusados que otros. Por ello, se hará distinción entre la mano de obra fija y la temporal. La primera formará parte de la plantilla de la bodega durante todo el año, independientemente de las variaciones en la carga de trabajo y por norma general será más cualificada. En cuanto a la mano de obra temporal, los contratos serán fruto de las jornadas de mayor volumen de trabajo que requieran de mano de obra poco o nada especializada.

- **TRABAJADORES FIJOS:**

•**Enólogo y jefe de producción:** dirige el estilo de los vinos, selecciona las levaduras y nutrientes, controla cada fermentación y decide los ensamblajes; a la vez planifica el calendario de embotellado y vela por el cumplimiento de la normativa sanitaria y medioambiental. También actuará como responsable de calidad e inocuidad, haciendo seguir el plan APPCC.

•**Capataz de bodega:** organiza el trabajo diario, asigna tareas a los operarios, supervisa bombas, depósitos y sistemas, garantiza la seguridad y coordina los turnos de el resto de personal.

•**Técnico de laboratorio:** realiza los análisis de rutina (pH, acidez, SO_2, alcohol, azúcares), calibra los equipos y aporta datos relevantes para el procesado y control, comunicando al enólogo desviaciones químicas o microbiológicas detectadas.

•**Operadores especializados:** reciben la uva, manejan la maquinaria, realizan trasiegos, filtraciones y limpiezas profundas de equipos. Son conocedores de los equipos y los procesos.

•**Técnico de mantenimiento:** ejecuta el plan preventivo de bombas, prensas, intercambiadores y línea de frío, atiende averías eléctricas y neumáticas y certifica la seguridad de los equipos a presión. Para grandes averías se recurre a empresas externas.

•**Personal de limpieza:** limpia tanques, mangueras y suelos, trabaja en espacios confinados para retirar lías o mosto solidificado y aplica los protocolos de desinfección exigidos.

•**Auxiliar administrativo:** gestiona albaranes de entrada de uva, compras de insumos, partes de producción, facturación y nóminas, además de mantener actualizado los registros de trazabilidad, planificar y controlar la logística de la bodega.

➢ **TRABAJADORES TEMPORALES:**

•**Vendimiadores:** cortan y seleccionan los racimos en la viña, los depositan en cajas y pueden realizar un primer cribado de uvas dañadas según las instrucciones del enólogo.

•**Tractoristas-transportistas:** forman parte de la cuadrilla de campo juanto a los vendimiadores. Cargan el remolque, trasladan la uva hasta bodega, descargan y vuelven al campo para un nuevo ciclo.

•**Personal de embotellado:** complementa el personal fijo en los días de primer y segundo embotellado trabajando en la línea de embotellado en la maquinaria relativa al mismo.

2.4.3.1. Cálculo de necesidades de la mano de obra

➢ **VENDIMIA:**

-Se realizará vendimia selectiva, con un rendimiento de 200 $\frac{kg}{h\ x\ vendimiador}$

-Teniendo en cuenta que se necesitan 9.500 kg/día y que la jornada de vendimia durará 8 horas:

$$\frac{9.500\ kg}{8\frac{h}{día}\ x\ 200\frac{kg}{h\ x\ vendimiador}} = 5{,}94 \approx 6\ \text{vendimiadores}$$

➢ **TRANSPORTE:**

Al haber 2 remolques habrá dos transportistas-tractoristas haciendo dos viajes cada uno de 2375 $\frac{kg}{viaje\ x\ remolque}$

➢ **PRIMER EMBOTELLADO:**

Además de el personal fijo que se encargará de coordinar, supervisar y colaborar en el proceso harán falta empleados para cubrir los puestos de cada máquina.

-Enjuagadora (unidades:1, puestos:1) → 1 operario.

-Llenadora (unidades:1, puestos:1) → 1 operario.

-Inserción de obturadores (manual) → 1 operario.

-Taponadora tapón corona (unidades:2, puestos:1) → 2 operarios.

➢ **SEGUNDO EMBOTELLADO:**

-Congelador de cuellos (unidades:1, puestos:1) → 1 operario.

-Monobloc degüelle-nivelado (unidades:6, puestos:1) → 6 operarios.

-Taponadora-bozaladora (unidades:1, puestos:1) → 1 operario.

-Etiquetadora-capsuladora (unidades:1, puestos:1) → 1 operario.

-Encajado (manual) → 2 operarios.

Tabla 4: Necesidades fijas de mano de obra

Oficio	Enólogo y jefe producción	Capataz bodega	Técnico laboratorio	Operadores especializados	Técnico mantenimiento	Personal limpeza	Administrativo
Nº trabajadores	1	1	1	2	1	2	1

Fuente: elaboración propia

Tabla 5: Necesidades temporales de mano de obra

Oficio	Vendimiadores	Transporista-tractorista	Personal de pr embotellado	Personal de segu embotellado
Nº de trabajador	6	2	5	11

Fuente: elaboración propia

3. PROGRAMA PRODUCTIVO

A continuación, se recoge la relación de actividades a realizar su distribución en el tiempo de los periodos máximos permisibles para la realización de cada actividad sin retrasar la posterior. Además, se identificarán y cuantificarán las necesidades de materia del proceso, se recogiendo las cantidades y volúmenes de productos y subproductos necesarios o producidos.

3.1. Cantidades de materias primas y auxilares

Tabla 6: Tabla resumen de equipos de materias primas en la obtención del vino base

	Identificación de necesidades				Satisfacción de necesidades				
Materia	**Dósis**	**Unidades**	**Cantidad total**	**Unidades**	**Formato de lote**	**Unidad**	**Cantidad por lote**	**nº de lotes necesarios**	**nº de lotes a adquirir**
Anhidro sulfuroso	50	mg/L	9.5	L	Garrafa	L	20	0.48	1
LSA	30	g/hL	9.22	kg	Saco	kg	10	0.92	1
Clarificantes	125	mL/hL	38.42	L	Garrafa	L	20	1.92	2
Correctores	A demanda	g/L	A demanda	-	Saco	kg	25	1	1
Bitartrato de potasio	4	g/L	121	kg	Saco	kg	25	4.84	5

Tabla 7: Tabla resumen de equipos de materias primas en la obtención del vino espumoso

	Identificación de necesidades				Satisfacción de necesidades				
Materia	**Dósis**	**Unidades**	**Cantidad total**	**Unidades**	**Formato de lote**	**Unidad**	**Cantidad por lote**	**nº de lotes necesarios**	**nº de lotes a adquirir**
Azúcar	2300	g/hL	6.9	kg	Saco	kg	5	1.38	2
LSA	30	g/hL	9	kg	Saco	kg	10	0.90	1
Clarificante	90	ml/hL	26.98	L	Garrafa	L	5	5.40	6
Tiamina	0.03	g/hL	9	g	Bote	g	120	0.08	1
Fosfato diamónico	30	g/hL	9	kg	bolsa	kg	5	1.80	2

Tabla 8: Tabla resumen de materias primas en el embotellado

	Identificación de necesidades			Satisfacción de necesidades				
Materia	Unidades	Cantidad	Cantidad total	**Unidad**	Unidades por lote	nº de lotes	Formato del lote	**Consideraciones**
Botellas	ud/L	4/3	40527	Botella	20	2026	Cajas	Capacidad de 0.75 L y 527 unidades para botellas de rellenado
Chapas	ud/botella	1	40527	Chapa	200	203	Chapas	527 unidades para botellas de rellenado
Obturadores	ud/botella	1	40527	Obturador	200	203	Blolsa	527 unidades para botellas de rellenado
Corchos	ud/botella	1	40000	Corcho	500	80	Bolsa	-
Bozales	ud/botella	1	40000	Bozal	3000	14	Bolsa	-
Cápsulas	ud/botella	1	40000	Cápsula	100	400	Paquete	-
Etiquetas delanteras	ud/botella	1	40000	Etiqueta delantera	40	1000	Lámina	-
Etiquetas traseras	ud/botella	1	40000	Etiqueta trasera	40	1000	Lámina	-
Cajas	ud/botella	1	40000	Caja	2000	20	Cajas	-

Fuente: elaboración propia

3.2. Cantidad de subproductos y residuos producidos.

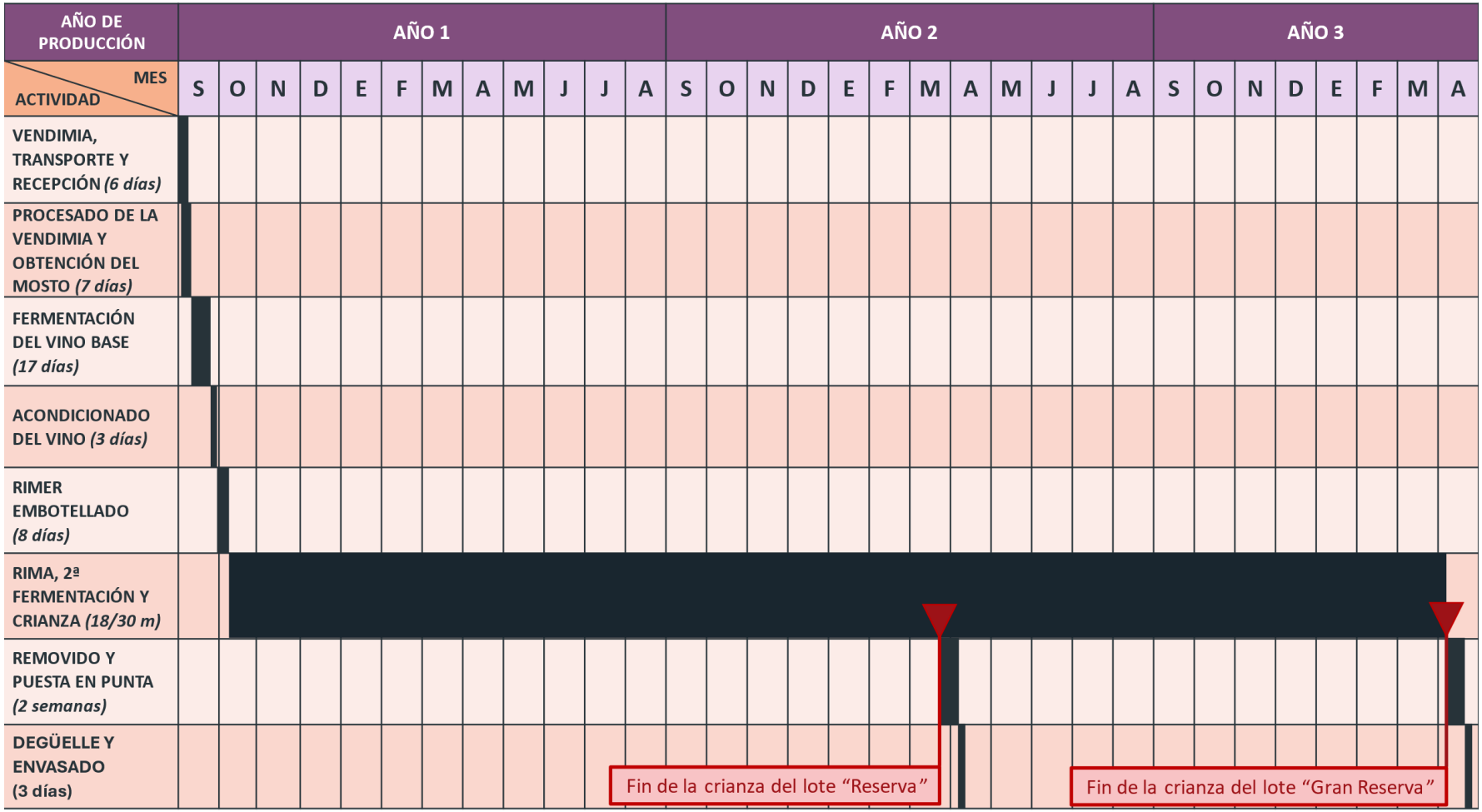
Tabla 9: Tabla resumen de residuos y subproductos del procesado

	Producción		Gestión			
Residuo/Subproducto	Cantidad producida	Unidades	Almacenaje	Residuo/Subproducto	Uso directo/Valorización/Eliminación/Reutilización	Lugar de gestión
Destríos	569	kg	cajas	Subproducto	Compostaje	Empresa especializada
Raspones	3382	kg	caja/remolque	Residuo	Incineración	Empresa especializada
Orujos	21467	kg	remolque	Subproducto	Destilado	Destilería próxima
Fangos	787	L	bidón	Residuo	Tratamiento de vertidos	EDARI
Residuos vínicos	458	L	bidón	Residuo	Tratamiento de vertidos	EDARI
Residuos de la filtración	303	L	bidón	Residuo	Tratamiento de vertidos	EDARI
Chapas	527	chapas	contenedor	Residuo	Reciclado	Planta de transferencia de residuos
Obturadores	527	obturadores	contenedor	Residuo	Reciclado	Planta de transferencia de residuos
Botellas	527	botellas	Almacén bodega	-	Reutilización	Bodega propia
Lías	390	L	bidón	Residuo	Tratamiento de vertidos	EDARI

Fuente: elaboración propia

3.3. Cronograma de las actividades

Figura 69: cronograma del proceso productivo completo



Fuente: elaboración propia

Figura 71: cronograma de la vendimia y recepción

DÍAS DE CAMPAÑA	0-6										
HORA / ACTIVIDAD	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
VENDIMIA	8 h										
TRANSPORTE					1h				1h		
RECEPCIÓN (20min)											
ANÁLISIS, CONTROL Y CARACTERIZACIÓN						40 min				40 min	

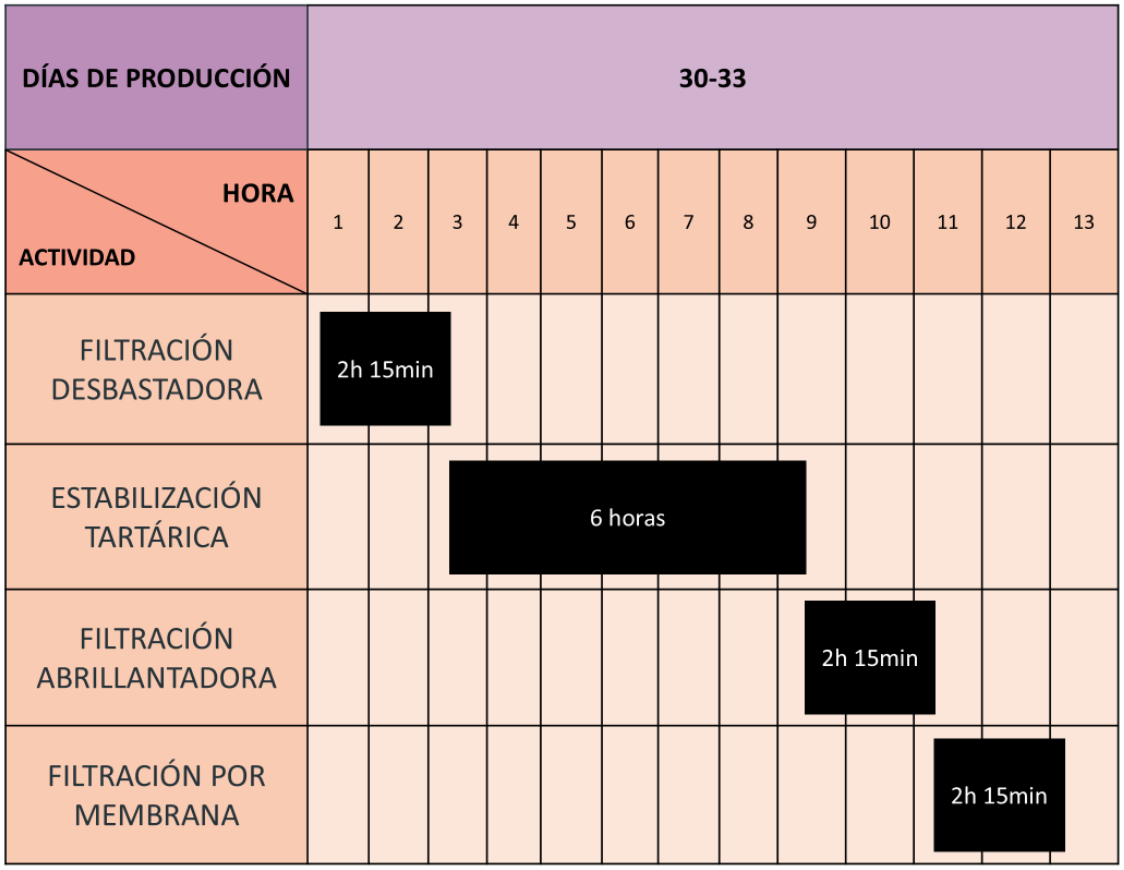
Fuente: elaboración propia

Figura 71: cronograma del procesado de uva

DÍA DE PRODUCCIÓN	1-7				
HORA / ACTIVIDAD	1	2	3	4	5
VACIADO DE CAJAS Y SELECCIÓN	1h y 40 min				
DESPALILLADO	1h y 40 min				
ESTRUJADO Y PRENSADO			1h y 30 min		
SULFITADO Y BOMBEO A TANQUE			1h y 30 min		

Fuente: elaboración propia

Figura 72: cronograma del acondicionamiento del vino



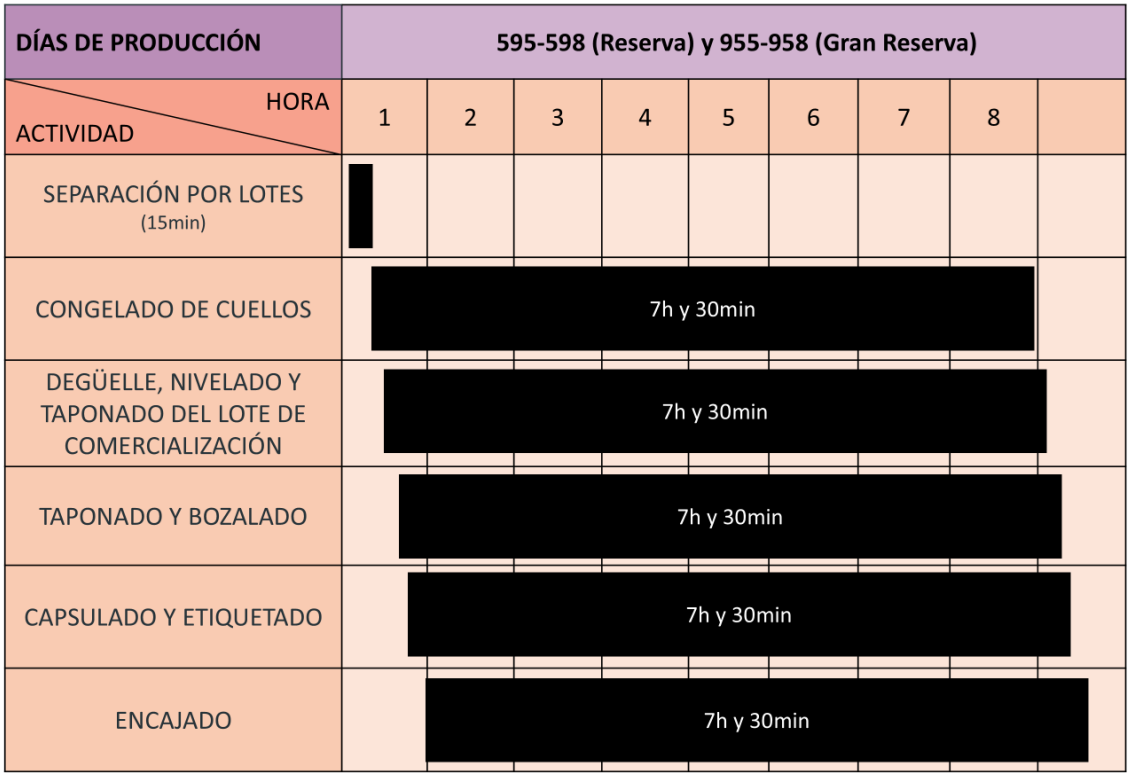
Fuente: elaboración propia

Figura 73: cronograma del primer embotellado

DÍA DE PRODUCCIÓN	33-41								
HORA / ACTIVIDAD	1	2	3	4	5	6	7	8	9
ENJUAGADO DE BOTELLAS	7h y 15min								
RELLENADO DE BOTELLAS	7h y 15min								
TAPONADO CON OBTURADOR Y TAPÓN CORONA	7h y 15min								

Fuente: elaboración propia

Figura 74: cronograma del segundo embotellado



Fuente: elaboración propia

ANEJO IV: INGENIERÍA DEL DISEÑO

TRABAJO FIN DE GRADO

Javier Martínez Ferrez

Curso académico 2024-2025

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRONÓMICA, ALIMENTARIA Y DE BIOSISTEMAS

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. INTRODUCIÓN A LA INGENIERÍA DEL DISEÑO 3
2. PRINCIPIOS DE DISEÑO 3
3. PROPUESTA DE DISEÑO 5
3.1. Análisis relacional de actividades 5
3.1.1. Identificación y numeración de actividades 5
3.1.2. Tabla relacional de actividades 8
3.2. Determinación de necesidades de espacio en la sala de procesado y embotellado 10
3.3. Justificación de medidas de almacenamiento 12
3.3.1. Cámara frigorífica 14
3.3.2. Almacén de materiales de embotellado 15
3.3.3. Sala de rima y crianza o de jaulones 18
3.3.4. Sala de puesta en punta o de pupitres 19
3.3.5. Almacén de producto terminado 21
3.4. Dimensionamiento de otras zonas 23
3.5. Diagrama relacional de espacios 23
3.6. Boceto inicial 24
4. DISEÑO FINAL 26

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Numeración de salas 8
Tabla 2: Código de relación de actividades 8
Tabla 3: Código de líneas del diagrama relacional 9
Tabla 4: Cálculo de superficies de las zonas de proceso 11

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Esquema relacional de actividades 9
Figura 2: Diagrama relacional de actividades 10
Figura 3: Carretilla eléctrica 13
Figura 4: Transpaleta 14
Figura 5: Paletización de cajas de uva en la cámara frigorífica 14
Figura 6: Plano de la cámara de refrigeración 15
Figura 7: Paletización de material de embotellado 16
Figura 8: Estanterías de palés 17
Figura 9: Plano del almacén de materias de embotellado 17
Figura 10: Paletización de los jaulones de rima 18
Figura 11: Plano de la sala de crianza 19
Figura 12: medidas del pupitre 20
Figura 13: Cinta transportadora móvil y plegable 20
Figura 14: Plano de la sala de pupitres 21
Figura 15: Paletizado del producto elaborado 22
Figura 16: Plano de el almacén de producto elaborado 23
Figura 17: Diagrama relacional de espacios con leyenda de zonas 24
Figura 18: Boceto inicial del diseño con leyenda de zonas 25
Figura 19: Diseño final 26

1. INTRODUCIÓN A LA INGENIERÍA DEL DISEÑO

El objetivo del presente anejo es el de diseñar la distribución en planta de una nave destinada a la producción de vino espumoso por el método tradicional con una capacidad de producción de 40.000 botellas al año. La ingeniería del diseño es la ordenación física de elementos para incrementar la funcionalidad, la eficiencia y, en ocasiones, la estética de un sistema, en este caso, una bodega.

Para alcanzar el diseño definitivo se llevará a cabo un proceso minucioso de análisis de necesidades. Primero, se identificarán las áreas necesarias para la realización de cada actividad o conjunto de actividades de elaboración del producto. A continuación, se estudiará la relación de necesidad de proximidad o lejanía entre dichas actividades. Tras ello, se procede a el cálculo de superficies necesarias para realizar cada actividad. Finalmente, con todos los datos recogidos, se procede a la realización de el diseño final, estudiando posibles alternativas de diseño.

De esta forma podremos obtener planos de la distribución de salas y maquinaria para el cálculo de instalaciones y estructuras.

2. PRINCIPIOS DE DISEÑO

El proceso de diseño se basa en una serie de principios de diseño que actúan como pilares fundamentales para obtener resultados satisfactorios. Estos principios operan como guías fundamentales que ordenan y articulan cada fase del desarrollo de una planta o sistema, asegurando coherencia, eficiencia y seguridad en el futuro funcionamiento de esta.

La **integración del conjunto** es el principio que asegura que todos los subsistemas diseñados, tanto de proceso como auxiliares, no funcionen aisladamente, sino como un único sistema coherente y eficiente. Esto implica definir desde el inicio necesidades comunes para equipos, tuberías, controles y servicios, de modo que compartan espacio y suministro de materias o energía.

El principio de **distancia mínima recorrida a igualdad de condiciones** implica ubicar máquinas, equipos y puestos de trabajo de modo que en cada sucesión de operaciones estas queden adyacentes o tan próximas como sea posible. Para ello se emplea un análisis

detallado de los flujos de material, siendo mejor el diseño cuya distancia a recorrer sea menor ya que optimiza el uso del espacio.

El principio de **circulación o flujo de materias primas** establece que, a igualdad de condiciones, será mejor aquel diseño en el cual cada área productiva se ubique de modo que reproduzca el orden de las operaciones de transformación, de modo que el material avance de forma natural y continua desde su entrada hasta su salida. Para ello, se definen y validan rutas de transporte interno a partir de mapas de flujo, asignando adyacencia a las máquinas y puestos implicados en procesos consecutivos. La uniformidad en la secuencia del flujo evita movimientos innecesarios, reduce cuellos de botella y facilita el monitoreo de lotes. Además, el diseño debe asegurar que nunca lleguen a cruzarse rutas incompatibles como la del producto y los residuos o la relativa a las materias primas y el producto ya elaborado. También deberán separarse zonas claramente diferenciadas por su naturaleza como limpias y sucias, seas y húmedas o frías y calientes.

La **utilización efectiva** es el principio de todo el espacio busca maximizar el aprovechamiento tanto de la superficie como del volumen disponible en la planta, reduciendo áreas ociosas y optimizando rutas y almacenamiento. La correcta aplicación de este principio contribuye a elevar la productividad, disminuir costes de construcción y operación, y mejorar la seguridad y ergonomía en la planta. Esto se consigue agrupando zonas con las mismas funciones y buscando la compacidad de instalaciones

El principio de **satisfacción y seguridad de todos los trabajadores** persigue garantizar el bienestar del personal mediante la integración de criterios ergonómicos y medidas de seguridad desde la fase de diseño de la planta, reduciendo riesgos de lesiones y mejorando la comodidad en el trabajo. Debe tenerse en cuenta la normativa vigente como el CTE y la ley de Seguridad y Salud en el trabajo y prevención de riesgos laborales. De este modo, las instalaciones no solo cumplen con los estándares de seguridad, sino que también fomentan un entorno agradable, aumentando la satisfacción.

Por último, el principio de **flexibilidad en el diseño** determina que, a igualdad de condiciones, será mejor aquel diseño que permita ajustes o reordenaciones futuras con los menores costes e inconvenientes posibles. Por ello, indica que el conjunto de equipos, líneas y servicios se conciba de modo que cada componente pueda sustituirse o resituarse

sin afectar al sistema completo. De esta forma se facilitarán posibles futuros cambios en el volumen de producción, tecnología y procesos o productos e incluso ampliaciones.

3. PROPUESTA DE DISEÑO

A continuación, se expone el proceso llevado a cabo para obtener el diseño final y los cálculos y justificaciones pertinentes.

3.1. Análisis relacional de actividades

Primero deben seccionarse las actividades por zonas según los procesos que se vayan a realizar en ellas y establecer un criterio de relación entre dichas áreas. Para ello, primero se identificarán las zonas necesarias para llevar a cabo el proceso productivo, incluyendo las zonas auxiliares.

3.1.1. Identificación y numeración de actividades

A continuación, se numeran definen y describen las distintas salas que tendrá la nave:

1) **Cámara frigorífica:** recibe la vendimia nada más descargarse y mantiene los racimos a baja temperatura durante al menos 24 horas. Este preenfriado inhibe la actividad enzimática y microbiana, preserva los compuestos aromáticos de la uva y facilita el posterior procesado del mosto a baja temperatura.

2) **Laboratorio y almacén de materias auxiliares:** será donde se lleven a cabo los análisis de pH, acidez, grado probable de alcohol y dióxido de azufre libre. En este espacio también se conservan en condiciones controladas los clarificantes, nutrientes y correctores necesarios para la fermentación y estabilización del vino base.

3) **Sala de procesado**: concentrará las etapas iniciales de la elaboración de vino base: despalillado y prensado neumático de los granos, sulfitado inmediato del mosto al trasiego y desfangado estático en frío para su posterior fermentado y acondicionado.

4) **Almacén de material de envasado:** guarda botellas, tapones de corcho y corona, alambres de bozal, cápsulas decorativas, etiquetas y cajas de cartonaje.

5) **Sala de embotellado:** alberga la línea semiautomática donde las botellas se enjuagan, rellenan por gravedad y se tapan con corona metálica en el primer embotellado. En el segundo de degüellan, rellenan, taponan y se aplican etiquetas y cápsulas. Cada máquina va dispuesta para fluir al ritmo marcado por la producción diaria, evitando cuellos de botella y asegurando la trazabilidad del lote.

6) **Sala de rima y crianza**: es el espacio destinado a la segunda fermentación en botella y al reposo sobre lías. Las botellas descansan en jaulones metálicos o "rimas" apilables, horizontalmente, a temperatura controlada, para promover la toma suave de espuma y el desarrollo de matices por autolisis de levadura.

7) **Sala de pupitres de puesta en punta**: será el almacén de pupitres, donde cada botella gira diariamente un octavo de vuelta hasta quedar invertida. Este removido progresivo concentra las lías en el cuello, preparando su expulsión limpia en el degüelle.

8) **Almacén de producto terminado:** guarda las botellas vestidas y encajadas, listas para su distribución. Aquí se garantiza la protección de cada unidad, se controla inventarios y se prepara la carga según pedidos.

9) **Sala técnica de producción de frío:** servirá para ubicar los compresores y el equipo de bombeo del circuito de refrigeración. Desde este centro de control térmico se alimentan la cámara frigorífica, los serpentines de los depósitos y las salas climatizadas, asegurando el cumplimiento estricto de las temperaturas críticas en todas las fases del proceso.

10) **Sala de limpieza**: La sala de limpieza concentra los recursos y herramientas destinados a la descontaminación de tanques y líneas. Aquí se preparan y almacenan los productos detergentes y desinfectantes siguiendo fichas técnicas, se validan y registran los ciclos de limpieza (temperatura, tiempos y concentraciones) y se efectúan las operaciones de lavado de utillaje que no pueden limpiarse en línea. La existencia de procedimientos validados de limpieza y su registro son exigencias habituales en la normativa y guías.

11) **Almacén de residuos:** El almacén de residuos es el área de recepción y acopio temporal de subproductos y residuos de proceso (hollejos, semillas, lías, aguas de lavado, etc.). Debe estar diseñado para evitar derrames, olores y proliferación microbiana: superficies resistentes y drenaje controlado, recipientes etiquetados y cubiertos, ventilación y acceso restringido.

12) **Baños y vestuarios:** serán un único conjunto funcional cuyo propósito es garantizar la higiene personal del personal y facilitar el tránsito controlado entre la ropa de calle y la zona productiva. En este espacio debe disponerse, de forma inmediata y sin necesidad de cruzar áreas de proceso, de lavabos señalizados con instrucciones de lavado, jabón y sistemas de secado, iluminación adecuada y ventilación; la localización del punto de lavado junto al acceso a la producción es un requisito práctico y de buenas prácticas que evita que el personal entre en las áreas de manipulación sin haberse lavado las manos.

13) **Comedor y sala de descanso**: será el espacio destinado a las pausas y a la ingesta de alimentos del personal; deben estar físicamente separados de las áreas de proceso para evitar cualquier riesgo de contaminación. En este local se proporciona mobiliario confortable, superficies fáciles de limpiar y puntos para el lavado de manos; se implementan normas de comportamiento (ropa de calle, higiene antes y después de la comida) y se dispone de señalización para mantener aforos y distancia cuando proceda. Estos espacios contribuyen a la seguridad alimentaria y al bienestar del personal, y su correcta gestión está recogida en los principios básicos de higiene y salud laboral.

Por lo que quedan todas recogidas en la siguiente tabla:

Tabla 1: Numeración de salas

NÚMERO	ZONA
1	Cámara frigorífica
2	Laboratorio y almacén de materias auxiliares
3	Sala de procesado
4	Almacén de material de envasado
5	Sala de embotellado
6	Sala de rima y crianza
7	Sala de puesta en punta
8	Almacén de producto elaborado
9	Sala técnica de producción de frío
10	Sala de limpieza
11	Almacén de residuos
12	Baños y vestuarios
13	Comedor y sala de descanso

Fuente: Elaboración propia

3.1.2. Tabla relacional de actividades

Para el estudio lógico de las necesidades de relación entre salas y su grado de importancia se debe emplear un sistema de códigos con su respectivo significado:

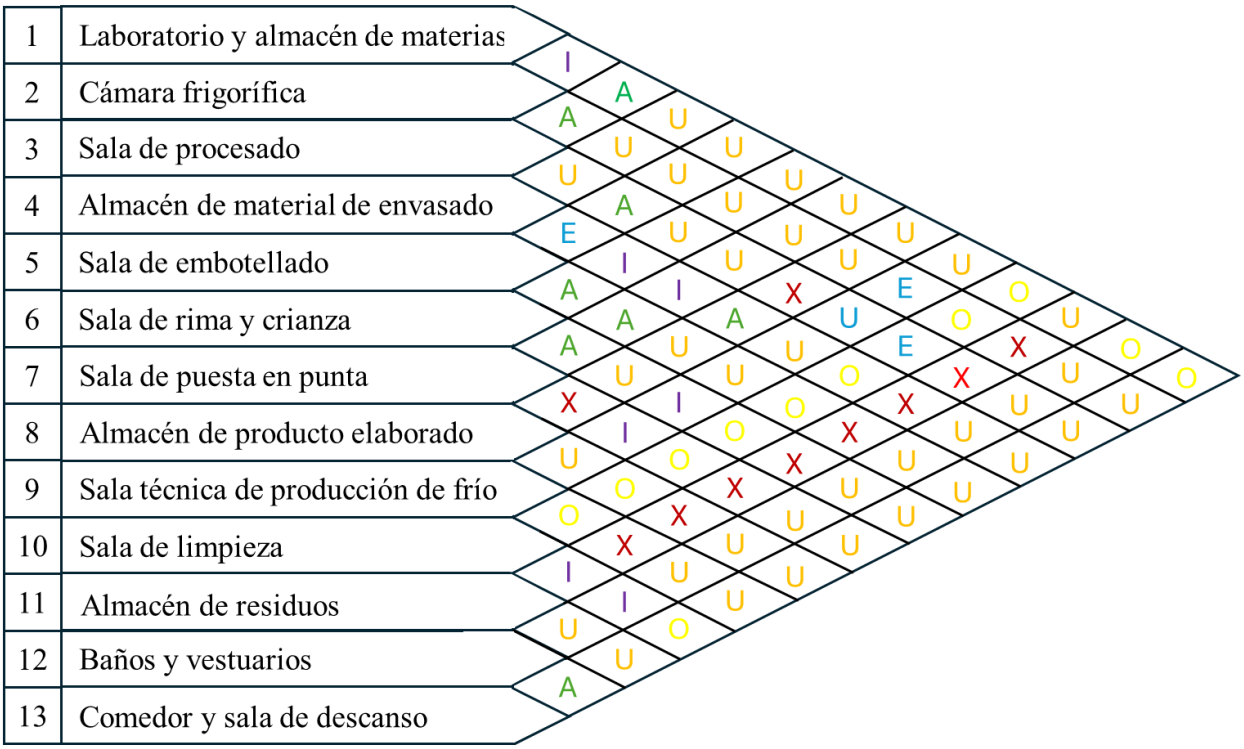
Tabla 2: Código de relación de actividades

CÓDIGO	IMPORTANCIA O NECESIDAD DE PROXIMIDAD
A	Absolutamente necesario
E	Especialmente importante
I	Importante
O	Importancia ordinaria
U	No importante
X	Indeseable

Fuente: Elaboración Propia

Una vez definidos los códigos podemos realizar un esquema relacional que permita exponer todas las relaciones entre salas de una forma lógica y ordenada.

Figura 1: Esquema relacional de actividades



Fuente: Elaboración Propia

Una vez descritas las relaciones, se pasa a la representación de las mismas mediante un diagrama relacional que seguirá el siguiente código de líneas:

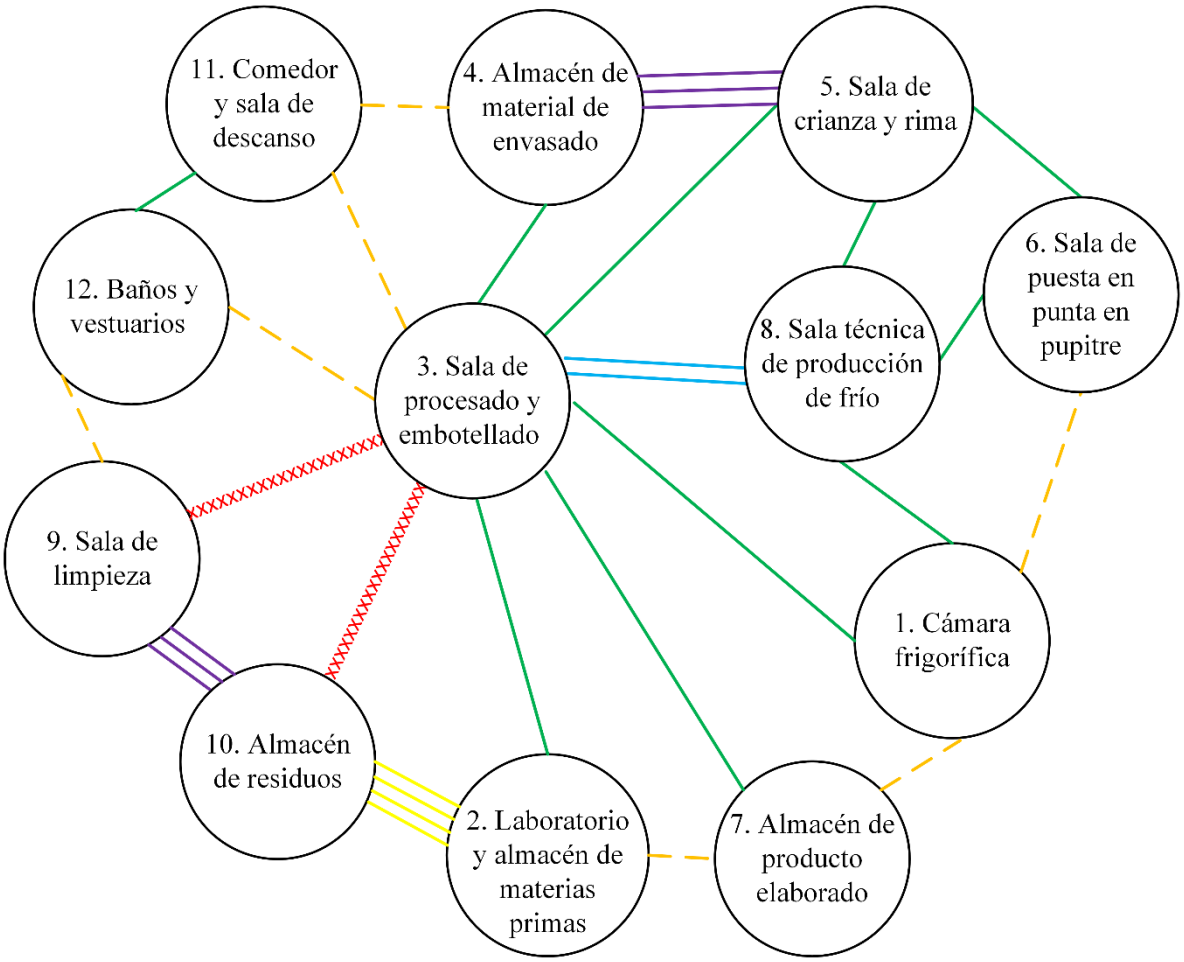
Tabla 3: Código de líneas del diagrama relacional

CÓDIGO DE LÍNEAS	
A	———
E	———
I	———
O	———
U	- - - - - - - - - - - - - -
X	xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx

Fuente: Elaboración Propia

Permitiendo realizar de forma lógica y eficaz el diagrama relacional:

Figura 2: Diagrama relacional de actividades



Fuente: Elaboración Propia

3.2. Determinación de necesidades de espacio en la sala de procesado y embotellado

El siguiente paso en el diseño en planta consiste en integrar al esquema la información relativa a la superficie necesaria para cada actividad con el fin de garantizar su correcto funcionamiento. Conociendo los equipos y las medidas que ocupa cada sala, se procede al dimensionado de las mismas considerando las siguientes medidas:

- **Superficie o volumen estático (Ss):** corresponde al área ocupada por el equipo o máquina.

- **Superficie de gravitación (S_G):** espacio necesario alrededor del puesto de trabajo. Se calcula como:

$$S_G = S_S \times N$$

donde *N* es el número de lados del equipo que requieren uso, contemplando unos 60 cm por lado para el operario y unos 45 cm adicionales para operaciones de mantenimiento.

- **Superficie de evolución (Se):** área reservada para el desplazamiento de personas y maquinaria entre puestos de trabajo. Se determina como:

$$S_E = (S_S + S_G) \times K$$

donde *K* es un coeficiente que considera la altura media de una persona o de los objetos en movimiento, dividido entre dos, en relación con la cota promedio de máquinas o mobiliario.

De esta forma, se calculan las áreas de las zonas de proceso que no se destinen a almacenamiento:

Tabla 4: Cálculo de superficies de las zonas de proceso

SALA/EQUIPO	SUPERFICIE ESTÁTICA				SUPERFICIE DE GRAVITACIÓN				SUPERFICIE DE EVOLUCIÓN
Zona de recepción	**Ancho**	**Largo**	**Alto**	**SE**	**Ancho**	**Largo**	**Alto**	**SG**	**SE**
Remolques(x2)	2.32	4.2	1.623	9.744	3.22	5.4	1.623	34.776	63
Báscula puente	2.45	5	0.2	12.25	2.45	5	0.2	12.25	22
							TOT	47.026	85
Zona de procesado									
Volteadora seleccionadora	1	6	1.1	6	2.2	6.6	1.1	14.52	26
Despalilladora	1.2	2.6	1.3	3.12	2.4	3.2	1.3	7.68	14
Prensa	1.5	2.5	1.75	3.75	2.55	3.7	1.75	9.435	17
Tanque de desfangado	1.875	1.875	3.314	3.515625	2.775	2.925	3.314	8.116875	15
Tanque de fermentación (x3)	2.285	2.285	3.983	5.221225	3.185	3.335	3.983	31.865925	57
Tanque de estabilización y trasiego	2.485	2.485	4.397	6.175225	3.385	3.535	4.397	11.965975	22
							TOT	83.583775	150
Zona de embotellado 1									
Enjuagadora	0.67	0.67	0.75	0.4489	1.87	1.87	0.75	3.4969	
Llenadora	0.83	0.62	1.78	0.5146	1.73	1.67	1.78	2.8891	
Taponadora de tapón rosca (x2)	0.22	0.27	0.75	0.1188	1.12	1.32	0.75	2.9568	
				1.0823			TOT	9.3428	17
Zona de embotellado 2									
Congelador de cuellos	1.7	1.7	1.2	2.89	2.9	2.9	1.2	8.41	
Equipo de deguelle y rellenado (x6)	0.75	0.6	1.6	0.45	0.75	0.6	1.6	2.7	
Taponadora -bozaladora	0.6	0.55	1.45	0.33	1.5	1.6	1.45	2.4	
Capsuladora-etiquetadora	1.1	1.75	1.55	1.925	2.15	2.95	1.55	6.3425	
							TOT	19.8525	36

Fuente: Elaboración Propia

Se juntarán las zonas de proceso y embotellado por motivos de logística y ahorro en materiales de construcción, facilitando el procesado y aprovechando espacios. Los equipos de embotellado, como se expuso en el anterior anejo, son móviles y requieren de los tanques para su utilización.

Así, tendremos una zona de recepción exterior a la nave de 85 m^2 para el pesaje de remolques y la descarga de uva y una sala de procesado y embotellado de 203 m^2.

3.3. Justificación de medidas de almacenamiento

Para las salas que se vayan a emplear a modo de almacén, el dimensionamiento se realizará siguiendo los siguientes principios.

Salas de almacenamiento no climatizado:

-Distancia mínima entre palets: 100 mm

-Distancia mínima entre palet y pared: 100 mm

-Ancho mínimo de pasillos: 2.500 mm

-No se bajarán los techos

Salas de almacenamiento climatizado:

-Distancia mínima entre palets: 100 mm

-Distancia mínima entre palet y pared: 300 mm

-Ancho mínimo de pasillos: 2.500 mm

- Distancia mínima entre palet y pared: 900 mm

- Distancia mínima entre palet techo: 900 mm

Nota: el ancho mínimo de los pasillos en ambos casos corresponde al radio de giro de el toro mecánico seleccionado para el movimiento de palets por la nave. A continuación, se expone la unidad seleccionada, cuyo radio de giro es de 2.480mm.

Figura 3: Carretilla eléctrica



Fuente: (Still)

Datos del equipo:

-Capacidad de carga: 1.600 kg

-Elevación: 6.810 mm

-Radio de giro (anchura de pasillo necesaria): 2.480 mm

➔Se emplearán tres carretillas eléctricas para la nave.

Para el transporte de cajas de uva se emplean transpaletas manuales, los cuales también ayudarán a satisfacer otras necesidades de transporte.

Figura 4: Transpaleta



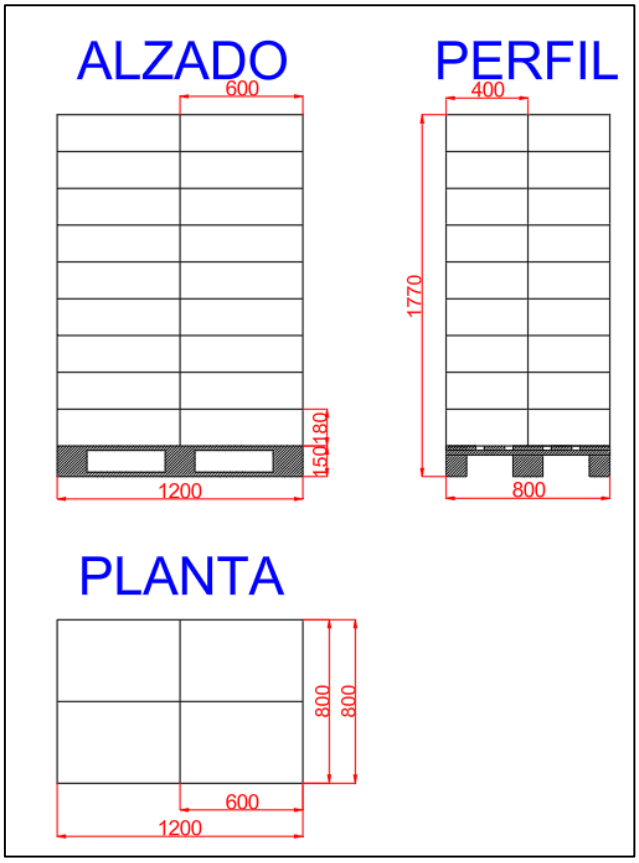
Fuente: (Europea)

➔Se emplearán dos transpaletas para la nave.

3.3.1. Cámara frigorífica

Habrá que almacenar 396 cajas de uva, que se paletizarán en 9 alturas de 4 cajas por altura.

Figura 5: Paletización de cajas de uva en la cámara frigorífica



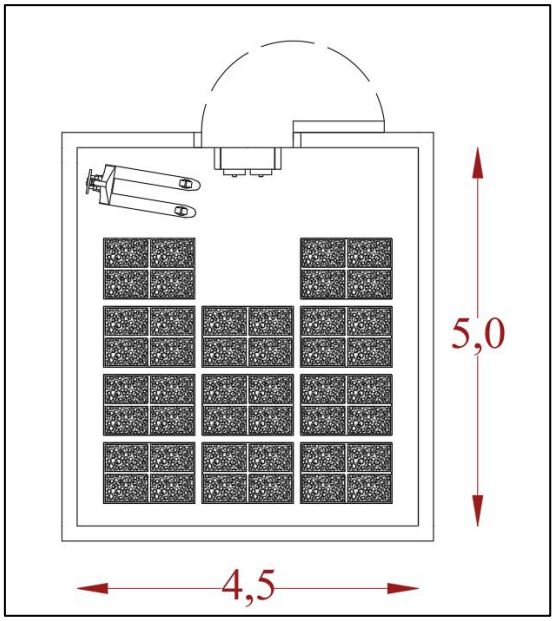
Fuente: Elaboración Propia

De esta forma, habrá 11 palés en la cámara: $\frac{396\ cajas}{4\ x\ 9\ cajas/palé}$ = 11 palés

Conociendo que cada caja carga 24 kg de uva, cada palé pesará 864 kg, siendo factible la carga y descarga con los transpaletas.

Por lo cual, siguiendo las normas de espacio anteriormente descritas y los cálculos superiores, la cámara frigorífica será de 4,5x5x2,7m.

Figura 6: Plano de la cámara de refrigeración



Fuente: Elaboración Propia

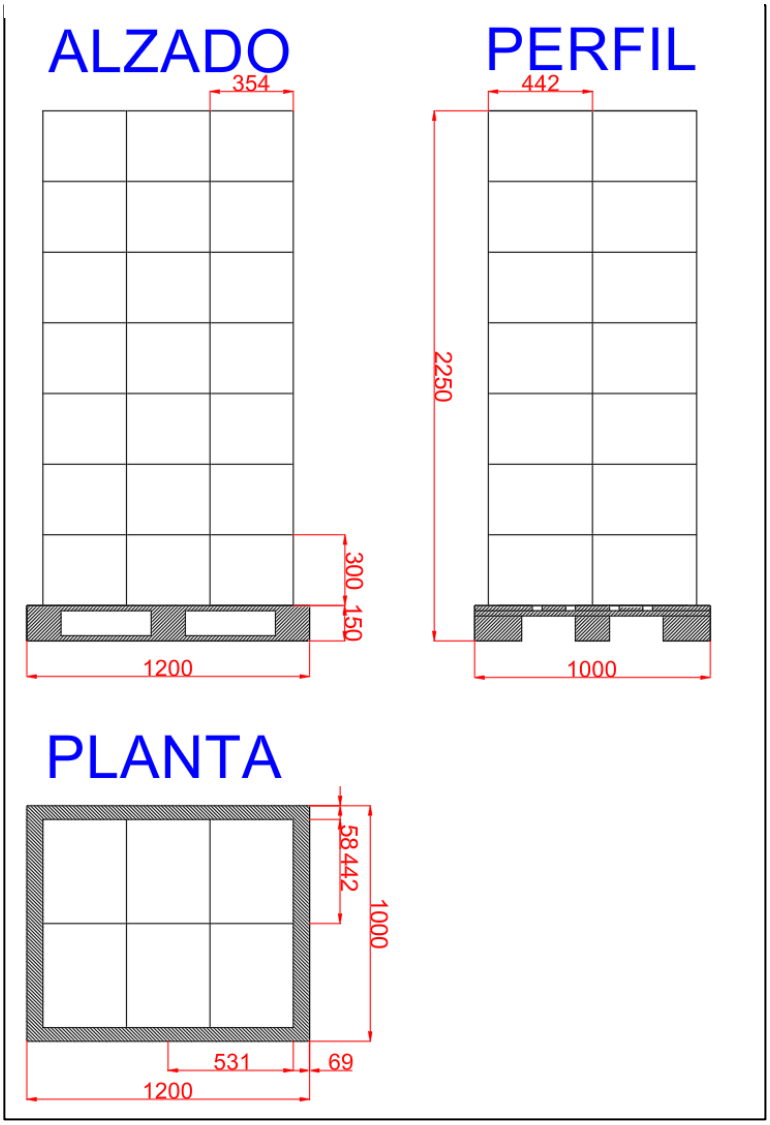
3.3.2. Almacén de materiales de embotellado

Para el almacén de materias de embotellado se emplearán estanterías industriales de palés puesto que no será necesario bajar el techo por necesidades de refrigeración y se podrá aprovechar la altura de la nave en su totalidad.

Harán falta 40.000 unidades de cada materia como ya se ha descrito en el anejo anterior, pero se operará con un margen de seguridad en caso de lotes defectuosos o problemas similares.

La principal materia a almacenar en términos de espacio y peso serán las botellas, las cuales, según datos del proveedor, vendrán paletizadas de a siguiente forma:

Figura 7: Paletización de material de embotellado

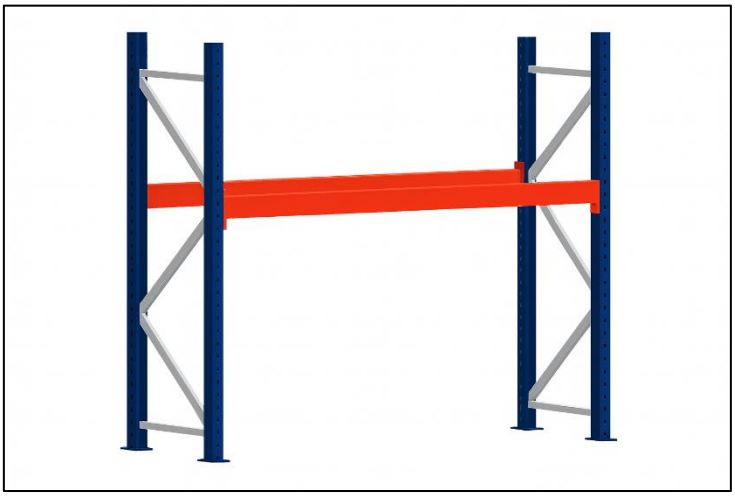


Fuente: Elaboración Propia

Al venir 20 botellas por caja, habrá 840 botellas por palé, por lo que con 48 palés habrá 40.000 botellas y 320 extra para tener el margen mencionado. Se añaden 4 palés más para obturadores, tapones corona, corchos, bozales, cápsulas, etiquetas, cajas y plástico film para embalaje de menor necesidad de espacio.

Las estanterías industriales empleadas serán de dos alturas contando el suelo, tendrán dimensiones de 2,3x5x1,2m y aguantarán 2.000 kg, suficiente para aguantar los palés de botellas de 900 kg.

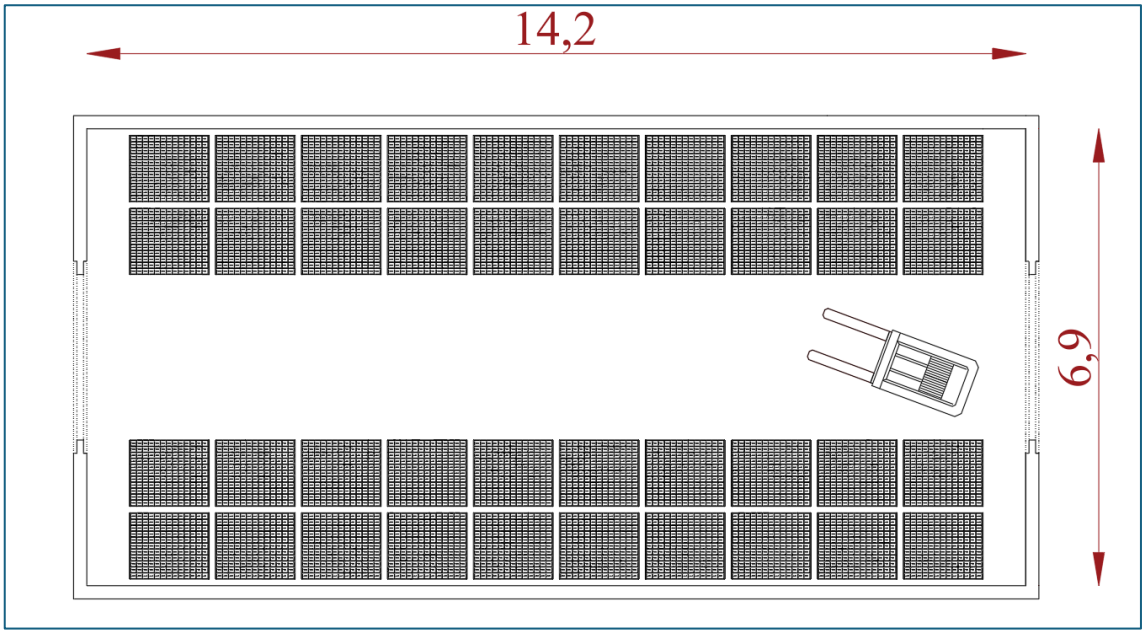
Figura 8: Estanterías de palés



Fuente: (TOPREGAL)

Por lo cual, siguiendo las normas de espacio anteriormente descritas y los cálculos superiores, el almacén de materias de embotellado será de 8,1x12,2x5,5m.

Figura 9: Plano del almacén de materias de embotellado

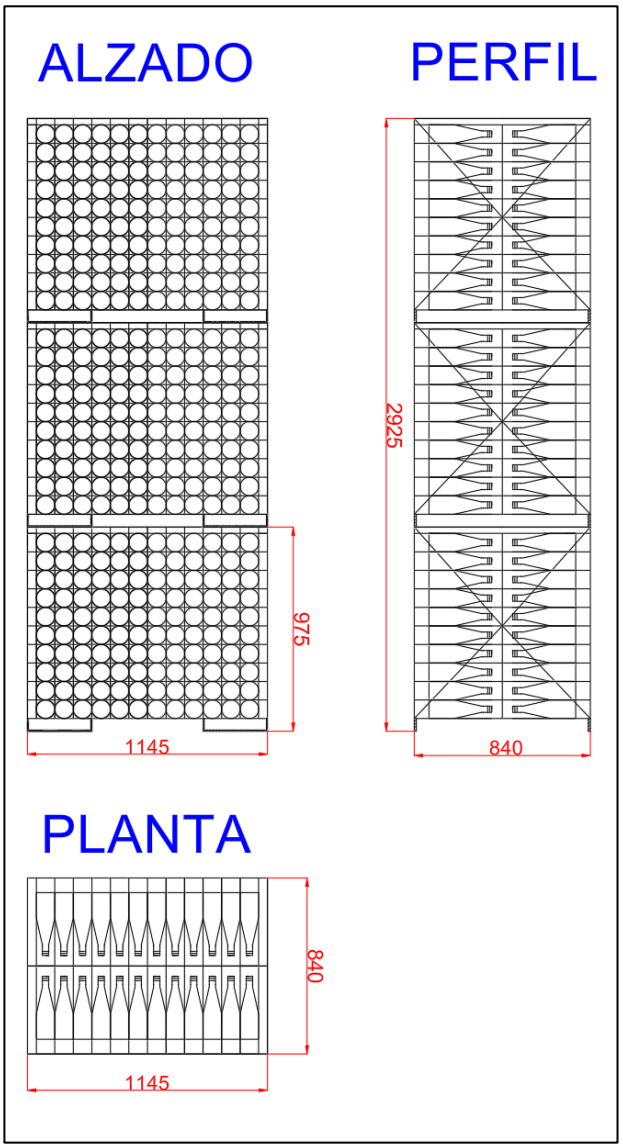


Fuente: Elaboración propia

3.3.3. Sala de rima y crianza o de jaulones

En la sala de crianza se apilarán los jaulones de botellas para aprovechar la altura de la nave y la capacidad de carga de estos. Habrá que apilar 230 jaulones según lo descrito en el Anejo III, por lo que apilando a 3 alturas (como se observa en la figura 10), habrá 32 unidades de paletización. El peso de cada jaulón lleno será de unos 500 kg, así que cada unidad será de tonelada y media, valor dentro de las posibilidades de las carretillas eléctricas seleccionadas.

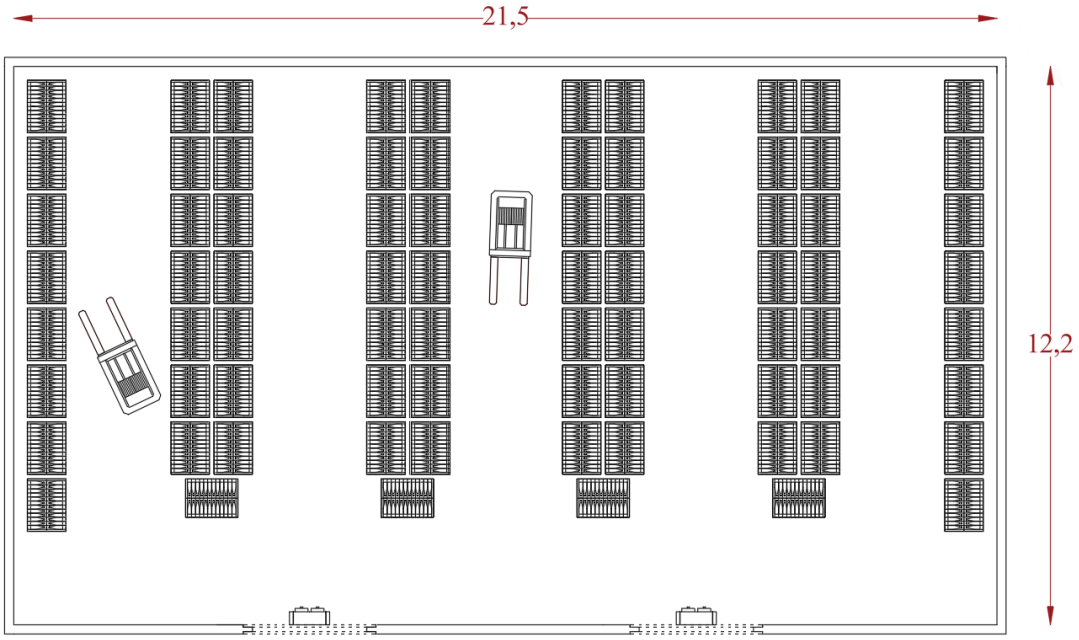
Figura 10: Paletización de los jaulones de rima



Fuente: Elaboración propia

Por lo cual, siguiendo las normas de espacio anteriormente descritas y los cálculos superiores, la sala de crianza será de 21,5x12,2x4m.

Figura 11: Plano de la sala de crianza

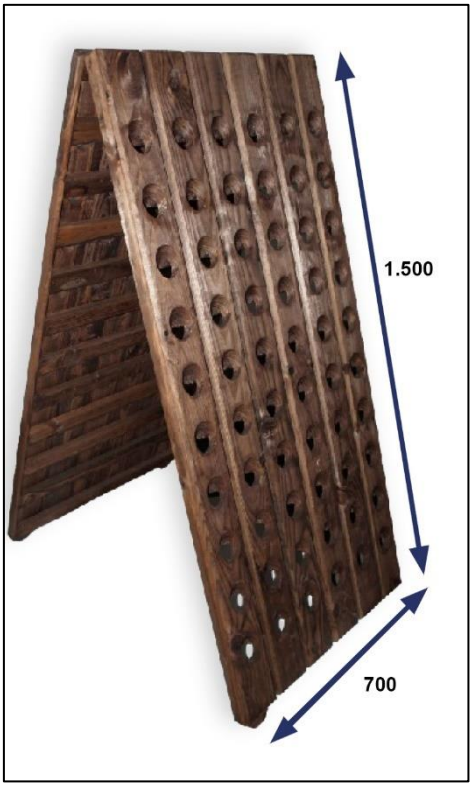


Fuente: Elaboración propia

3.3.4. Sala de puesta en punta o de pupitres

En cuanto a la sala de pupitres, se toma como referencia la unidad del pupitre y sus dimensiones, mostradas en la figura 12.

Figura 12: medidas del pupitre



Fuente: (Mondelcava)

Como ya se definió, harán falta 169 pupitres, los cuales podrán estar pegados en sus extremos laterales y requerirán pasillos mínimos de 0,75 m entre filas de pupitres para que se pueda manipular la posición de las botellas. Además, de dejará un amplio pasillo central de 2,5 m que permita el paso de la cinta transportadora plegable para el llenado y vaciado de pupitres. Dicho equipo es modular y se pueden acoplar las unidades necesarias.

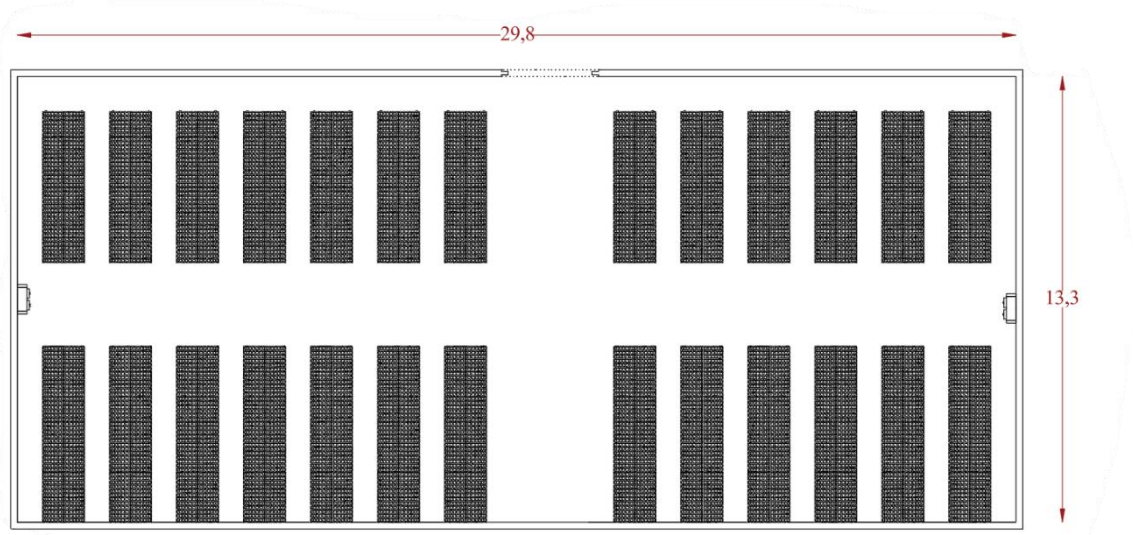
Figura 13: Cinta transportadora móvil y plegable



Fuente: (profishop)

Por lo cual, siguiendo las normas de espacio anteriormente descritas y los cálculos superiores, la sala de pupitres será de 13,3x29,8x3m.

Figura 14: Plano de la sala de pupitres

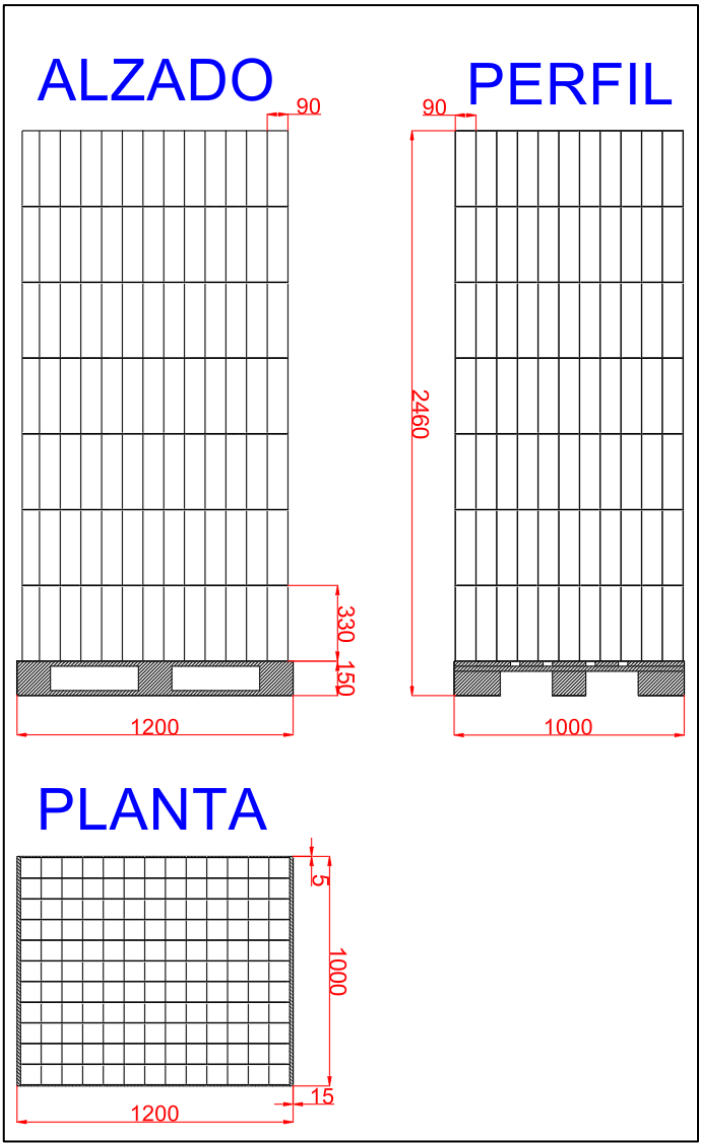


Fuente: Elaboración propia

3.3.5. Almacén de producto terminado

Para el dimensionado de el almacén de producto terminado partidos de las dimensiones de el vino ya empaquetado en la caja de 90x90 que se seleccionó con anterioridad. Dadas las dimensiones descritas, se paletizan 143 botellas por altura en 7 alturas, por lo que cada palé tendrá 1.0001 botellas. De esta forma, para paletizar 40.000 botellas, harán falta 40 palés.

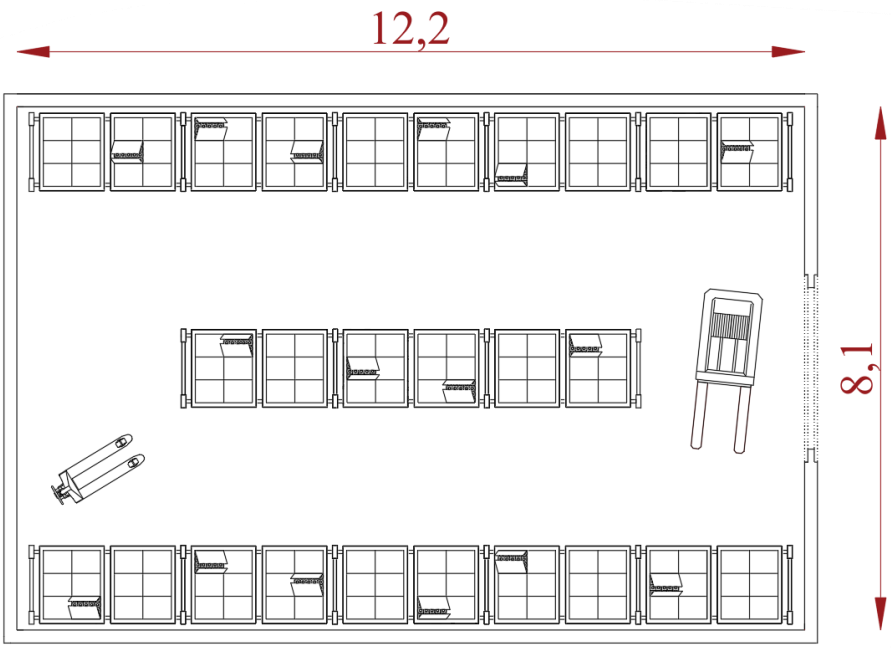
Figura 15: Paletizado del producto elaborado



Fuente: Elaboración propia

Por lo cual, siguiendo las normas de espacio anteriormente descritas y los cálculos superiores, el almacén de producto elaborado será de 6,9x14,2x4 m.

Figura 16: Plano del almacén de producto elaborado



Fuente: Elaboración propia

3.4. Dimensionamiento de otras zonas

En cuanto a las zonas de servicios (baños y vestuarios y comedor y sala de descanso), sala de limpieza, almacén de residuos y laboratorio se procederá a el dimensionamiento una vez conocidas las medidas del resto de zonas y buscando el aprovechamiento de espacios libres. Posteriormente, sabiendo el espacio disponible para dichas zonas, se equiparán para satisfacer las necesidades pertinentes.

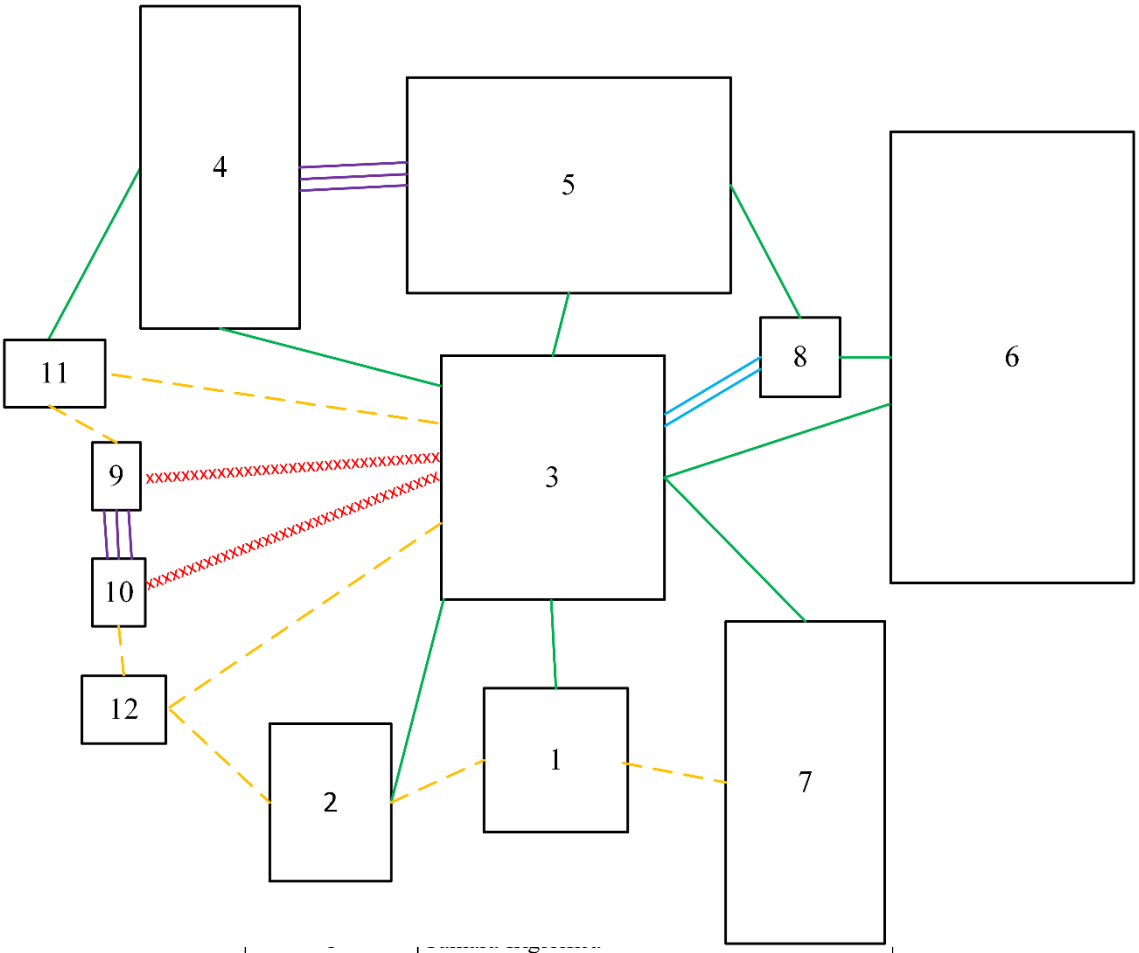
La excepción será la sala técnica de producción de frío, la cual será predimensionada en 3x3 m y se verificará su validez a posterior, una vez conocidos los equipos de frío.

La altura de todas estas salas será de 2,5 m puesto que se equipará de un falso techo que se describirá en próximo anejo, relativo a la edificación de la nave.

3.5. Diagrama relacional de espacios

Una vez conocidas las necesidades de espacio, se puede elaborar el diagrama relacional de espacios:

Figura 17: Diagrama relacional de espacios con leyenda de zonas



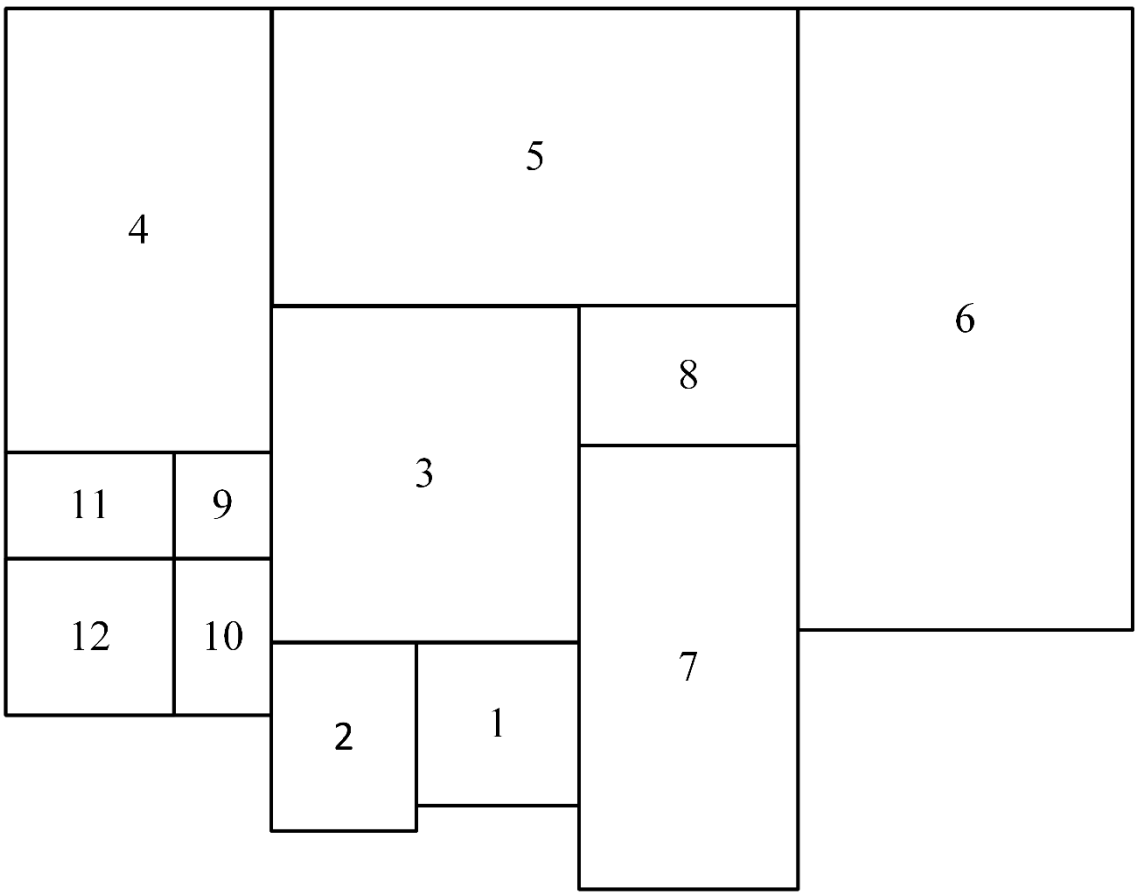
2	Laboratorio y almacén de materias auxiliares
3	Sala de procesado y embotellado
4	Almacén de material de envasado
5	Sala de rima y crianza
6	Sala de puesta en punta
7	Almacén de producto elaborado
8	Sala técnica de producción de frío
9	Sala de limpieza
10	Almacén de residuos
11	Baños y vestuarios
12	Comedor y sala de descanso

Fuente: Elaboración propia

3.6. Boceto inicial

A continuación, se detalla el boceto inicial producto de el proceso de diseño descrito en este anejo. Dicho boceto será retocado ligeramente para conseguir el diseño final.

Figura 18: Boceto inicial del diseño con leyenda de zonas



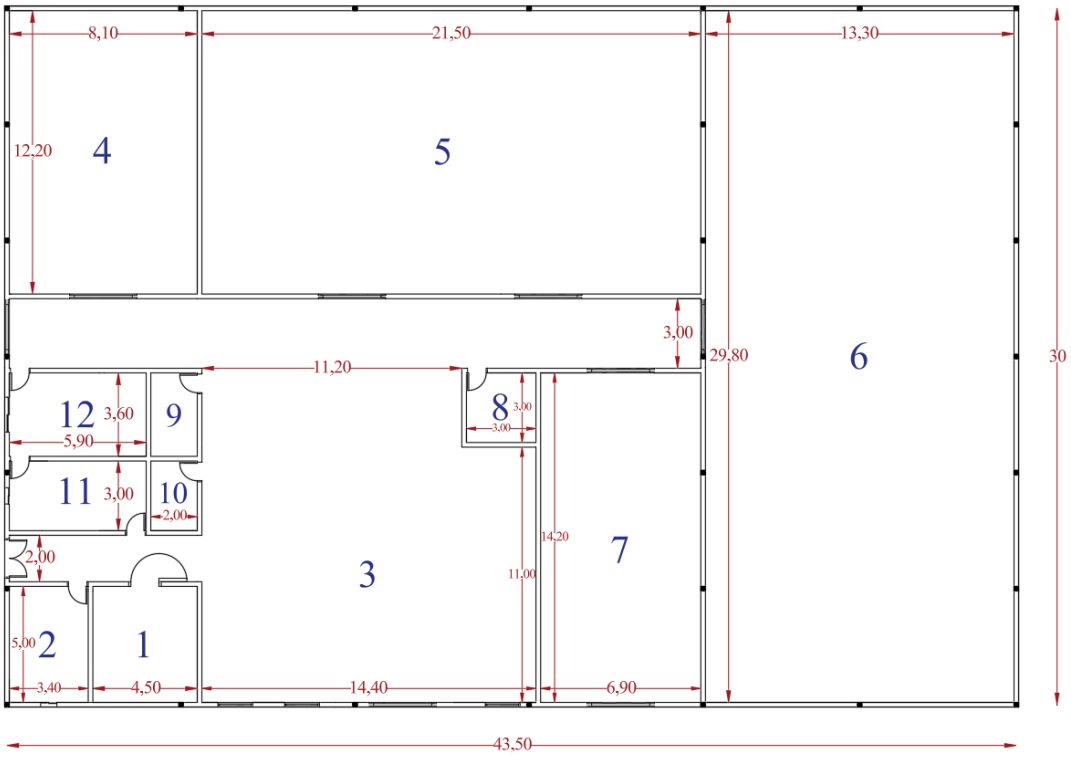
NÚMERO	ZONA
1	Cámara frigorífica
2	Laboratorio y almacén de materias auxiliares
3	Sala de procesado y embotellado
4	Almacén de material de envasado
5	Sala de rima y crianza
6	Sala de puesta en punta
7	Almacén de producto elaborado
8	Sala técnica de producción de frío
9	Sala de limpieza
10	Almacén de residuos
11	Baños y vestuarios
12	Comedor y sala de descanso

Fuente: Elaboración propia

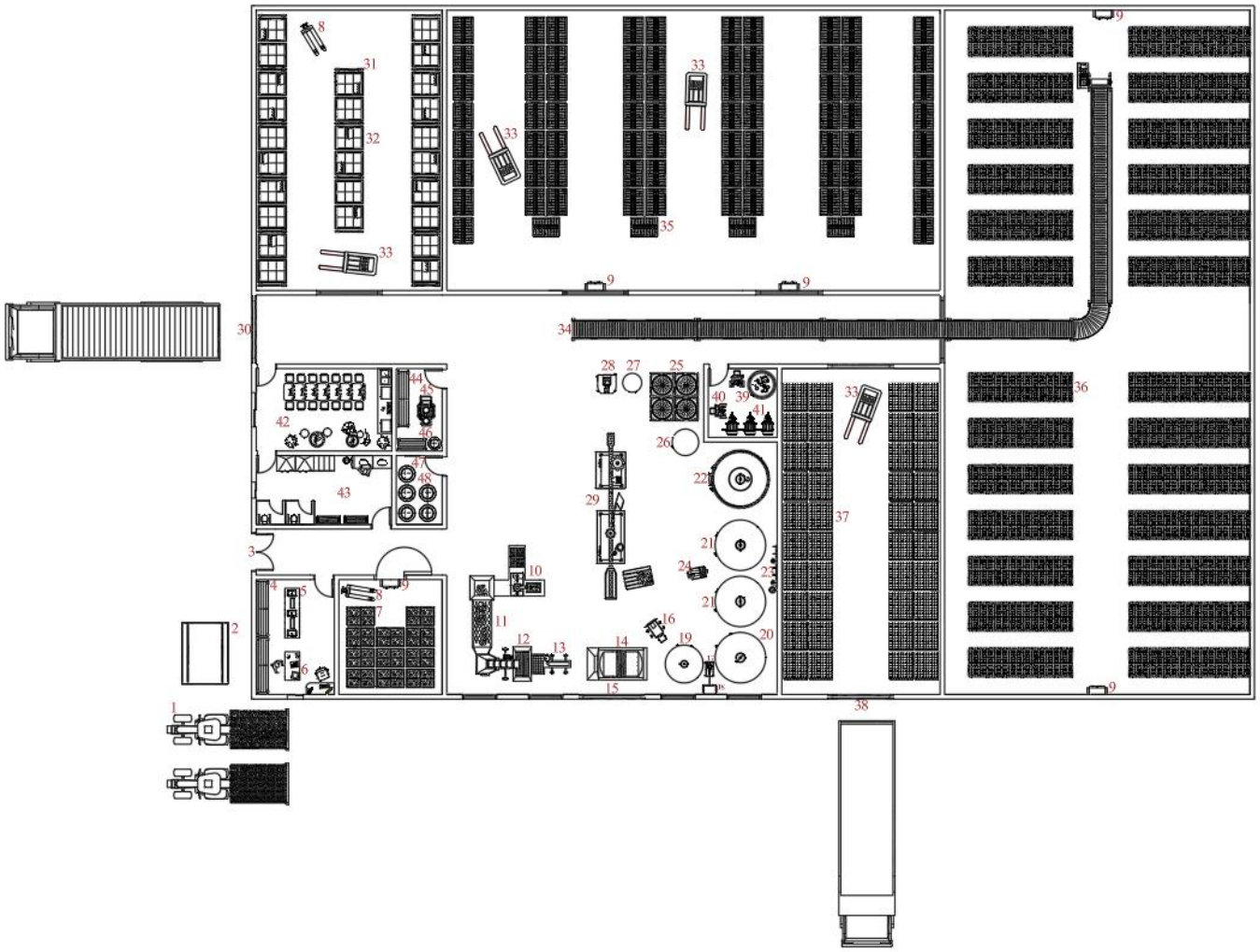
4. DISEÑO FINAL

Finalmente, una vez ajustado el boceto para cumplir con dimensiones que encajen entre sí, se logra el diseño final de la planta de elaboración de vino espumoso por el método tradicional.

Figura 19: Diseño final



NÚMERO	ZONA
1	Cámara frigorífica
2	Laboratorio y almacén de materias auxiliares
3	Sala de procesado y embotellado
4	Almacén de material de envasado
5	Sala de rima y crianza
6	Sala de puesta en punta
7	Almacén de producto elaborado
8	Sala técnica de producción de frío
9	Sala de limpieza
10	Almacén de residuos
11	Baños y vestuarios
12	Comedor y sala de descanso



NÚMERO	EQUIPO	NÚMERO	EQUIPO	NÚMERO	EQUIPO
1	Tractores y remolques	17	Bomba de sulfitado	33	Toro mecánico
2	Báscula puente	18	Tanque de sulfuroso	34	Cinta transportadora plegable
3	Entrada de materia prima y uva	19	Tanque de desfangado	35	Jaulones de botellas
4	Estanterías de materia prima del proceso	20	Tanque de desfangado	36	Pupitres
5	Mesa de laboratorio	21	Tanques de fermentación	37	Palés de producto elaborado
6	Instrumentos de laboratorio	22	Tanque de estabilización	38	Salida de producto elaborado
7	Palés de cajas de uva	23	Sistema de inertización	39	Tanque de alta presión
8	Transpaleta	24	Filtro de placas	40	Bombas de amoniaco
9	Evaporador cúbico	25	Equipo de frío	41	Compresores de tornillo abierto
10	Volteadora de cajas	26	Tanque acumulador de agua glicolada	42	Mobiliario del comedor y sala de descanso
11	Mesa de selección	27	Sistema CIP	43	Mobiliario y sanitarios de baños y vestuarios
12	Despalilladora	28	Calentador de agua	44	Estanterías de productos de limpieza
13	Bomba de tornillo excéntrico	29	Línea de embotellado	45	Carrito de la limpieza
14	Prensa neumática	30	Entrada de personal y material de embotellado	46	Contenedor de basura común
15	Puerta de salida de raspón y orujo	31	Estanterías de palés	47	Registro de gestión de residuos
16	Bomba peristáltica	32	Palés de material de embotellado	48	Contenedores de residuos

Fuente: Elaboración propia

ANEJO V: INGENIERÍA DE LAS INSTALACIONES: INSTALACIÓN DE FRÍO

TRABAJO FIN DE GRADO

Javier Martínez Ferrez

Curso académico 2024-2025

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRONÓMICA, ALIMENTARIA Y DE BIOSISTEMAS

ÍNDICE DE CONTENIDOS

0. INTRODUCCIÓN AL ANEJO VI: INGENIERÍA DEL FRÍO 4
1. NORMATIVA 4
2. CÁLCULO Y DISEÑO DE FRÍO EN LA OBTENCIÓN DEL VINO BASE 6
2.1. Diseño de la cámara frigorífica y cálculo de necesidades 6
2.1.1. Propiedades térmicas de la uva 7
2.1.2. Condiciones externas y datos climáticos relevantes 7
2.1.3. Características de la cámara 7
2.1.4. Temperatura exterior de proyecto de la cámara frigorífica 8
2.1.5. Cálculo de espesores del aislante 9
2.1.6. Cargas térmicas 11
2.1.7. Resumen de cargas térmicas de la cámara 21
2.2. Instalación de frío de la cámara frigorífica 22
2.2.1. Potencia térmica necesaria 22
2.2.2. Fluido frigorígeno 22
2.3.3. Componentes de la instalación 23
2.3.4. Cálculo del sistema de refrigeración 28
2.3.5. Cálculo de tuberías de la instalación 31
2.3. Cálculo y diseño de frío en la línea de procesado 33
2.3.1. Desfangado 33
2.3.2. Fermentación 34
2.3.3. Clarificado 38
2.3.4. Estabilización 39
2.4. Instalación de frío en la línea de proceso: abastecimiento de agua glicolada 40
2.4.1. Dimensionamiento del sistema de agua glicolada 40
2.4.2. Selección del equipo enfriador de glicol 41
2.4.3. Componentes adicionales de la instalación de agua glicolada 43
2.4.4. Cálculo y selección de serpentines sumergidos 45
3. CÁLCULO Y DISEÑO DE FRÍO EN LA OBTENCIÓN DEL ESPUMOSO 46
3.1. Diseño de la sala de crianza y cálculo de necesidades 47
3.1.1. Características de la sala de crianza 47
3.1.2. Temperatura exterior de proyecto de la sala de crianza 49
3.1.3. Cálculo de espesores del aislante 49

3.1.4. Cargas térmicas 50
3.1.5. Resumen de cargas térmicas 55
3.2. Diseño de la sala de pupitres y cálculo de necesidades 56
3.2.1. Características de la sala de pupitres 56
3.2.2. Temperatura exterior de proyecto de la sala de pupitres 57
3.2.3. Cálculo de espesores del aislante 58
3.2.4. Cargas térmicas 59
3.2.5. Resumen de cargas térmicas 64
3.3. Instalación de frío de la sala de crianza y la sala de pupitres 65
3.3.1. Potencia térmica necesaria 65
3.3.2. Fluido frigorígeno 65
3.3.3. Componentes de la instalación 65
3.3.4. Cálculo del sistema de refrigeración 69
3.3.5. Cálculo de tuberías de la instalación 72

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Propiedades térmicas de la uva 8
Tabla 2: Coeficientes de transmisión de calor según el tipo de cerramiento 11
Tabla 3: Estimación del número de renovaciones diarias de aire por apertura de puertas e infiltraciones 14
Tabla 4: Estimación del esfuerzo unitario realizado por el personal 20
Tabla 5: Resumen de cargas térmicas de la cámara frigorífica 22
Tabla 6: Variables de cálculo de coeficiente global de transferencia de un tanque 37
Tabla 7: Estimación del número de renovaciones diarias de aire por apertura de puertas e infiltraciones 54
Tabla 8: Resumen de cargas térmicas de la sala de crianza 56
Tabla 9: Estimación del número de renovaciones diarias de aire por apertura de puertas e infiltraciones 62
Tabla 10: Estimación del esfuerzo unitario realizado por el personal 64
Tabla 11: Resumen de cargas térmicas de la sala de pupitres 65
Tabla 12: Comparativa de equipos compartidos y exclusivos por sala 67

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Plano de la cámara frigorífica 9
Figura 2: Diagrama psicrométrico: datos del aire interior y exterior de la cámara 16
Figura 3: Evaporador cúbico industrial de flujo simple de amoniaco INHA-225 26
Figura 4: Compresor de tornillo abierto BITZER serie OS 28
Figura 5: Condensador CG25 29
Figura 6: Diagrama presión-entalpía del amoniaco (R-717) de la instalación 31
Figura 7: Esquema de compresión simple: componentes y líneas 33
Figura 8: Equipo de frío C2-W39 44
Figura 9: FIG Tanque acumulador de agua glicolada 45
Figura 10: Intercambiadores de espiral tubular KSR “Serpentines” 47
Figura 11: Plano de la sala de crianza 49
Figura 12: Diagrama psicrométrico: datos del aire interior y exterior de la sala 54
Figura 13: Plano de la sala de pupitres 59
Figura 14: Diagrama psicrométrico: datos del aire interior y exterior de la cámara 63
Figura 15: Evaporador cúbico BSL72A 69
Figura 16: Evaporador cúbico cabecero CH4B2/35.1 70
Figura 17: Compresor de tornillo abierto BITZER serie OS 71
Figura 18: Condensador CG29 71
Figura 19: Diagrama presión-entalpía del amoniaco (R-717) de la instalación 73
Figura 20: Esquema de compresión simple: componentes y líneas 75

0. INTRODUCCIÓN AL ANEJO VI: INGENIERÍA DEL FRÍO

La elaboración de este anejo persigue la necesidad de identificar y satisfacer las necesidades de frío que demanda el proceso productivo descrito anteriormente. Para ello, será necesario estudiar las condiciones de las distintas materias a enfriar y de el entorno en el que se va a trabajar.

De esta forma, se podrá cuantificar la energía térmica necesaria para abastecer de frío a todas las etapas del proceso productivo. Así pues, a continuación, se exponen todos los cálculos y justificaciones necesarias para el diseño de la instalación de frío, eligiendo sus componentes y equipos necesarios.

Además de la sala de procesado, donde muchas de las máquinas necesitan abastecerse de frío, habrá tres salas que también lo necesiten: la cámara de refrigeración, la sala de crianza y la sala de puesta en punta.

Por ellos, habrá 3 instalaciones de frío independientes:

Dos de ellas servirán para abastecer a la producción del vino base: una cámara frigorífica y una instalación de suministro de agua glicolada para la maquinaria del proceso productivo.

La tercera será común para las salas de crianza y puesta en punta las cuales, aun siendo cámaras independientes, por proximidad en la nave y similitud de funcionamiento, compartirán equipos de la instalación. Estos equipos no se podrán compartir con la cámara frigorífica de uva debido a la distancia entre salas y a la diferencia de funcionamiento de las salas, en cuanto a tiempo de funcionamiento y temperatura.

1. NORMATIVA

La elaboración del presente anejo se ha llevado a cabo bajo las obligaciones y recomendaciones de la siguiente normativa:

● RD-168/1925: Establece normas sobre seguridad industrial y prevención de accidentes en la instalación y mantenimiento de equipos frigoríficos.

● RD-168/1985: Aprueba la Reglamentación Técnico-Sanitaria sobre condiciones generales de almacenamiento frigorífico de alimentos y productos alimentarios.

● RD-852/2004: Regula aspectos sanitarios de los productos alimentarios, incluyendo requisitos de temperatura y conservación en cámaras frigoríficas.

● RD-1005/2009: Se refiere al control de la comercialización de equipos a presión, como los utilizados en sistemas de refrigeración industrial, asegurando su seguridad y correcto funcionamiento.

● RD-7/2011: Establece normas para garantizar la seguridad de los alimentos y promover una nutrición adecuada. Para una cámara frigorífica como almacén de alimentos, implica mantener temperaturas controladas, asegurar altos estándares de higiene y limpieza, cumplir con el etiquetado y trazabilidad, así como capacitar al personal y someterse a vigilancia y control regular. Esta ley busca prevenir la contaminación y garantizar la calidad de los alimentos almacenados.

● RD-17/2011: Establece normas de eficiencia energética en instalaciones térmicas en edificios, lo que incluye el diseño de cámaras frigoríficas para optimizar el consumo energético.

● RD-115/2017: Regula la comercialización y manipulación de gases fluorados y equipos asociados, así como la certificación del personal y los requisitos técnicos de las instalaciones que manejen estos gases.

● RD-552/2019: Se ocupa de la regulación sobre gases fluorados de efecto invernadero y la gestión de residuos que contienen estos gases, relevantes en sistemas de refrigeración.

● RD-732/2019: Modifica el Código Técnico de la Edificación (Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo).

● RD-178/2021: Este decreto aborda la gestión de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, incluyendo equipos de refrigeración, promoviendo su correcto tratamiento y reciclaje. Estos decretos abordan aspectos de seguridad, sanidad, eficiencia energética, control de emisiones y gestión de residuos relevantes para el diseño y funcionamiento de una cámara frigorífica.

Además, se han consultado los siguientes textos de ámbito comunitario y nacional:

●Reglamento (CE) n.º 37/2005, de 12 de enero de 2005, relativo al control de temperaturas en medios de transporte y locales de depósito y almacenamiento de alimentos ultracongelados destinados al consumo humano.

●Código Técnico de la Edificación: Documento Básico DB-HE "Ahorro de Energía" (modificado por Real Decreto 732/2019, de 20 de diciembre).

2. CÁLCULO Y DISEÑO DE FRÍO EN LA OBTENCIÓN DEL VINO BASE

Desde que entra la uva hasta que se embotella el vino para su crianza, el proceso requiere de una cámara frigorífica para enfriar la uva y de una instalación de producción y distribución de agua glicolada para distintas etapas y máquinas del proceso.

2.1. Diseño de la cámara frigorífica y cálculo de necesidades

Como ya se ha comentado, la uva llega a bodega a una temperatura incompatible con una elaboración de máxima calidad como es la del presente proyecto por lo que se enfriará previo a su procesado.

2.1.1. Propiedades térmicas de la uva

Se recogen a continuación las principales propiedades térmicas de la uva:

Tabla 1: Propiedades térmicas de la uva

Temperatura objetivo (ºC)	Temperatura de congelación (ºC)	Humedad Relativa (%)
4	-2.20	85-90
Duración de la refrigeración (h)	**Calor específico (kJ/kg·día)**	**Calor de respiración (kJ/kg·día)**
24	3.60	0.40

Fuente: Elaboración propia

Cabe destacar que no se busca conservar ni congelar la uva si no rebajar su temperatura para evitar pérdidas de calidad durante el procesado, así que se pretende que la temperatura de la uva sea 4ºC.

2.1.2. Condiciones externas y datos climáticos relevantes

La cámara, como se ha definido anteriormente, trabajará los seis primeros días de septiembre. Pese a ello, se considerarán los datos climáticos de el mes de agosto para el municipio de Requena, Valencia. Esto se debe a la proximidad en los días y a el proceso de alargamiento de los veranos y de subida de temperaturas experimentadas los últimos años. Esta decisión también permitirá que la cámara sea completamente funcional en caso de haber cambios en la dirección de la bodega, como la elaboración de otros vinos o el uso de otras variedades, casos que podrían cambiar los días de operatividad de la cámara.

Los datos que determinan las condiciones climáticas son los siguientes:

-Tª media del mes más cálido (t_{mm})= 25,90 °C

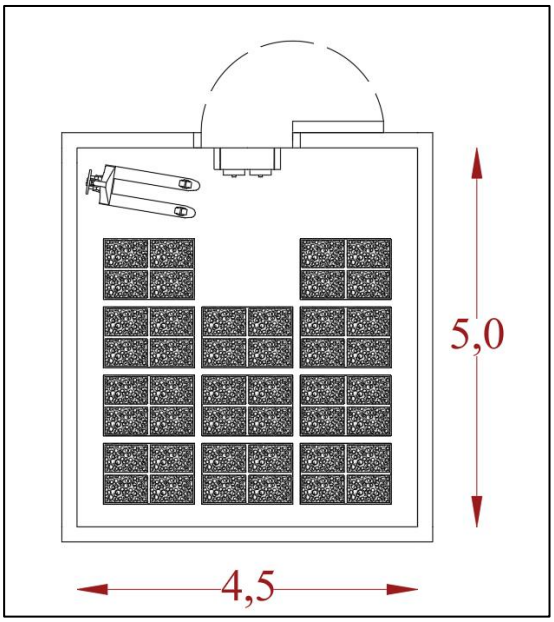
-Tª media de las máximas del mes más cálido (t_{MA})= 35,49 ºC

(Fuente: AEMET)

2.1.3. Características de la cámara

La cámara será de 4,5x5x2,7 m y se encontrará en el interior de la nave.

Figura 1: Plano de la cámara frigorífica



Fuente: Elaboración propia

Sus seis caras estarán formadas por paneles sándwich autoportantes y tendrá una puerta aislada descrita en el anejo VI.

Para el dimensionamiento se han seguido las pautas estipuladas en la normativa en cuanto a separaciones, con el fin de permitir el flujo de aire para la correcta distribución del frío:

-0.1m entre palets

-0.3m entre palet y pared

-0.9 m entre evaporador y palets

-0.9 m entre palets y techo

-1,2 m a la entrada de la cámara para facilitar el movimiento del transpalé al momento de carga o descarga.

2.1.4. Temperatura exterior de proyecto de la cámara frigorífica

$t_{exproy} = 0,4 \times t_{mm} + 0,6 \times t_{MA} = 0,4 \times 25,90 + 0,6 \times 35,94 = 31,93$ ºC

- Tª paredes interiores = Tª techo = t_{exproy} – 4 ºC = 27,93 ºC

- Tª Suelo (sin vacío sanitario) = 15 ºC

2.1.5. Cálculo de espesores del aislante

$$\phi_T = \frac{te - ti}{\frac{1}{he} + \sum \frac{ej}{\lambda j} + \frac{1}{hi}}$$

➢ Donde:

ϕ_T = (W/m²): se fija por normativa en 8 W/m² por se una cámara de temperatura positiva

t_e = temperatura exterior (ºC): será la temperatura de proyecto, variable según el parámetro

t_i = temperatura interior de la cámara (ºC): 4ºC como ya se ha indicado

e = espesor del material (mm): será el valor incógnita a despejar

λ = coeficiente de conductividad del material (W/m·K): al ser de espuma de poliuretano los paneles, este valor será 0,025 W/mºK

he = coeficiente de transmisión de calor por convección exterior (m²·ºC / W)

hi = coeficiente de transmisión de calor por convección interior (m²·ºC / W)

Estos dos últimos valores serán tomados de la siguiente tabla:

Tabla 2: Coeficientes de transmisión de calor según el tipo de cerramiento

Posición del cerramiento y sentido del flujo de calor	Situación del cerramiento					
	De separación con espacio exterior o local abierto			De separación con otro local, desván o cámara de aire		
	$1/h_i$	$1/h_e$	$1/h_i+1/h_e$	$1/h_i$	$1/h_e$	$1/h_i+1/h_e$
Cerramientos verticales o con pendiente sobre la vertical > 60º y flujo horizontal.	0,11	0,06	0,17	0,11	0,11	0,22
Cerramientos horizontales o con pendientes sobre la horizontal ≤ 60º y flujo ascendente.	0,09	0,05	0,14	0,09	0,09	0,18
Cerramientos horizontales y flujo descendente.	0,17	0,05	0,22	0,17	0,17	0,34

Fuente: NBE-CT 79

➢ Para las 4 paredes:

$$8 = \frac{27{,}93 - 4}{0{,}11 + \frac{x}{0{,}023} + 0{,}11} \rightarrow e = 63{,}74 \text{ mm} \approx 75 \text{ mm}$$

➢ Para el techo:

$$8 = \frac{27{,}93 - 4}{0{,}17 + \frac{x}{0{,}023} + 0{,}17} \rightarrow e = 60{,}98 \approx 75 \text{ mm}$$

➢ Para el suelo:

$$8 = \frac{15 - 4}{0{,}09 + \frac{x}{0{,}023} + 0.09} \rightarrow e = 27.48 \approx 50 \text{ mm}$$

Nota: se redondean todos los espesores al espesor comercial igual o inmediatamente superior al calculado.

2.1.6. Cargas térmicas

➔ Q_1 (flujo a través paredes, techo y suelo)

Esta carga térmica considera la ganancia de calor en la cámara debido a la diferencia de temperatura entre el interior y el exterior, cuya temperatura es mayor. Su magnitud depende principalmente del aislamiento disponible y de la superficie expuesta de cada cerramiento, además de la exposición y orientación de la cámara.

➢ Se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$Q_1 = Q_{1s} = f \cdot K \cdot S \cdot \Delta T$$

➢ Donde:

Q_1 = Calor de transmisión en kJ / h

f = Factor de seguridad para considerar pérdidas por puentes térmicos, etc. (5-10%)

K = Coeficiente global de transmisión de calor (kJ/h·m^2·ºC o W/m^2·K)

S = Superficie exterior de transmisión (m^2)

ΔT = Diferencia de temperaturas entre el exterior y el interior de la cámara (ºK)

Si para el coeficiente K se ha elegido un valor teórico de cálculo en lugar de uno práctico, se ha de aplicar un Factor de seguridad ya que la calidad del aislamiento disminuye con el tiempo. En la práctica suele tomarse un coeficiente de mayoración entre un 10 y un 15% para corregir este efecto junto al de la posible existencia de puentes térmicos.

➢ Por lo tanto:

$Q_{1\ \text{paredes Norte y Sur}} = f \cdot K \cdot S \cdot \Delta T = 1{,}1 \cdot 0{,}5 \cdot (5 \cdot 2{,}7) \cdot (27{,}93 - 4) = 177{,}68$ kJ/h

$Q_{1\ \text{paredes Este y Oeste}} = f \cdot K \cdot S \cdot \Delta T = 1{,}1 \cdot 0{,}5 \cdot (4{,}5 \cdot 2{,}7) \cdot (27{,}93 - 4) = 189{,}91$ kJ/h

$Q_{1\ techo} = f \cdot K \cdot S \cdot \Delta T = 1{,}1 \cdot 0{,}5 \cdot (5 \cdot 4{,}5) \cdot (27{,}93 - 4) = 296{,}13$ kJ/h

$Q_{1\ suelo} = f \cdot K \cdot S \cdot \Delta T = 1{,}1 \cdot 0{,}5 \cdot (5 \cdot 4{,}5) \cdot (15 - 4) = 136{,}13$ kJ/h

Con f del 10% (caso más desfavorable)

$K = \frac{8\ (\frac{W}{m2})}{(20 - 4)K} = 0{,}5\ (\frac{W}{m2} \cdot K)$ *(Considerando 20ºC la temperatura interior de la nave)*

$Q_{1\ TOTAL}$= [(2·177,68) + (2·189,91) + 296,13 + 136,13] kJ/h·24h/día = **28.019 kJ/día**

➔ Q_2 (renovación del aire)

Contempla el calor introducido cuando aire cálido y húmedo del exterior ingresa al abrirse la cámara. Dicho aire entrante calienta el de la cámara, elevando la temperatura interna. Posteriormente, al enfriarse este aire, el vapor de agua que contiene se condensa en las superficies frías (añadiendo una carga latente de humedad). En conjunto, cada intercambio de aire supone una carga sensible por el aire calentado más una carga latente por la deshumidificación necesaria dentro de la cámara.

- ➢ Se calcula mediante la siguiente fórmula:

$Q_2 = N \cdot V \cdot \Delta i$

$Q_{2l} = N \cdot V \cdot \Delta i \cdot rai$

$Q_{2s} = Q_{2l} - Q_2$

- ➢ Donde:

-Q_2 = Calor introducido (kJ/día)

-N = número de renovaciones diarias del aire

-V = volumen de la cámara (m^3)

-Δi = Diferencia de entalpías entre el aire exterior y el interior en (kJ/m^3)

-rai = calor latente de vaporización del agua a la temperatura interior (kJ/kg)

-Δx = diferencia del contenido de humedad entre el aire exterior y el interior de la cámara (kg de agua/m^3)

Tabla 3: Estimación del número de renovaciones diarias de aire por apertura de puertas e infiltraciones

Tabla 1.6 *Estimación del número de renovaciones diarias de aire por aperturas de puertas e infiltraciones*

Volumen Interior (m^3)	Temperatura > 0ºC	Temperatura < 0ºC	Volumen Interior (m^3)	Temperatura > 0ºC	Temperatura < 0ºC
5	50.1	38.0	500	3.70	2.80
10	31.1	24.2	625	3.30	2.50
15	25.3	19.6	750	2.90	2.30
20	21.2	16.9	1.000	2.50	1.90
25	18.7	14.9	1.250	2.20	1.70
30	16.7	13.5	1.800	1.66	1.42
40	14.3	11.7	2.400	1.43	1.22
50	12.8	10.2	3.000	1.35	1.11
75	10.1	8.0	4.000	1.23	0.99
100	8.7	6.7	5.000	1.17	0.93
125	7.7	6.0	6.000	1.11	0.86
150	7.0	5.4	8.000	1.05	0.85
200	5.9	4.6	10.000	0.97	0.83
250	5.3	4.1	12.000	0.91	0.81
375	4.2	3.2	14.000	0.87	0.80

En ambos casos, cuando el tráfico es muy intenso debe multiplicarse por 2 los valores obtenidos.
Por el contrario, cuando el almacenamiento es de larga duración éstos se multiplicarán por 0,6.

Se considera tráfico intenso cuando se introduce más de 10% diario

Fuente: Calderón, F. (2023). Documentación de la asignatura Ingeniería del Frío (ETSIAAB UPM)

Por lo que partimos de las condiciones psicrométricas exteriores e interiores de la cámara:

- **AIRE INTERIOR:**

- Humedad relativa: 93%
- Temperatura: 4°C
- Entalpía = 16 kJ/kg
- Volumen específico = 0,79 m^3 / kg as
- X (contenido en agua) = 0,005 kg w / kg as

- **AIRE EXTERIOR:**

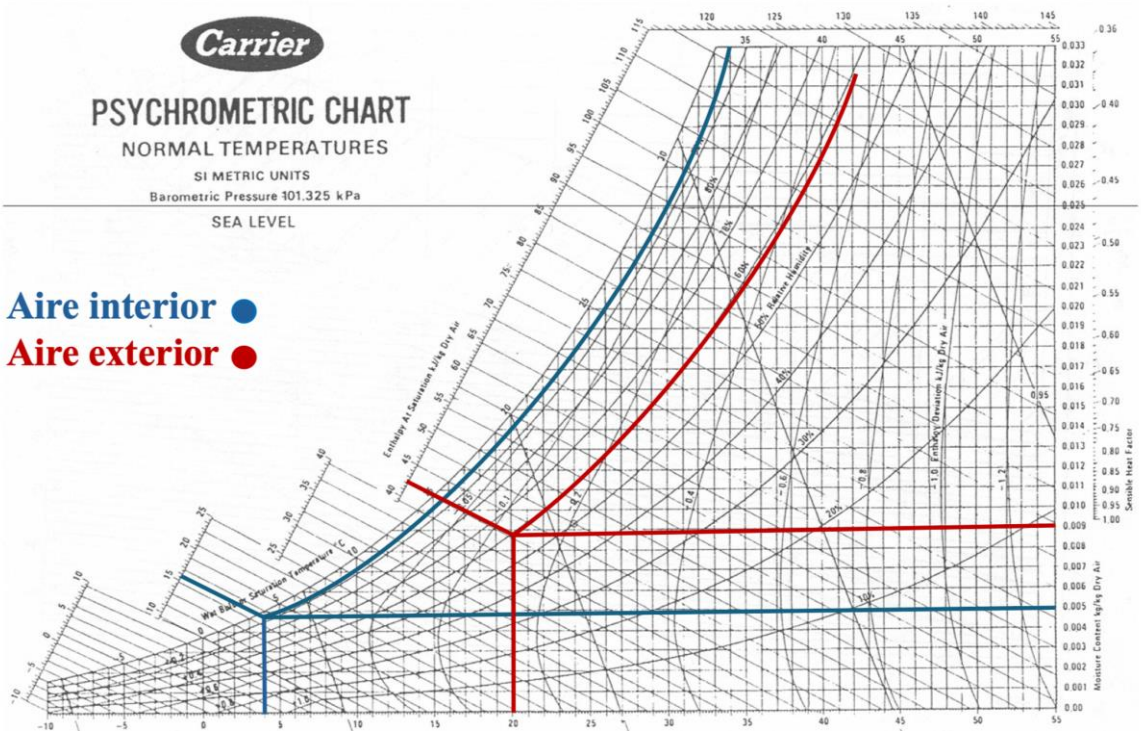
(Se supone una humedad relativa del 60% dentro de la industria y la temperatura es de 20ºC en el peor de los casos)

- Humedad relativa: 60% - Temperatura: 20ºC

- Entalpía= 43 kJ/kg - Volumen específico= 0.84 m^3 /kg as

- X (contenido en agua) =0.009 kg w / kg as

Figura 2: Diagrama psicrométrico: datos del aire interior y exterior de la cámara



Fuente: Elaboración propia

Además se considera tráfico intenso en la cámara, por lo que interpolando en la tabla y usando el factor corrector de tráfico el valor de N será 2 · 11,73 = 23,46

Q_2 = N · V · Δi = 23,46 · 60,76 · [(43 / 0,84) - (16 / 0,79)] = **44.099 kJ/día**

Q_{21} = N · V · Δi · rai = 23,46 · 60,76 · [(43 / 0,84) - (16 / 0,79)] · [(0,009 / 0,84) - (0,005 / 0,79)] = 193 kJ/día

$Q_{2s} = Q_2 – Q_{21}$ = 43966 kJ/día

➔ Q_3 (refrigeración)

Abarca el calor que se debe extraer de la mercancía para llevarla desde su temperatura inicial de entrada hasta la temperatura final de conservación en la cámara. Suele representar una de las cargas de mayor peso en el balance térmico total del almacén. Su magnitud depende principalmente de la masa de producto que se introduce, de sus propiedades térmicas y de la diferencia entre la temperatura de entrada y la de almacenamiento, incluyendo además el calor latente.

➢ Se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$Q_3 = Q_{3s} + Q_{3l}$$

$$Q_{3l} = M \cdot cpa \cdot \Delta T$$

$$Q_{3l} = mT \cdot rtc$$

➢ Donde:

M = Peso de los productos introducidos en la cámara al día (kg/d)

cpa = Calor específico del producto antes de la refrigeración (kJ/kg·K)

ΔT = Diferencia de temperaturas inicial-final del producto (ºK)

mT = Merma total estimada en un 1% (kg/d)

rtc: Calor latente vaporización agua a temperatura de conservación (kJ/kg)

➢ Por lo que:

$Q_{3s} = M \cdot cpa \cdot \Delta T = = 9.500 \cdot 3,60 \cdot (31,93 - 4) = 955.206$ kJ/día

$Q_{3l} = mT \cdot rtc = 95 \cdot 2500,8 = 237.576$ kJ/día

mT = 9.500 · 0,01 = 95 kg/día

Q_3 = Q_{3s} + Q_{3l} = 955.206 + 237.576 = **1.192.782 kJ/día**

➔ Q_4 (enfriado de cajas y palés)

Corresponde al calor a retirar de los materiales de almacenaje que entran con la uva. Se estimará considerando la masa de los embalajes que entran, sus calores específicos propios y el descenso de temperatura que experimentan desde el ambiente hasta la temperatura interior.

➢ Se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$Q_4 = Q_{4s} = [(Mp \cdot cpep) + (Mc \cdot cpec)] \cdot \Delta T$$

➢ Donde:

M = Masa embalajes que se introducen al día

Mp = Masa de palés introducidos al día (kg/día)

Mc = Masa de cajas poliméricas introducidos al día (kg/día)

cpep = calor específico palé P10 (madera): 1,6 (kJ / kg·K)

cpec = calor específico caja polietileno HDPE: 0,55 kJ/kg·K

ΔT = Δ temperaturas exterior-interior (ºK)

➢ Por lo que:

Mp = nº palés · kg/palé = 11 · 25 = 275 kg

Mc = nº cajas · kg/caja = 396 · 1,6 = 633,6 kg

Q_4 = Q_{4s} =

$[(Mp \cdot cpep) + (Mc \cdot cpec)] \cdot \Delta T = [(275 \cdot 1{,}6) + (633{,}6 \cdot 0{,}55)] \cdot (31{,}93 - 4) =$

22.022 kJ/día

➔ Q_5 (respiración del alimento)

Considera el calor metabólico que la uva, la cual continúa respirando aún tras su vendimia. Este calor de respiración se incorpora al balance térmico de la cámara y debe cuantificarse para las condiciones más desfavorables de ocupación (es decir, con la cámara llena de producto respirando). Se estima en función de la masa de producto vivo presente y de su temperatura.

- ➢ Se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$Q5 = M \cdot crm + (C - M) \cdot c$$

- ➢ Donde:

C = capacidad total de almacenamiento en una cámara o en un almacén (kg)

M = última carga

crm = calor de respiración a la temperatura media (kJ/T·d)

crc = calor de respiración a la temperatura de almacenamiento (kJ/T·d)

- ➢ Por lo que:

Q_5 = $M \cdot crm + (C - M) \cdot crc = 4.750 \cdot 7.283 \cdot 10^{-3} + (9.500 - 4.750) \cdot 2.333 \cdot 10^{-3} =$

45.676 kJ/día

$Q_{5l} = 0.6 \cdot Q_5 = 28.006$ kJ/día

$Q_{5s} = 0.4 \cdot Q_5 = 18.670$ kJ/día

➔Q_6 (personal)

Proviene de la actividad de los operarios que ingresan o trabajan dentro de la cámara frigorífica. Su magnitud depende del número de personas presentes simultáneamente, del tiempo que permanecen en el interior y del nivel de esfuerzo físico que realicen. Cada persona aporta calor sensible al ambiente por su metabolismo corporal, y adicionalmente introduce humedad a través de la transpiración y la respiración, generando una carga de calor latente (por condensación de ese vapor de agua) que también debe ser considerada en el balance térmico.

- ➢ Se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$Q_7 = Q_{7s} + Q_{7l}$$

$$Q_{6s} = Np \cdot Fp \cdot t$$

$$Q_{6l} = Np \cdot t \cdot X \cdot r36$$

- ➢ Donde:

Np: Número de operarios que trabajan simultáneamente (nº)

t: Tiempo de permanencia (h/d)

Fp: Esfuerzo unitario realizado (W), obtenido por interpolación de la siguiente tabla:

Tabla 4: Estimación del esfuerzo unitario realizado por el personal

Temperatura de la Cámara (ºC)	Potencia Desarrollada (W)
10	210
5	240
0	270
-5	300
-10	330
-15	360
-20	390
-25	420

Fuente: Muñoz Valero, JA. Ingeniería del frío. Un enfoque práctico (2012)

X: 0,3 kg agua/persona y día

r36 representa el calor latente de vaporización del agua a la temperatura de transpiración a 36ºC (2.415 kJ/kg).

➢ Por lo que:

Q_7 = Q_{7s} + Q_{7l} = **293 kJ/día**

Q_{7s} = Np · Fp · t = 1 · 165 · 0,33 = 54 kJ/día

Q_{7l} = Np · t · X · r36 = 1 · 0,33 · 0,3 · 2.415 = 239 kJ/día

➔ Q_8 (iluminación)

Procede del calor disipado por las luminarias instaladas dentro del almacén frigorífico. En términos relativos suele ser una contribución de poca cuantía al total de cargas térmicas. Para cuantificarla se considera la potencia eléctrica de la iluminación en funcionamiento y el tiempo diario de encendido, asumiendo que prácticamente toda la energía eléctrica consumida se transforma en calor dentro de la cámara.

➢ Se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$Q_8 = Q_{8s} = P \cdot s \cdot t$$

➢ Donde:

S = superficie de la cámara (m^2)

P = la potencia de iluminación en (W/m^2). Rango: 2,5-5 W/m^2

T = tiempo de encendido de las luminarias (h/d)

➢ Por lo que:

Q_8 = Q_{8s} = P · s · t = 5 · (4,5 · 5) · 0,33 = **37 kJ/día**

➔ Q_8 (motores de los ventiladores)

Corresponde al calor que desprenden los motores eléctricos los ventiladores de la instalación de frío al impulsar el aire frío dentro de la cámara. La energía eléctrica consumida por los ventiladores acaba convertida en calor en el ambiente, por lo que incluso antes de determinar la potencia exacta de estos motores se suele estimar su aporte calórico en el balance. En la práctica, para un cálculo inicial, se adopta un valor estimado ya sea en función del volumen de la cámara (energía por metro cúbico) o como un porcentaje del total de las otras cargas térmicas (típicamente del orden del 8–10%), refinando el dato una vez seleccionado el equipo definitivo.

➢ Se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$Q_8 = (pv /100) \cdot \Sigma Qi$$

➢ Donde:

pv = 8-10. Eligiendo un valor de 10% de la suma de las cargas térmicas al no haber elegido aún ventilador y desconocer la potencia que tendrá.

➢ Por lo que:

Q_8 = (pv /100) · ΣQi = (10 / 100) · 1.333.928 = **133.393 kJ/día**

2.1.7. Resumen de cargas térmicas de la cámara

A continuación, se expone la tabla resumen de cargas térmicas de la cámara de refrigeración de uva. En ella se recogen todos los valores de calor sensible y latente para cada carga y el valor total de su suma, valor que servirá para dimensionar la instalación de frío más adelante.

Tabla 5: Resumen de cargas térmicas de la cámara frigorífica

CARGA	CALOR TOTAL (kJ/día)	CALOR SENSIBLE (kJ/día)	CALOR LATENTE (kJ/día)
Q_1 (flujo a través de suelo, paredes y techo)	28019	28019	-
Q_2 (renovación de aire)	44099	43966	133
Q_3 (refrugeración)	1192782	955206	237576
Q_4 (enfriado de envases y embalajes)	22022	22022	-
Q_5 (respiración del alimento y materiales)	46676	28006	18670
Q_6 (personal)	293	54	239
Q7 (ilumiación)	37	37	-
Q_8 (motores de los ventiladores)	133393	133393	-
Q_{TOTAL}	**1467321**	**1210703**	**256618**

Fuente: Elaboración propia

Es relevante destacar que hay cargas que no han sido consideradas por las características del diseño y funcionamiento de la nave. Se exponen a continuación:

• Fermentación: no se considera el calor liberado por la reacción de fermentación alcohólica puesto que no se pretende realizar en esta etapa y se evita por motivos de calidad.

• Maquinaria: dado el tamaño de la cámara y peso de los apilamientos de uva en los palés de la cámara no se requiere maquinaria motorizada para la carga y descarga de uva, utilizándose un transpaleta convencional que no liberará calor ni se guardará en la cámara.

• Desescarche de evaporadores: la cámara no sufrirá de acumulaciones de hielo en los evaporadores al funcionar a temperatura positiva (4ªC), reponerse el total de la carga a diario y funcionar solamente seis días al año.

2.2. Instalación de frío de la cámara frigorífica

Una vez determinadas las necesidades de frío, se procede al diseño y dimensionamiento de la instalación de equipos de frío de la cámara.

2.2.1. Potencia térmica necesaria

La potencia térmica de la instalación se obtiene mediante la suma de cargas de la cámara, aplicando un factor de seguridad y teniendo en cuenta las horas de funcionamiento diario de la misma. Dada la temperatura de la cámara, no será necesario que el compresor funcione de forma continua para satisfacer las necesidades de frío, por lo que se prevé el funcionamiento durante 19 h/día.

$$P = \frac{\Sigma Q \cdot f}{t}$$

➢ Donde:

- P = potencia frigorífica la instalación (kW)

- $\Sigma Q =$ = sumatorio de las cargas térmicas de la cámara (kJ/h)

- f = factor de seguridad

- t = tiempo de funcionamiento del compresor (h)

➢ Por lo que:

$$\boldsymbol{P} = \frac{1.467.321 \cdot 1{,}1}{19} = 84.950 \text{ kJ/h} = 23.597 \text{ W} = \mathbf{24\ kW}$$

2.2.2. Fluido frigorígeno

Una vez conocida la potencia frigorífica necesaria para la cámara, se debe seleccionar el fluido frigorígeno para buscar equipos compatibles con el mismo.

Se empleará amoníaco (R-717) por sus propiedades termodinámicas, ya que presenta un elevado coeficiente de transferencia de calor y una alta eficiencia energética en comparación con la mayoría de los refrigerantes sintéticos, lo que se traduce en un menor consumo eléctrico de la instalación. Además, su bajo coste y su disponibilidad lo convierten en una opción competitiva para aplicaciones industriales como la presente, donde se requiere un funcionamiento continuo y fiable. Desde el punto de vista medioambiental, el amoníaco no contribuye al agotamiento de la capa de ozono ni al efecto invernadero, lo que lo convierte en un refrigerante sostenible y alineado con las normativas actuales de reducción de gases fluorados. Por otra parte, aunque su toxicidad exige medidas de seguridad específicas en el diseño y operación de la planta, la experiencia acumulada en el sector, junto con la posibilidad de emplear sistemas indirectos permite gestionar este riesgo de forma eficaz.

2.3.3. Componentes de la instalación

El buen funcionamiento de una cámara frigorífica precisa una elección minuciosa de cada uno de sus equipos principales con el fin de asegurar un rendimiento óptimo, seguro y duradero. El propósito de esta selección es cubrir con precisión la carga térmica calculada, garantizando al mismo tiempo la plena compatibilidad con el refrigerante amoníaco (R-717). Este fluido se caracteriza por su elevada eficiencia energética y su bajo impacto ambiental, pero también por su toxicidad y carácter corrosivo, lo que hace imprescindible optar por materiales y dispositivos específicamente diseñados para trabajar con él. Entre los elementos fundamentales de la instalación se encuentran el evaporador, el condensador, la válvula de expansión y el compresor, cuya correcta integración y dimensionamiento resultan determinantes para mantener la estabilidad térmica de la cámara y la fiabilidad global del sistema.

- ➔ **EVAPORADOR**

El evaporador es un componente fundamental de la instalación frigorífica, ya que en él se produce la absorción del calor procedente del recinto y del producto que se desea enfriar, transfiriéndose al refrigerante que circula por su interior. Constituye la superficie de intercambio donde el fluido frigorígeno, a baja presión y temperatura, se evapora al recibir calor del aire de la cámara, permitiendo así reducir la temperatura interior de la cámara

hasta las condiciones de conservación establecidas. Su funcionamiento se basa en hacer pasar aire, impulsado por ventiladores, sobre las superficies frías del serpentín del evaporador, de modo que el calor sensible y latente del medio se transmite al refrigerante, que cambia de estado de líquido a vapor. Este vapor es posteriormente aspirado por el compresor, cerrando el ciclo frigorífico, y el evaporador, con sus sistemas de control de caudal y dispositivos de desescarche en caso de trabajar a temperaturas bajo cero, asegura la continuidad de la transferencia de calor y el mantenimiento de las condiciones térmicas de la cámara.

Para su selección, partimos de los datos de la cámara:

-Temperatura de cámara (Tc) = 4ºC

-Humedad relativa (HR) = 93%

-Necesidad de potencia frigorífica (P) = 24 kW

Figura 3: Evaporador cúbico industrial de flujo simple de amoniaco INHA-225



Fuente: (Intersam)

El evaporador seleccionado está diseñado específicamente para aplicaciones de refrigeración industrial con R-717. Se trata de un evaporador de tipo cúbico con ventiladores axiales que impulsan el aire en un único sentido, garantizando una distribución homogénea del frío en el recinto y reduciendo gradientes de temperatura entre distintas zonas de almacenamiento; su construcción con serpentines optimizados

para amoníaco, hechos con material anticorrosivo y un diseño de bandeja que facilita la evacuación del agua de desescarche, asegura una larga vida útil y un mantenimiento sencillo.

El evaporador INHA-225 ofrece una potencia frigorífica adecuada para cubrir la carga térmica calculada en la cámara, con un caudal de aire suficiente para mantener la estabilidad térmica requerida en la conservación del vino.

➢ Datos del equipo:

-Capacidad de refrigeración: 28,8 kW

-Diferencial térmico (ΔT) para el funcionamiento a 4ºC = 8ºC = Tc – Te

-Temperatura de evaporación del refrigerante (Te) = Tc - ΔT = 4 – 8 = - 4 ºC

Dicha temperatura de evaporación sólo se alcanzará cuando funcione a máxima potencia y sólo será el refrigerante y nunca la superficie de evaporador.

➔ **VÁLVULA DE EXPANSIÓN**

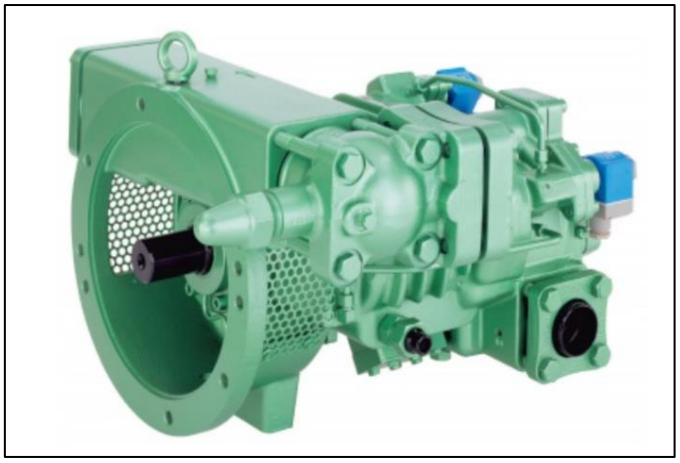
La válvula de expansión, incluida en el evaporador, controla la cantidad de amoníaco líquido que entra en el evaporador, asegurando que se mantengan las condiciones de presión y temperatura adecuadas para la correcta evaporación del refrigerante en el interior del equipo; su función es mantener un equilibrio entre el caudal de refrigerante y la carga térmica del evaporador, evitando tanto un exceso que podría arrastrar líquido al compresor como un déficit que reduciría la superficie activa de intercambio y la eficiencia global del sistema.

➔ **COMPRESOR**

El compresor tiene como función principal aspirar el refrigerante en estado de vapor a baja presión desde el evaporador y elevarlo a una presión y temperatura superiores mediante un proceso de compresión. Este incremento de presión permite que el fluido pueda transferir el calor absorbido en la cámara al medio de condensación, cerrando así

el ciclo frigorífico. Además de este trabajo de compresión, el compresor asegura la circulación continua del refrigerante por toda la instalación, actuando como el elemento impulsor que mantiene en marcha el ciclo de refrigeración.

Figura 4: Compresor de tornillo abierto BITZER serie OS



Fuente: (pekomark)

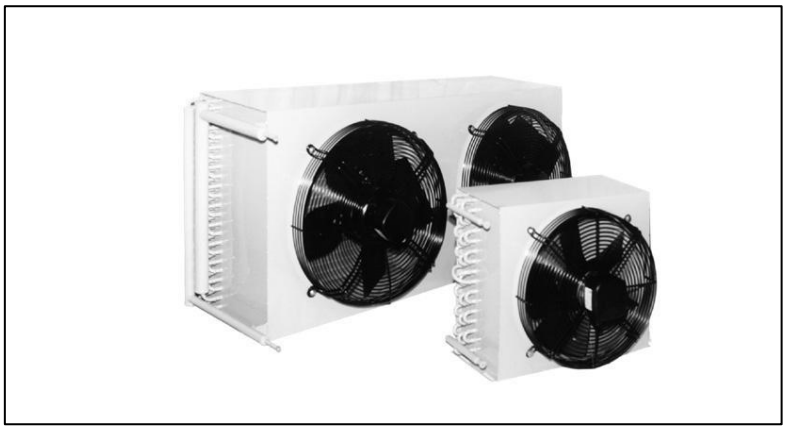
El compresor de tornillo abierto seleccionado es un equipo de alta capacidad frigorífica diseñado para aplicaciones industriales que requieren un funcionamiento continuo y fiable. Al tratarse de un compresor de tornillo, ofrece un caudal de refrigerante constante y un rendimiento volumétrico elevado, con bajas vibraciones y alta eficiencia energética puesto que su configuración abierta facilita la transmisión mecánica mediante acoplamiento externo, permitiendo adaptarse a diferentes sistemas de accionamiento y ofreciendo mayor flexibilidad de instalación. La serie seleccionada está diseñada para trabajar con amoníaco (R-717), refrigerante que demanda componentes robustos y específicos, y porque integra sistemas de control de capacidad escalonada que permiten ajustar la potencia a la carga térmica real de la cámara, reduciendo consumos y aumentando la vida útil del compresor.

-Potencia: 40 CV = 29,42 k

➔ **CONDENSADOR**

El condensador será el encargado de recibir el refrigerante comprimido y sobrecalentado para facilitar su enfriamiento hasta provocar su cambio de fase de vapor a líquido. Durante este proceso, el calor absorbido en el evaporador, junto con el calor generado en la compresión, se transfiere al medio exterior, normalmente aire ambiente o agua de refrigeración. De esta manera, el condensador garantiza que el refrigerante regrese al estado líquido a alta presión, condición indispensable para que, tras pasar por la válvula de expansión, pueda evaporarse de nuevo en el evaporador y repetir el ciclo de refrigeración. Cabe destacar que será instalado en el techo de la cámara por motivos de eficiencia y seguridad.

Figura 5: Condensador CG25



Fuente: (García Cámara)

El condensador seleccionado es un equipo de condensación industrial diseñado para instalaciones de refrigeración de media y gran potencia, cuya misión es disipar al ambiente el calor absorbido en el evaporador y el generado en la compresión del refrigerante, en este caso amoníaco (R-717). Se trata de un condensador de construcción robusta, fabricado en acero y con aletas de gran superficie que favorecen el intercambio térmico, incorporando ventiladores de alto rendimiento que garantizan un flujo de aire constante y homogéneo a través del haz tubular.

-Tª de condensación: 20ºC

2.3.4. Cálculo del sistema de refrigeración

La cámara frigorífica operará bajo un ciclo de compresión mecánica simple para producir las condiciones deseadas en su interior. Para el cálculo del ciclo partimos de los siguientes datos de condiciones de la cámara frigorífica y los equipos de la instalación, ya sean datos de diseño o de fabricante:

- Temperatura de la cámara: 4ºC
- Calor a retirar del sistema: 85.000 kJ/h
- Temperatura de evaporación: -4ºC
- Temperatura de condensación: 20 ºC

Además, se realizará un recalentamiento de vapor en el compresor y un subenfriamiento del líquido previo a su entrada al evaporador.

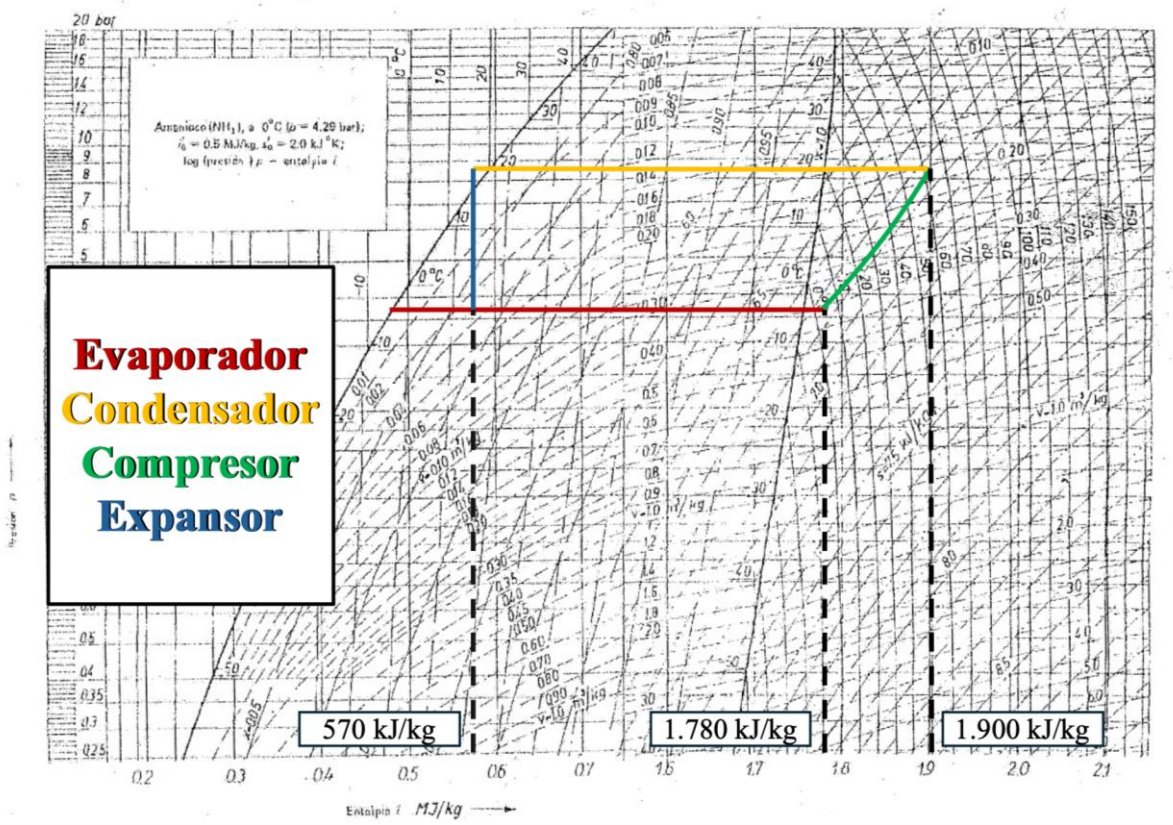
→Recalentamiento de vapor: permitirá asegurar que, a la salida del evaporador, el refrigerante se encuentre completamente en estado de gaseoso al estar algunos grados por encima de su temperatura de evaporación. Así, se protegerá al compresor de la entrada de refrigerante líquido, lo cual podría dañarlo gravemente por golpes de líquido y pérdida de lubricación. El recalentamiento también permite controlar y estabilizar el funcionamiento del sistema, garantizando que el refrigerante aproveche al máximo la superficie del evaporador antes de llegar al compresor. Pese a que el compresor vaya a trabajar más y a mayor temperatura, esta medida de seguridad y de eficiencia operativa, asegurará el correcto funcionamiento del compresor y optimizará el intercambio de calor en el evaporador.

→Subenfriamiento: es el enfriamiento adicional del refrigerante líquido a la salida del condensador por debajo de su temperatura de saturación correspondiente a la presión de condensación. Con ello se evita que parte del refrigerante se evapore prematuramente antes de entrar en la válvula de expansión, asegurando que todo el caudal llegue en estado líquido y aumentando así el rendimiento frigorífico del ciclo. Esta práctica incrementa la

eficiencia energética global de la instalación, al mejorar la capacidad de refrigeración en el evaporador sin un aumento del trabajo de compresión, además de contribuir a la estabilidad y fiabilidad del sistema al evitar cavitación y problemas de regulación en la válvula de expansión.

Dados las condiciones de funcionamiento, pasamos al diagrama presión-entalpía del amoniaco:

Figura 6: Diagrama presión-entalpía del amoniaco (R-717) de la instalación



Fuente: Elaboración propia

Pudiendo verificar y calcular los siguientes factores:

•<u>Comprobación de la temperatura de funcionamiento del compresor</u>:

Se observa en la gráfica que el compresor funciona a 63ºC, temperatura muy inferior a los 120ºC (valor cercano a los límites de temperatura de funcionamiento de compresores), por lo que operará a una temperatura óptima y segura.

•Capacidad refrigerante del sistema (calor evacuado):

$$q_e = \Delta i_{(condensador)} = 1.780 - 570 = 1.210 \text{ kJ/kg de R-717}$$

•Masa de refrigerante necesaria:

$$qm_{R\text{-}717} = P / q_e = \frac{85.000\ kJ/h}{1.210\ kJ/kg} = 70{,}25 \text{ kg/h}$$

•Caudal volumétrico de refrigerante a la entrada del evaporador:

$$qv_{R\text{-}717} = qm \cdot v = 70{,}25 \text{ kg/h} \cdot 0{,}35 \text{ m}^3/\text{kg} = 24{,}59 \text{ m}^3/\text{h}$$

•Capacidad refrigerante del fluido:

$$1.210 \text{ kJ/kg} / 0{,}35 \text{ m}^3/\text{kg} = 3.457{,}14 \text{ kJ/m}^3 \text{ (medida a la entrada del compresor)}$$

•Trabajo específico de compresión y potencia del compresor:

$$q_w = \Delta i_{(compresor)} = 1.900 - 1.780 = 120 \text{ kJ/kg}$$

$$Q_w = 120 \text{ kJ/kg} \cdot 70{,}25 \text{ kg/h} = 8.430 \text{ kJ/h} = 2{,}34 \text{ kW}$$

•Trabajo específico de condensación y potencia del condensador:

$$q_c = \Delta i_{(compresor)} = 1.900 - 570 = 1.330 \text{ kJ/kg}$$

$$Q_c = 1.330 \text{ kJ/kg} \cdot 70{,}25 \text{ kg/h} = 93.432{,}5 \text{ kJ/h} = 25{,}95 \text{ kW}$$

•COP:

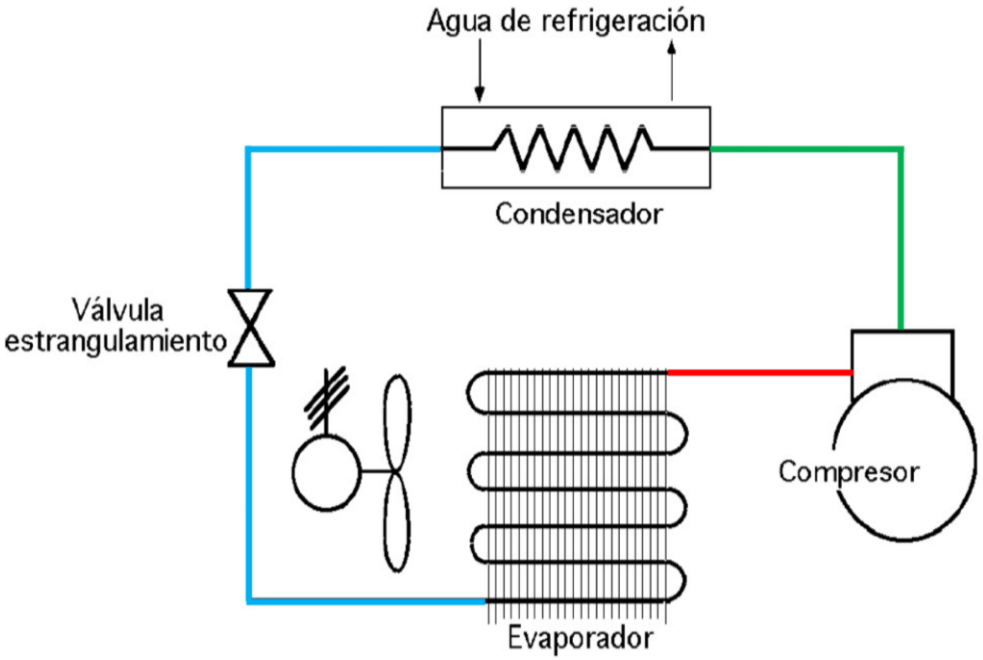
$$COP = \frac{qe}{qw} = \frac{\Delta i(condensador)}{\Delta i(compresor)} = \frac{1.780 - 570}{1.900 - 1.780} = \frac{1.210}{120} = 10$$

Por lo tanto, se verifica que la solución adoptada cumple con todos los requisitos demandados de la forma más simple, económica y eficiente posible.

2.3.5. Cálculo de tuberías de la instalación

Para el sistema de compresión mecánica con amoníaco (R-717) se adoptan velocidades que equilibran el flujo de refrigerante por el sistema en términos de eficiencia, pérdidas de carga y fiabilidad operativa. Se diferencian tres líneas de tuberías, representadas en el siguiente esquema de compresión mecánica simple:

Figura 7: Esquema de compresión simple: componentes y líneas



Fuente: Elaboración propia

En los tres casos se calcularán la sección y diámetros de las tuberías mediante las siguientes fórmulas:

$$S = \frac{qv}{v}$$

➢ Donde:

-S = Sección de la línea (m^2)

-qv = caudal volumétrico del refrigerante (m^3/s)

-v = velocidad de la línea (m/s)

$$Ø = \sqrt{\frac{4 \cdot S}{\pi}}$$

➢ Donde:

Ø = diámetro de la tubería (m)

-S = Sección de la línea (m^2

- **LÍNEA DE ASPIRACIÓN:**

En aspiración (salida del evaporador y entrada al compresor) se fija 17,5 m/**s** dentro del rango recomendado 15–20 m/s, garantizando transporte eficaz de vapor y retorno de aceite sin penalizar la caída de presión. Será la encargada de transportar el vapor de baja presión desde el evaporador hasta la entrada de aspiración del compresor.

$$S = \frac{qv}{v} = \frac{\frac{70,25}{3.600} \cdot 0,35}{17,5} = 3,9 \cdot 10^{-4}\ m^2$$

$$Ø = \sqrt{\frac{4 \cdot S}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 3,9 \cdot 10\text{^}-4}{\pi}} = 0,022m = 22\ mm = 0,87''$$

→ Por lo que se selecciona espesor comercial de **1''**

- **LÍNEA DE DESCARGA:**

En descarga (salida del compresor y entrada al condensador) se adopta igualmente 17,5 m/s (recomendado 15–20 m/**s**), optimizando el caudal hacia el condensador y limitando pérdidas y ruido. Alimenta vapor de gran presión y temperatura desde el compresor hasta el condensador.

$$S = \frac{qv}{v} = \frac{\frac{70,25}{3.600} \cdot 0,18}{17,5} = 2 \cdot 10^{-4}\ m^2$$

$$Ø = \sqrt{\frac{4 \cdot S}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 2 \cdot 10\text{^}-4}{\pi}} = 0,016m = 16mm = 0,63''$$

→ Por lo que se selecciona espesor comercial de **3/4''**

- **LÍNEA DE LÍQUIDO:**

En línea de líquido (del condensador al evaporador) se selecciona 0,9 m/**s** dentro del rango 0,5–1,25 m/s, con flujo estable, mínima erosión y bajo riesgo de cavitación o ebullición prematura. Moviliza el refrigerante líquido desde el condensador hasta la válvula de expansión.

$$S = \frac{qv}{v} = \frac{\frac{70,25}{3.600} \cdot 0,14}{0,9} = 30,35 \cdot 10^{-4}\ m^2$$

$$Ø = \sqrt{\frac{4 \cdot S}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 30,35 \cdot 10\text{^}-4}{\pi}} = 0,062m = 62\ mm = 2,44''$$

→ Por lo que se selecciona espesor comercial de **2 ½''**

2.3.Cálculo y diseño de frío en la línea de procesado

Las siguientes operaciones fueron descritas en el Anejo III, justificando la necesidad de realizarse en frío. A continuación, serán cuantificadas y se propondrá una solución basada en el empleo de agua glicolada y serpentines sumergidos. Cabe destacar que las fórmulas empleadas en los cálculos de necesidades de frío de este apartado son de carácter experimental puesto que han sido sacadas del estudio *Benito Sáez, A., Navascues López-Cordón, E., Calderón Fernández, F., & Benito Sáez, S. (2017). Refrigeration in Winemaking Industry.*

2.3.1. Desfangado

Al realizarse en discontinuo: Qcr = qcr / t

➢ Donde:

Qcr = energía a disipar por unidad de tiempo (kJ/h)

qcr = energía total a disipar (kJ) = m · cp · ΔT

t = tiempo de desfangado (h) = 3 h

m = masa de mosto (kg)

cp = calor específico del mosto mosto = 3,8 kJ/kg·ºC

ΔT = temperatura inicial – temperatura final del mosto (temperatura de desfangado)

Se supone que la uva y el mosto se calientan desde la salida de la cámara hasta su llegada a tanque para desfangado, llegando a los 15ºC. La temperatura de desfangado será de 12 ºC.

➢ Por lo que:

qcr = 5.254 · 3,8 · (15 – 12) = 59.896 kJ

Qcr = 59.896 / 3 = **19.965 kJ/h**

(Calculada para el único tanque empleado para desfangado, que será llenado y vaciado cada día)

2.3.2. Fermentación

Durante la fermentación, habrá:

Necesidades de refrigeración = Energía generada + Energía disipada

➔ **Energía generada**

$$Qf = \frac{V \cdot 0{,}59 \cdot X}{t}$$

➢ Donde:

-Qf = energía generada en la fermentación (kJ/h)

-V = volumen de mosto en fermentación (L)

-0,59 = energía generada por gramo de azúcar (kJ/g de azúcar)

-X = riqueza azucarada del mosto (g/L)

-t = tiempo de fermentación (h) = 7 d = 168 h

Nota: se consideran los 7 días centrales de la puesta en fermentación puesto que serán los que tengan actividad metabólica significativa como para producir un incremento en la temperatura del mosto

➢ Por lo que:

$$\mathbf{Qf} = \frac{30.737 \cdot 0{,}59 \cdot 204}{168} = \mathbf{22.021\ kJ/h}$$

➔ **Energía disipada**

La energía disipada será la resultante de la disipación de calor del tanque y de vaporización de CO_2 H_2O y etanol:

$$\text{Energía disipada} = Qd + Qv = Qd + Q_{CO2} + Q_{H2O} + Q_{etOH}$$

Energía disipada por las paredes del tanque (Qd):

$$Qd = U \cdot S \cdot \Delta T$$

➢ Donde:

-S = superficie depósito (m^2) = $(2 \cdot \pi \cdot r^2) + (2 \cdot \pi \cdot r \cdot h) = (2 \cdot \pi \cdot 0{,}94^2) + (2 \cdot \pi \cdot 0{,}94 \cdot 3{,}25) = 24{,}75\ m^2$, al haber tres tanques de la superficie total será el 74,25 m^2.

-ΔT = temperatura del exterior – temperatura del mosto (ºC)

(La temperatura de la bodega es de 20ºC y el mosto debe fermentar a 16ºC)

-U = coeficiente global de transferencia de calor (kJ/m2·h·ºC)

$$U = \frac{1}{\frac{1}{he} + (Lpared/\lambda\ ) + \frac{1}{hi}} = \frac{1}{\frac{1}{38,9} + (0,0012\ /\ 179,7\ ) + \frac{1}{1.000}} = 37,43\ \text{kJ/(m}^2\text{·h·ºC)}$$

➢ Donde:

L_{pared}: espesor de la pared del depósito (m)
λ: Conductividad térmica (kJ/ºC.m.h)
h_i: Coeficiente superficial trasmisión interior: 1000 kJ/ºC.m^2.h
h_c: Coeficiente superficial transmisión exterior kJ/ºC.m^2.h

Tabla 6: Variables de cálculo de coeficiente global de transferencia de un tanque

Velocidad aire industria (m/s)	h_c
0,0	23
1,5	42
5,0	172

Material	Espesor(m)	λ (kJ/ºC.m.h)	h_c : 23	h_c : 42	h_c :172
Madera	0,02	0,42	6,1	6,9	7,9
Hormigón	0,10	1,25	2,9	3,1	3,3
A. inox AISI 304	0,0012	188,1	22,6	39,7	143,8
A. inox AISI 316	0,0012	179,7	22,3	38,9	133,7

Fuente: Calderón, F. (2023). Documentación de la asignatura Ingeniería del Frío (ETSIAAB UPM)

➢ Por lo que:

Qd = $37,43 \cdot 74,25 \cdot (20 - 16)$ = **11.118 kJ/h**

➢ Energía disipada por liberación de gases:

$$Q_V = Q_{CO2} + Q_{H2O} + Q_{EtOH}$$

$$Q_{CO2} = \frac{\frac{K}{Cp} \cdot V \cdot X}{t}$$

➢ Donde:

Q_{CO2} = Energía disipada por liberación de CO_2

V = Volumen de mosto en fermentación (L)

X = Riqueza azucarada del mosto (g/L)

t = Duración de la fermentación (h)

K/Cρ = Parámetro función del calor específico, temperatura de fermentación y condiciones de esta (0,025-0,035 kJ/g)

➢ Por lo que:

$$\mathbf{Q_{CO2}} = \frac{0{,}030 \cdot 30.737 \cdot 204}{168} = \mathbf{1.120\ kJ/h}$$

- $Q_{H2O} = \frac{0{,}011 \cdot V \cdot X \cdot hfg(agua)}{t}$

➢ Donde:

Q_{H20} = Energía disipada por liberación de H_2O

V = Volumen de mosto en fermentación (L)

X = Riqueza azucarada del mosto (g/L)

hfg = Calor latente de vaporización del agua a la Tª de fermentación (16ºC) (kJ/kg)

➢ Por lo que:

$$\mathbf{Q_{H2O}} = \frac{0{,}011 \cdot 30.737 \cdot 0{,}204 \cdot 2453}{168} = \mathbf{1.007\ kJ/h}$$

- $Q_{etOH} = \frac{0.0135 \cdot V \cdot X \cdot hfg(etOH)}{t}$

➢ Donde:

Q_{etOH} = Energía disipada por liberación de etOH

V = Volumen de mosto en fermentación (L)

X = Riqueza azucarada del mosto (g/L)

hfg_{EtOH} = Calor latente de vaporización Etanol a la Tª fermentación (16ºC) (kJ/kg)

➢ Por lo que:

$$\mathbf{Q_{etOH}} = \frac{0{,}0135 \cdot 30.737 \cdot 0{,}204 \cdot 840{,}18}{168} = \mathbf{854\ kJ/h\ 423}$$

➔$Qv = Q_{CO2} + Q_{H2O} + Q_{EtOH} = 1.120 + 1.007 + 854 = 2.981$ kJ/h

-Total aporte/disipación por paredes del depósito y liberación de gases:

$$Qd+Qv= 11.118 + (-2.981) = 8.137 \text{ kJ/h}$$

-Necesidades de refrigeración = Energía generada + Energía disipada

-Necesidades de refrigeración = 22.021 + 8.137 = **30.158 kJ/h**

(Calculada para los tres tanques, puesto que trabajan simultáneamente)

2.3.3. Clarificado

Al realizarse en discontinuo: Qcr = qcr / t

➢ Donde:

Qcr = energía a disipar por unidad de tiempo (kJ/h)

qcr = energía total a disipar (kJ) = m · cp · ΔT

t = tiempo de clarificado (h) = 24 h

m = masa de vino (kg)

cp = calor específico del vino = 3,8 kJ/kg·ºC

ΔT = temperatura inicial – temperatura final del vino (temperatura de clarificado)

(La temperatura inicial es la temperatura de fermentación al ser la del proceso anterior)

➢ Por lo que:

qcr = 30.737 · 3,8 · (16 – 14) =233.601 kJ

Qcr = 233.601 / 24 = **9.733 kJ/h**

(Calculada para los tres tanques, puesto que trabajan simultáneamente)

2.3.4. Estabilización

Al realizarse en discontinuo: Qcr = qcr / t

➢ Donde:

Qcr = energía a disipar por unidad de tiempo (kJ/h)

qcr = energía total a disipar (kJ) = m · cp · ΔT

t = tiempo de estabilización (h) = 9 h

m = masa de vino (kg)

cp = calor específico del vino = 3,8 kJ/kg·ºC

ΔT = temperatura inicial – temperatura final del vino (temperatura de estabilizado)

➢ Por lo que:

qcr = 10.092 · 3,8 · (14 – 0) = 536.894 kJ

Qcr = 536.894 / 12 = **44.741 kJ/h**

(Calculada para el único tanque de estabilización del que se dispone)

2.4. Instalación de frío en la línea de proceso: abastecimiento de agua glicolada

Para controlar la temperatura de en los tanques en las distintas operaciones expuestas serán empleados serpentines sumergidos, una solución económica y de gran eficiencia que funcionará desde el inicio de la fermentación. Proporciona un control homogéneo de la temperatura y su eficacia no depende del tamaño del depósito. La velocidad de enfriamiento disminuye a medida que la diferencia de temperatura se reduce, sin posibilidad de recuperar energía.

Esta solución funciona con agua glicolada, mezcla de agua con glicol (normalmente etilenglicol o propilenglicol) usada como fluido caloportador en sistemas de refrigeración. Por ello, se empleará una planta enfriadora de glicol.

2.4.1. Dimensionamiento del sistema de agua glicolada

Para dimensionar el sistema de abastecimiento de glicol se considerará el momento de mayor demanda. Tomando los cálculos del apartado anterior y los cronogramas del Anejo II. Se concluye que dicho momento sucede cuando se estabiliza el vino en un tanque y se clarifica en los otros dos. Además, se aplicará un factor de seguridad del 20% para mayor certeza. De esta forma se obtiene la potencia frigorífica del equipo enfriador de agua glicolada:

$$Q_{TOT} = \Sigma Q_i \cdot f = (89.482 + \frac{2}{3} \cdot 9.733) \cdot 1{,}2 = 115.165 \text{ kJ/h} = \mathbf{32\ kW}$$

➢ Donde:

Q_{TOT} = potencia frigorífica del equipo de frío (kJ/h)

ΣQ_i = sumatorio de las cargas térmicas de los tanques

f = factor de seguridad

➢ Por lo que:

$\mathbf{Q_{TOT}} = \Sigma Q_i \cdot f = (89.482 + \frac{2}{3} \cdot 9.733) \cdot 1{,}2 = \mathbf{115.165\ kJ/h = 32\ kW}$

También se deberá estimar el caudal de agua glicolada que será necesario para dicho instante. Mediante el balance energético del intercambio de calor entre el agua glicolada y el vino de los tanques obtendremos el caudal de agua glicolada necesario:

$$Q_{TOT} = \dot{m}_g \cdot Cp_g \cdot \Delta T$$

➢ Donde:

Q_{TOT} = calor a absorber por el agua glicolada (carga térmica de los tanques)

$\dot{m}_g$ = caudal de agua glicolada

Cp_g = calor especifico del agua glicolada (40% propilenglicol) = 3,5 kJ/(kg·K)

ΔT = incremento de temperatura del intercambio (Tª de estabilización – Tª del agua glicolada)

➢ Por lo que:

$Q_{TOT} = \dot{m}_g \cdot Cp_g \cdot \Delta T$ ➔ $115.165 = \dot{m}_g \cdot 3{,}5 \cdot (0 - (-6))$ ➔ $\mathbf{\dot{m}_g}$ = 5.484 kg/h =**1,52 kg/s**

2.4.2. Selección del equipo enfriador de glicol

Con los datos anteriores de potencia necesaria y caudal de agua glicolada se seleccionará un equipo de frío que satisfaga las necesidades calculadas.

Figura 8: Equipo de frío C2-W39



Fuente: (Jesús Espier)

El equipo de frío seleccionado funciona como un generador de agua glicolada mediante el uso de refrigerante R-404A. En su interior, el circuito frigorífico con compresor, condensador y evaporador enfría una mezcla de agua y glicol que circula por un depósito externo de acumulación. Desde allí, mediante bombas y válvulas, el glicol se distribuye a los diferentes puntos de consumo, como serpentines de depósitos de fermentación, intercambiadores o unidades de climatización de salas. El sistema dual de regulación del circuito permite que el equipo se adapte tanto a picos de demanda (fermentaciones activas que generan gran cantidad de calor) como a periodos de carga reducida (mantenimiento de temperatura en vinos ya estabilizados), asegurando así eficiencia energética y continuidad operativa.

Requiere un cuadro eléctrico remoto y un depósito de acumulación externo equipado con dispositivos de seguridad apropiados; en instalaciones con múltiples consumidores, puede integrarse con un cuadro adicional, electroválvulas y bombas de circulación externas que permiten automatizar y gestionar múltiples aplicaciones desde una única unidad.

- ➢ Datos del equipo:

-Potencia frigorífica: 38,7 kW

-Caudal de agua glicolada: 11.000 L/h

Además, requiere de un depósito acumulador de glicol:

Figura 9: Tanque acumulador de agua glicolada



Fuente: (TONSEN)

El depósito acumulador seleccionado es un tanque de gran capacidad diseñado para sistemas de agua glicolada y climatización industrial, cuya función principal es estabilizar la temperatura del circuito, absorber picos de demanda y evitar arranques y paradas frecuentes del generador de frío. Fabricado con materiales resistentes y preparado para trabajar con mezclas de glicol, incorpora conexiones para entrada y salida de fluido, así como puertos para instalar sondas de control y accesorios de seguridad. Su construcción robusta y su aislamiento permiten un funcionamiento eficiente y fiable, convirtiéndolo en un complemento indispensable para instalaciones de refrigeración como las de bodegas, donde se requiere un suministro continuo y estable de glicol frío hacia los distintos consumidores.

➢ Datos del equipo:

-Capacidad del tanque: 2000 L

2.4.3. Componentes adicionales de la instalación de agua glicolada

•Depósito acumulador de glicol: tanque aislado donde se almacena la mezcla de agua y glicol enfriada por el equipo, estabilizando la temperatura y absorbiendo picos de demanda.

•Bombas de circulación: conjunto de bombas que impulsan el glicol desde el depósito hacia los distintos consumidores (depósitos, intercambiadores o climatizadores), normalmente con configuración duty/stand-by para asegurar continuidad.

•Electroválvulas: válvulas automáticas que abren o cierran el paso de glicol a cada consumidor en función de la señal de demanda de frío.

•Válvulas de regulación (2 o 3 vías): permiten modular el caudal de glicol en cada unidad terminal, ajustando la temperatura de forma precisa.

•Cuadro eléctrico remoto: panel de maniobra que integra protecciones, arrancadores, contactores y el control de bombas, electroválvulas y sondas, coordinado con el equipo de frío.

•Colectores de impulsión y retorno: tuberías principales que distribuyen el glicol desde las bombas hacia los consumidores y recogen el fluido de vuelta al depósito.

•Vaso de expansión: elemento que compensa las variaciones de volumen del glicol debidas a cambios de temperatura, evitando sobrepresiones en el circuito.

•Purgadores de aire automáticos: dispositivos instalados en puntos altos de la red para eliminar bolsas de aire que perjudican la circulación y el intercambio térmico.

•Filtros de malla o filtro-cesta: colocados en la impulsión para retener impurezas y proteger serpentines, válvulas y bombas.

•Sensores de temperatura y caudal: sondas en impulsión, retorno y depósitos que permiten controlar el funcionamiento, asegurar caudal mínimo y dar señal a las electroválvulas.

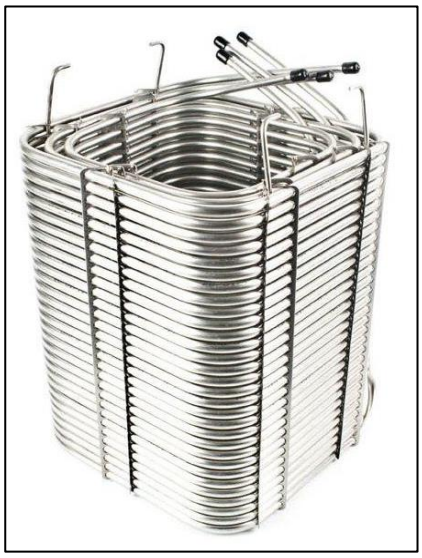
•Válvulas de seguridad y de corte: protegen frente a sobrepresiones y permiten aislar tramos de la instalación para mantenimiento seguro.

•Aislamiento de tuberías: recubrimiento térmico que evita pérdidas de frío y condensaciones en toda la red de impulsión y retorno de glicol.

•Drenajes y válvulas de vaciado: puntos bajos de la instalación que permiten evacuar el glicol para limpieza, mantenimiento o recarga.

2.4.4. Cálculo y selección de serpentines sumergidos

Figura 10: Intercambiadores de espiral tubular KSR "Serpentines"



Fuente: (Golderos)

$$Q = U \cdot A \cdot \Delta T$$

➢ Donde:

-Q_{TOT} = calor a absorber por el agua glicolada (carga térmica de los tanques)

(Será en cada caso la carga respectiva calculada anteriormente)

-U = coeficiente global de transferencia de calor (kJ/m^2·h·ºC): U_{acero} = 1.800 kJ/m^2·h·ºC

-ΔT = incremento de temperatura del intercambio (Tª del tanque – Tª del agua glicolada)

-A = superficie de intercambio de calor (superficie del serpentín) (m^2)

= 2 · π · Do (diámetro exterior del tubo del serpentín) · L (longitud del serpentín)

Por lo que $A = 2 \cdot \pi \cdot 0{,}008 \cdot L = 0{,}05 \cdot L$

(Conociendo el diámetro del fabricante, solo habrá que calcular y elegir la longitud)

➢ Por lo que:

➔Superficie del serpentín del tanque de desfangado:

$$A = \frac{Q}{U \cdot \Delta T} = \frac{19.965}{1.800 \cdot (12-0)} = 0{,}92\ m^2,\ A = 2 \cdot \pi \cdot Do \cdot L \rightarrow L = \frac{0{,}92}{2 \cdot \pi \cdot 0{,}008} = 20\ m$$

➔Superficie del serpentín de los tanques de fermentación, clarificación y almacenaje:

$$A = \frac{Q}{U \cdot \Delta T} = \frac{30.158/3}{1.000 \cdot (14-0)} = 0{,}71\ m^2,\ A = 2 \cdot \pi \cdot Do \cdot L \rightarrow L = \frac{0{,}71}{2 \cdot \pi \cdot 0{,}008} = 15\ m$$

➔Superficie del serpentín del tanque de estabilización:

$$A = \frac{Q}{U \cdot \Delta T} = \frac{44.741}{1.800 \cdot (0-(-10))} = 2{,}48\ m^2,\ A = 2 \cdot \pi \cdot Do \cdot L \rightarrow L = \frac{14{,}91}{2 \cdot \pi \cdot 0{,}008} = 30\ m$$

(Nota: se redondean todas las longitudes a la inmediatamente superior del catálogo del fabricante)

3. CÁLCULO Y DISEÑO DE FRÍO EN LA OBTENCIÓN DEL ESPUMOSO

Para la obtención del espumoso del proyecto se requiere de una sala de crianza y una de pupitres, en las cuales el vino envejecerá y sedimentará para su limpieza. Ambas operaciones requieren de salas climatizadas a 10ºC.

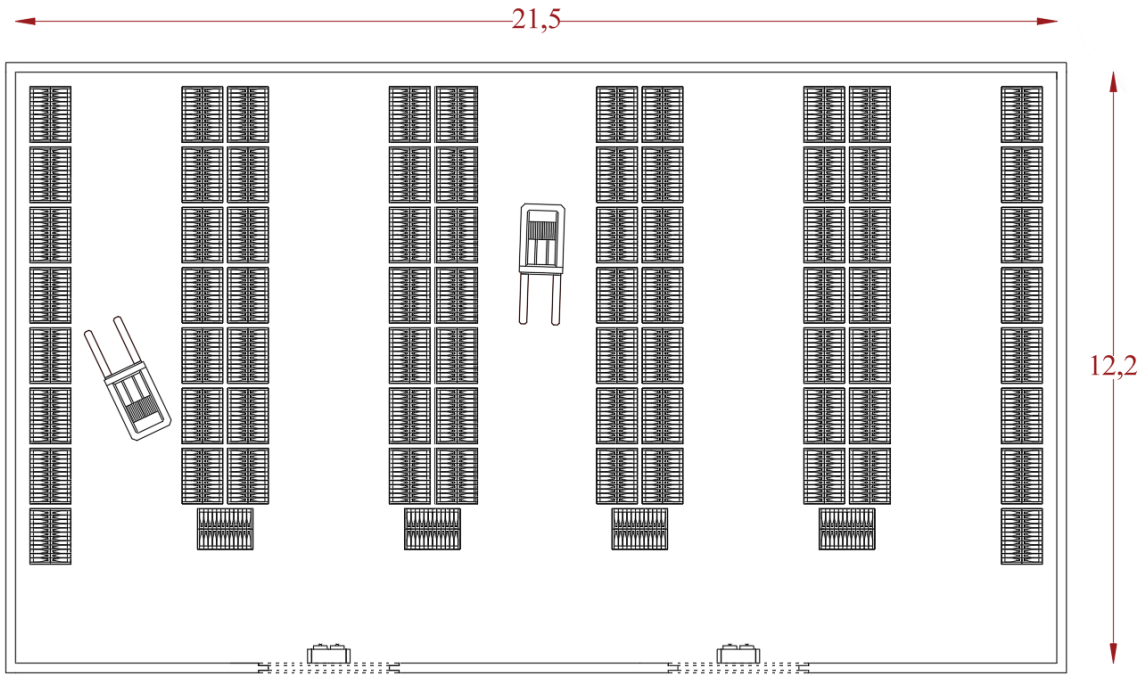
Para el diseño y cálculo de ambas cámaras se ha utilizado la misma metodología que para el de la cámara frigorífica; tomando los datos climáticos y separaciones entre elementos.

3.1. Diseño de la sala de crianza y cálculo de necesidades

3.1.1. Características de la sala de crianza

La sala de crianza tendrá unas dimensiones interiores de 21,5x12,2x4(m), contando con pasillos interiores de 2,5 m para permitir el movimiento de toros mecánicos en la carga y descarga de los jaulones.

Figura 11: Plano de la sala de crianza



Fuente: Elaboración propia

A continuación, se definen los parámetros constructivos de la nave, descritos de exterior a interior de la nave:

➔ **PARÁMETROS HORIZONTALES:**

•**SUELO:**

-**Nivelación**: grava gris nevada de canto entre 16 y 25mm de canto, compactado manual, espesor de 10 cm, λ=2 W/m·K

-**Barrera antivapor:** barrera bituminosa, espesor de 0,18cm, λ= 0,17 W/m·K

-**Aislante**: Planchas de espuma rígida de poliuretano, *espesor a calcular*, λ= 0,023 W/m·K

-**Losa de hormigón en masa**: HM-25/P/20/XC_2 vertido con hormigonera, espesor de 20cm, λ= 2,4W/m°K

-**Capa sanitaria superficial**: barniz de resina epoxi, espesor de 0,12 cm (doble capa), λ=0,06 W/m°K

•**TECHO:**

-**Falso techo**: panel sándwich de espuma rígida de poliuretano, *espesor a calcular*, λ= 0,023 W/m·K

➔ **PARÁMETROS VERTICALES:**

•**PAREDES:**

-Acabado exterior: Pintura plástica blanca, espesor 0.15cm, λ=0,06 W/m·K

-Elemento constructivo: bloques de hormigón, espesor 30 cm, λ= 1 W/m·K

o muro de hormigón prefabricado con aislamiento, espesor 20 cm, λ= 1 W/m·K

(el primer caso se dará para los muros interiores y el segundo para los exteriores)

-**Barrera Antivapor:** barrera bituminosa, espesor 0,18cm, λ= 0,17 W/m·K

-**Aislante**: Planchas de espuma rígida de poliuretano, *espesor a calcular*, λ= 0,023 W/m·K

-**Acabado interior**: Panel macizo de PVC, espesor 0,24 cm, λ= 0,16 W/m·K

3.1.2. Temperatura exterior de proyecto de la sala de crianza

$\mathbf{t_{exproy}} = 0{,}4 \times t_{mm} + 0{,}6 \times t_{MA} = 0{,}4 \times 25{,}90 + 0{,}6 \times 35{,}94 = 31{,}93$ ºC

- Tª paredes interiores = Tª techo = $t_{exproy} - 4$ ºC = 27,93 ºC
- Tª pared exterior (orientación norte) = t_{exproy} = 31,93 ºC
- Tª Suelo (sin vacío sanitario) = 15 ºC

3.1.3. Cálculo de espesores del aislante

(Se usará la misma fórmula y la misma tabla de valores h_e y h_i que en el caso de la cámara de uva)

➢ Para las 3 paredes interiores:

$$8 = \frac{27{,}93 - 10}{0{,}11 + \frac{0{,}0015}{0{,}06} + \frac{0{,}3}{1} + \frac{0{,}0018}{0{,}17} + \frac{x}{0{,}023} + \frac{0{,}0024}{0{,}16} + 0{,}11} \rightarrow e = 35.31 \approx 50\text{mm}$$

➢ Para la pared exterior:

$$8 = \frac{31{,}93 - 10}{0{,}11 + \frac{0{,}0015}{0{,}06} + \frac{0{,}2}{1} + \frac{0{,}0018}{0{,}17} + \frac{x}{0{,}023} + \frac{0{,}0024}{0{,}16} + 0{,}06} \rightarrow e = 53{,}39 \approx 75\text{ mm}$$

➢ Para el techo:

$$8 = \frac{27{,}93 - 10}{0{,}17 + \frac{x}{0{,}023} + 0{,}17} \rightarrow e = 43{,}73 \approx 50 \text{ mm}$$

➢ Para el suelo:

$$8 = \frac{15 - 10}{0{,}09 + \frac{0{,}1}{2} + \frac{0{,}0018}{0{,}17} + \frac{x}{0{,}023} + \frac{0{,}2}{2{,}4} + \frac{0{,}0012}{0{,}06} + 0.09} \rightarrow e = 6{,}47 \approx 10 \text{ mm}$$

Nota: se redondean todos los espesores al espesor comercial igual o inmediatamente superior al calculado.

3.1.4. Cargas térmicas

En el caso de las cargas que ya aparecieron en el cálculo de la cámara de uva sólo se procederá a los cálculos de las cargas para no repetir explicaciones.

➔ Q_1 (flujo a través paredes, techo y suelo)

$$Q_1 = Q_{1s} = f \cdot K \cdot S \cdot \Delta T$$

➢ Por lo que:

$Q_{1\ \text{pared Norte}} = 1{,}1 \cdot 0{,}8 \cdot (4 \cdot 21{,}5) \cdot (31{,}93 - 10) = 1.660$ kJ/h

$Q_{1\ \text{paredes Sur}} = 1{,}1 \cdot 0{,}8 \cdot (4 \cdot 21{,}5) \cdot (27{,}93 - 10) = 1.357$ kJ/h

$Q_{1\ \text{paredes Este y Oeste}} = 1{,}1 \cdot 0{,}8 \cdot (4 \cdot 12{,}2) \cdot (27{,}93 - 10) = 770$ kJ/h

$Q_{1\ techo}$ = 1,1 · 0,8 · (21,5 · 12,2) · (27,93 - 10) = 4.139 kJ/h

$Q_{1\ suelo}$ = 1,1 · 0,8 · (21,5 · 12,2) · (15 - 10) = 1.154 kJ/h

Con f del 10% (caso más desfavorable)

$K = \frac{8\ (\frac{W}{m2})}{(20-10)K} = 0{,}8\ (\frac{W}{m2} \cdot K)$ *(Considerando 20ºC la temperatura interior de la nave)*

$Q_{1\ TOTAL}$= 1.660 + 1.357 + 770 + 4.139 + 1.154 = 9.080 kJ/h ; · 24h/día = **217.920 kJ/d**

➔ Q_2 (renovación del aire)

$$Q_2 = N \cdot V \cdot \Delta i$$

$$Q_{21} = N \cdot V \cdot \Delta i \cdot rai$$

$$Q_{2s} = Q_{21} - Q_2$$

➢ Por lo que:

Partimos de las condiciones psicrométricas exteriores e interiores de la cámara:

• AIRE INTERIOR:

- Humedad relativa: 93%
- Temperatura: 10 °C
- Entalpía = 26 kJ/kg
- Volumen específico = 0,81 m^3 / kg as
- X (contenido en agua) = 0,007 kg w / kg as

- **AIRE EXTERIOR:**

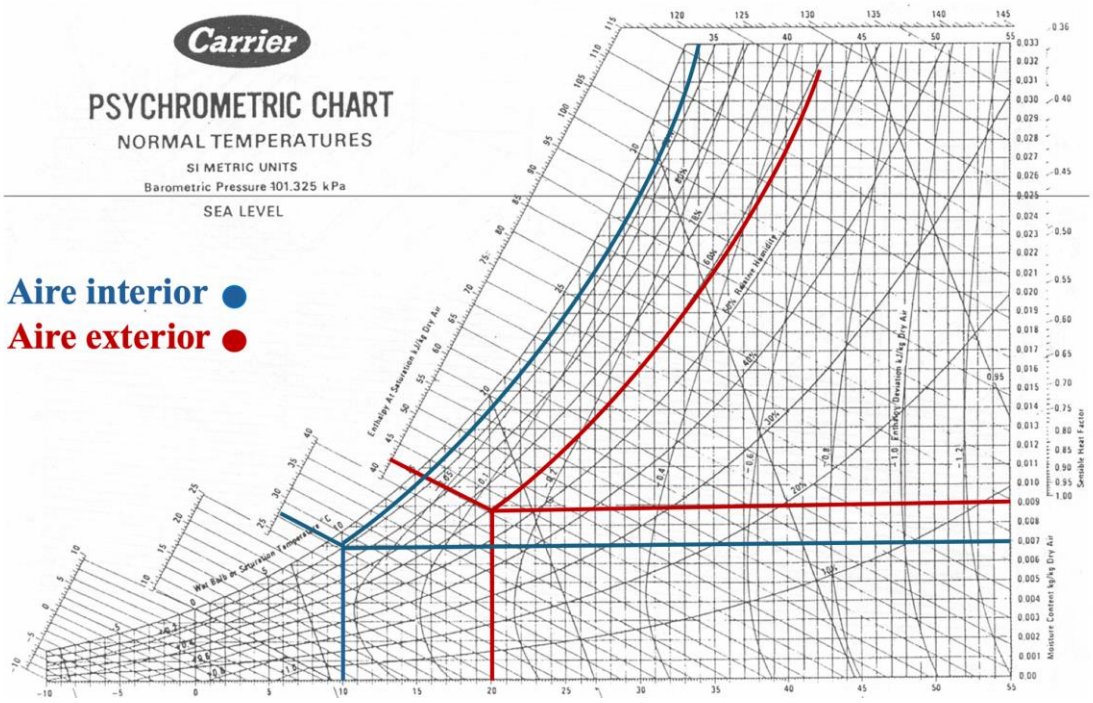
(Se supone una humedad relativa del 60% dentro de la industria y la temperatura es de 20ºC en el peor de los casos)

- Humedad relativa: 60% - Temperatura: 20ºC

- Entalpía= 43 kJ/kg - Volumen específico= 0.84 m^3 /kg as

- X (contenido en agua) =0.009 kg w / kg as

Figura 12: Diagrama psicrométrico: datos del aire interior y exterior de la sala



Fuente: Elaboración propia

Tabla 7: Estimación del número de renovaciones diarias de aire por apertura de puertas e infiltraciones

Tabla 1.6 *Estimación del número de renovaciones diarias de aire por aperturas de puertas e infiltraciones*

Volumen Interior (m^3)	Temperatura > 0ºC	Temperatura < 0ºC	Volumen Interior (m^3)	Temperatura > 0ºC	Temperatura < 0ºC
5	50.1	38.0	500	3.70	2.80
10	31.1	24.2	625	3.30	2.50
15	25.3	19.6	750	2.90	2.30
20	21.2	16.9	1.000	2.50	1.90
25	18.7	14.9	1.250	2.20	1.70
30	16.7	13.5	1.800	1.66	1.42
40	14.3	11.7	2.400	1.43	1.22
50	12.8	10.2	3.000	1.35	1.11
75	10.1	8.0	4.000	1.23	0.99
100	8.7	6.7	5.000	1.17	0.93
125	7.7	6.0	6.000	1.11	0.86
150	7.0	5.4	8.000	1.05	0.85
200	5.9	4.6	10.000	0.97	0.83
250	5.3	4.1	12.000	0.91	0.81
375	4.2	3.2	14.000	0.87	0.80

En ambos casos, cuando el tráfico es muy intenso debe multiplicarse por 2 los valores obtenidos.
Por el contrario, cuando el almacenamiento es de larga duración éstos se multiplicarán por 0,6.

Se considera tráfico intenso cuando se introduce más de 10% diario

Fuente: Calderón, F. (2023). Documentación de la asignatura Ingeniería del Frío (ETSIAAB UPM)

No se considera tráfico intenso en la cámara, por lo que interpolando en la tabla N será 2,44.

$$\mathbf{Q_2} = N \cdot V \cdot \Delta i = 2{,}44 \cdot 1.189 \cdot [(43 / 0{,}84) - (23 / 0{,}81)] = \mathbf{66.133\ kJ/día}$$

$$Q_{2l} = N \cdot V \cdot \Delta i \cdot rai =$$

$$= 2{,}44 \cdot 1.189 \cdot [(43 / 0{,}84) - (23 / 0{,}81)] \cdot [(0{,}009 / 0{,}84) - (0{,}007 / 0{,}81)] = 137\ kJ/día$$

$$Q_{2s} = Q_2 - Q_{2l} = 65.996\ kJ/día$$

➔ Q_3 (refrigeración del vino)

$$Q_3 = Q_{3s} + Q_{3l}$$

$$Q_{3l} = M \cdot cpa \cdot \Delta T$$

$$Q_{3l} = mT \cdot rtc$$

➢ Por lo que:

Q_{3s} = M · cpa · ΔT = = 30.395 · 3,60 · (14 - 10) = **437.688 kJ/día**

➔ Q_4 (enfriado de botellas, tapones y jaulones)

$$Q_4 = Q_{4s} = [(Mb \cdot cpeb) + (Mt \cdot cpet)] \cdot \Delta T$$

➢ Por lo que:

Mb = nº botellas · kg/botella = 40.527 · 0,9 = 36.474 kg

Mc = nº tapones · kg/tapón = 40.527 · 0,002 = 81kg

Q_4 = Q_{4s} = [(40.527 · 0,78) + (81 · 0,48)] · (20 – 10) =

316.500 kJ/día

➔ Q_5 (fermentación)

Durante la fermentación alcohólica se libera una cantidad considerable de energía calorífica al ser ésta una reacción exotérmica. Esto provoca un aumento de temperatura en el vino, y por consiguiente en la botella y en el ambiente. Por este motivo, se debe extraer ese calor, el cual será exclusivamente sensible al estar cerrada la botella con tapón corona, impidiendo el intercambio de gases.

➢ Se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$Q_7 = Q_{7s} = \frac{(0{,}59 \cdot X \cdot V)}{t} \cdot \text{nº de botellas}$$

➢ Donde:

-Q_7: Energía desprendida en la fermentación alcohólica (kJ/h)

-X = Riqueza azucarada del mosto (g/L)

-V= Volumen del depósito de fermentación (L)

-t = tiempo de fermentación (h)

➢ Por lo que:

$$Q_7 = Q_{7s} = \frac{(0{,}59 \cdot 25 \cdot 0{,}75)}{21.600} \cdot 40.527 = 21 \text{ kJ/h}$$

➔ Q_9 (motores de los ventiladores)

$$Q_8 = (pv\ /100) \cdot \Sigma Qi$$

➢ Por lo que:

$Q_8 = (pv\ /100) \cdot \Sigma Qi = (10\ /\ 100) \cdot 1.038.262 = 103.826$ kJ/día

3.1.5. Resumen de cargas térmicas

A continuación, se expone la tabla resumen de cargas térmicas de la sala de crianza. En ella se recogen todos los valores de calor sensible y latente para cada carga y el valor total de su suma, valor que servirá para dimensionar la instalación de frío más adelante.

Tabla 8: Resumen de cargas térmicas de la sala de crianza

CARGA	CALOR TOTAL (kJ/día)	CALOR SENSIBLE (kJ/día)	CALOR LATENTE (kJ/día)
Q_1 (flujo a través de suelo, paredes y techo	217920	217920	-
Q_2 (renovación de aire)	66133	65996	137
Q_3 (refrigeración)	437688	437688	-
Q_4 (enfriado de envases y embalajes)	316500	316500	-
Q_6 (fermentación)	21	21	-
Q_7 (motores de los ventiladores)	103826	103826	-
Q_{TOTAL}	**1142088**	**1141951**	**137**

Fuente: Elaboración propia

Es relevante destacar que hay cargas que no han sido consideradas por las características del diseño y funcionamiento de la nave. Se exponen a continuación:

•Respiración: no habrá respiración del vino al estar al estar taponado con tapón corona.

•Personal: el personal sólo funcionará en la carga y descarga de jaulones, la cual sucede al principio y al final de la crianza, por lo que no será relevante durante los meses de funcionamiento de la cámara. El resto del tiempo sólo se accederá ocasionalmente para la supervisión de la cámara, suponiendo una carga despreciable.

•Maquinaria: la maquinaria motorizada sólo funcionará en la carga y descarga de jaulones, la cual sucede al principio y al final de la crianza, por lo que no será relevante durante los meses de funcionamiento de la cámara.

•Iluminación: La crianza del vino se producirá en la oscuridad para evitar problemas asociados a la exposición del mismo a la luz y sólo se encenderán las luminarias durante la carga y descarga, siendo también una carga despreciable.

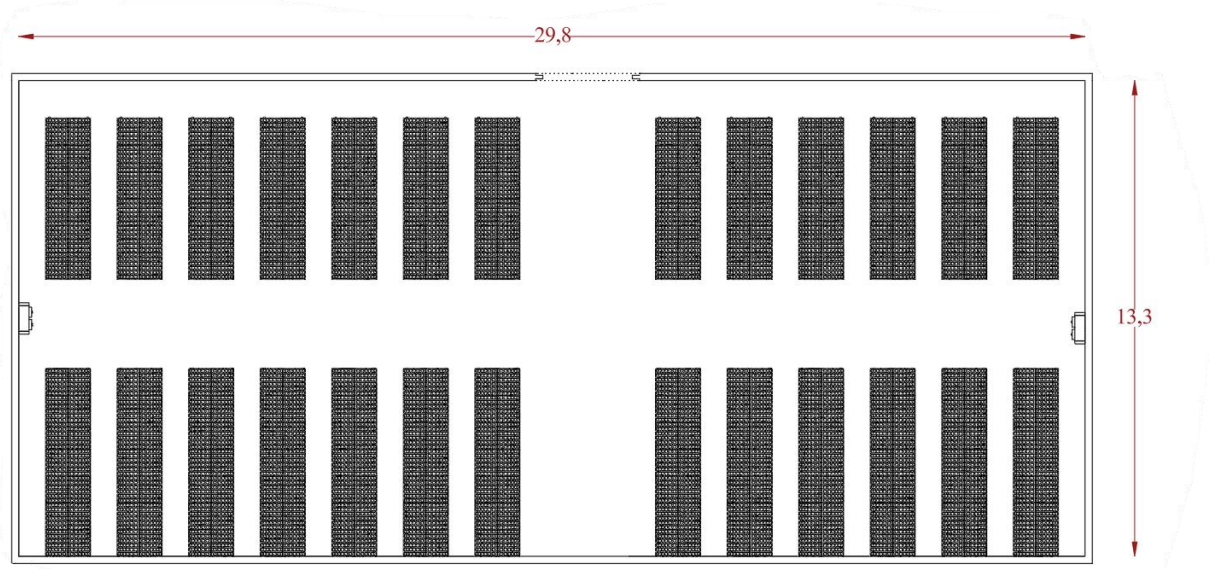
•Desescarche de evaporadores: la cámara no sufrirá de acumulaciones de hielo en los evaporadores al funcionar a temperatura positiva (10ºC)

3.2. Diseño de la sala de pupitres y cálculo de necesidades

3.2.1. Características de la sala de pupitres

La sala de crianza tendrá unas dimensiones interiores de 13,3x29,8x3 (m), contando con pasillos interiores de 2,4 m para permitir el uso de cintas transportadoras móviles en la el llenado y vaciado de los pupitres.

Figura 13: Plano de la sala de pupitres



Fuente: Elaboración propia

Los cerramientos serán los mismos que los empleados en la sala de crianza por lo que su descripción se encuentra en el apartado anterior.

3.2.2. Temperatura exterior de proyecto de la sala de pupitres

$$t_{exproy} = 0{,}4 \times t_{mm} + 0{,}6 \times t_{MA} = 0{,}4 \times 25{,}90 + 0{,}6 \times 35{,}94 = 31{,}93\ ºC$$

- Tª pared interior = Tª techo = $t_{exproy} - 4$ ºC = 27,93 ºC
- Tª pared exterior orientación norte = t_{exproy} = 31,93 ºC
- Tª pared exterior orientación este = Tª pared exterior orientación sur = $t_{exproy} + 5$ ºC = 36,93 ºC
- Tª Suelo (sin vacío sanitario) = 15 ºC

3.2.3. Cálculo de espesores del aislante

(Se usará la misma fórmula y la misma tabla de valores h_e y h_i que en el caso de la cámara de uva y la sala de crianza)

→Para la pared interior:

$$8 = \frac{27{,}93 - 10}{0{,}11 + \frac{0{,}0015}{0{,}06} + \frac{0{,}3}{1} + \frac{0{,}0018}{0{,}17} + \frac{x}{0{,}023} + \frac{0{,}0024}{0{,}16} + 0{,}11} \rightarrow e = 35{,}31 \approx 50 \text{ mm}$$

→Para la pared exterior con orientación Norte:

$$8 = \frac{31{,}93 - 10}{0{,}11 + \frac{0{,}0015}{0{,}06} + \frac{0{,}2}{1} + \frac{0{,}0018}{0{,}17} + \frac{x}{0{,}023} + \frac{0{,}0024}{0{,}16} + 0{,}06} \rightarrow e = 53{,}39 \approx 75 \text{ mm}$$

→Para las paredes exteriores con orientaciones Este y Sur:

$$8 = \frac{36{,}93 - 10}{0{,}11 + \frac{0{,}0015}{0{,}06} + \frac{0{,}2}{1} + \frac{0{,}0018}{0{,}17} + \frac{x}{0{,}023} + \frac{0{,}0024}{0{,}16} + 0{,}06} \rightarrow e = 67{,}76 \approx 75 \text{ mm}$$

→Para el techo:

$$8 = \frac{27{,}93 - 10}{0{,}17 + \frac{x}{0{,}023} + 0{,}17} \rightarrow e = 43{,}73 \approx 50 \text{ mm}$$

→Para el suelo:

$$8 = \frac{15 - 10}{0{,}09 + \frac{0{,}1}{2} + \frac{0{,}0018}{0{,}17} + \frac{x}{0{,}023} + \frac{0{,}2}{2{,}4} + \frac{0{,}0012}{0{,}06} + 0.09} \rightarrow e = 6{,}47 \approx 10 \text{ mm}$$

Nota: se redondean todos los espesores al espesor comercial igual o inmediatamente superior al calculado.

3.2.4. Cargas térmicas

➔ Q_1 (flujo a través paredes, techo y suelo)

$$Q_1 = Q_{1s} = f \cdot K \cdot S \cdot \Delta T$$

➢ Por lo que:

$Q_{1\ \text{paredes Norte}} = 1{,}1 \cdot 0{,}8 \cdot (13{,}3 \cdot 3) \cdot (31{,}93 - 10) = 770$ kJ/h

$Q_{1\ \text{pared Sur}} = 1{,}1 \cdot 0{,}8 \cdot (13{,}3 \cdot 3) \cdot (36{,}93 - 10) = 946$ kJ/h

$Q_{1\ \text{pared Este}} = 1{,}1 \cdot 0{,}8 \cdot (29{,}8 \cdot 3) \cdot (36{,}93 - 10) = 2.119$ kJ/h

$Q_{1\ \text{pared Oeste}} = 1{,}1 \cdot 0{,}8 \cdot (29{,}8 \cdot 3) \cdot (27{,}93 - 10) = 1.411$ kJ/h

$Q_{1\ \text{techo}} = 1{,}1 \cdot 0{,}8 \cdot (13{,}3 \cdot 29{,}8) \cdot (27{,}93 - 10) = 6.254$ kJ/h

$Q_{1\ \text{suelo}} = 1{,}1 \cdot 0{,}8 \cdot (13{,}3 \cdot 29{,}8) \cdot (15 - 10) = 1.744$ kJ/h

Con f del 10% (caso más desfavorable)

$K = \frac{8\ (\frac{W}{m2})}{(20 - 10)K} = 0{,}8\ (\frac{W}{m2} \cdot K)$ *(Considerando 20ºC la temperatura interior de la nave)*

$Q_{1\ \text{TOTAL}}$= (770 + 946 + 2.119 + 1.411 + 6.254 + 1744) kJ/h · 24h/día = **317.856 kJ/día**

➔ Q_2 (renovación del aire)

$$Q_2 = N \cdot V \cdot \Delta i$$

$$Q_{21} = N \cdot V \cdot \Delta i \cdot rai$$

$$Q_{2s} = Q_{21} - Q_2$$

➢ Por lo que:

Partimos de las condiciones psicrométricas exteriores e interiores de la cámara:

• **AIRE INTERIOR:**

- Humedad relativa: 93% - Temperatura: 10 °C

- Entalpía = 26 kJ/kg - Volumen específico = 0,81 m^3 / kg as

- X (contenido en agua) = 0,007 kg w / kg as

• **AIRE EXTERIOR:**

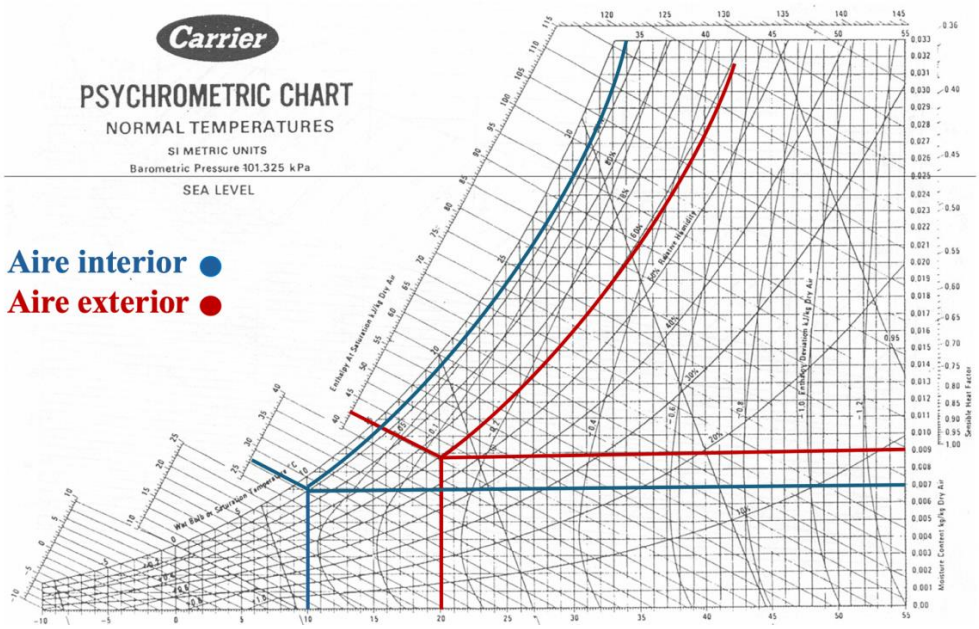
(Se supone una humedad relativa del 60% dentro de la industria y la temperatura es de 20ºC en el peor de los casos)

- Humedad relativa: 60% - Temperatura: 20ºC

- Entalpía= 43 kJ/kg - Volumen específico= 0.84 m^3 /kg as

- X (contenido en agua) =0.009 kg w / kg as

Figura 14: Diagrama psicrométrico: datos del aire interior y exterior de la cámara



Fuente: Elaboración propia

Tabla 9: Estimación del número de renovaciones diarias de aire por apertura de puertas e infiltraciones

Tabla 1.6 *Estimación del número de renovaciones diarias de aire por aperturas de puertas e infiltraciones*

Volumen Interior (m^3)	Temperatura > 0ºC	Temperatura < 0ºC	Volumen Interior (m^3)	Temperatura > 0ºC	Temperatura < 0ºC
5	50.1	38.0	500	3.70	2.80
10	31.1	24.2	625	3.30	2.50
15	25.3	19.6	750	2.90	2.30
20	21.2	16.9	1.000	2.50	1.90
25	18.7	14.9	1.250	2.20	1.70
30	16.7	13.5	1.800	1.66	1.42
40	14.3	11.7	2.400	1.43	1.22
50	12.8	10.2	3.000	1.35	1.11
75	10.1	8.0	4.000	1.23	0.99
100	8.7	6.7	5.000	1.17	0.93
125	7.7	6.0	6.000	1.11	0.86
150	7.0	5.4	8.000	1.05	0.85
200	5.9	4.6	10.000	0.97	0.83
250	5.3	4.1	12.000	0.91	0.81
375	4.2	3.2	14.000	0.87	0.80

En ambos casos, cuando el tráfico es muy intenso debe multiplicarse por 2 los valores obtenidos.
Por el contrario, cuando el almacenamiento es de larga duración éstos se multiplicarán por 0,6.

Se considera tráfico intenso cuando se introduce más de 10% diario

Fuente: Calderón, F. (2023). Documentación de la asignatura Ingeniería del Frío (ETSIAAB UPM)

No se considera tráfico intenso en la cámara, por lo que interpolando en la tabla el valor de N será 2,27

$\mathbf{Q_2}$ = N · V · Δi = 2,27 · 1.189 · [(43 / 0,84) - (23 / 0,81)] = **61.526 kJ/día**

$$Q_{2l} = N \cdot V \cdot \Delta i \cdot rai =$$

$$= 2{,}27 \cdot 1.189 \cdot [(43 / 0{,}84) - (23 / 0{,}81)] \cdot [(0{,}009 / 0{,}84) - (0{,}007 / 0{,}81)] = 128 \text{ kJ/día}$$

$$Q_{2s} = Q_2 - Q_{2l} = 61.398 \text{ kJ/día}$$

➔ Q_3 (refrigeración)

$$Q_3 = Q_{3s} + Q_{3l}$$

$$Q_{3l} = M \cdot cpa \cdot \Delta T$$

$$Q_{3l} = mT \cdot rtc$$

➢ Por lo que:

Q_{3s} $= M \cdot cpa \cdot \Delta T = = 30.395 \cdot 3{,}60 \cdot (11 - 10) =$ **109.422 kJ/día**

➔ Q_4 (enfriado de cajas y palés)

$$Q_4 = Q_{4s} = [(Mb \cdot cpeb) + (Mt \cdot cpet) + (Mj \cdot cpej)] \cdot \Delta T$$

➢ Por lo que:

Mb = nº botellas · kg/botella = 40.527 · 0,9 = 36.474 kg

Mc = nº tapones · kg/tapón = 40.527 · 0,002 = 81kg

Q_4 $= Q_{4s} = [(40.527 \cdot 0{,}78) + (81 \cdot 0{,}48] \cdot (12 - 10) =$ **63.300 kJ/día**

➔Q_6 (personal)

$$Q_7 = Q_{7s} + Q_{7l}$$

$$Q_{6s} = Np \cdot Fp \cdot t$$

$$Q_{6l} = Np \cdot t \cdot X \cdot r36$$

Tabla 10: Estimación del esfuerzo unitario realizado por el personal

Temperatura de la Cámara (°C)	Potencia Desarrollada (W)
10	210
5	240
0	270
-5	300
-10	330
-15	360
-20	390
-25	420

Fuente: Muñoz Valero, JA. Ingeniería del frío. Un enfoque práctico (2012)

➢ Por lo que:

Q_7 = $Q_{7s} + Q_{7l}$ = **7.476 kJ/día**

$Q_{7s} = Np \cdot Fp \cdot t = 2 \cdot 210 \cdot 4 = 1.680$ kJ/día

$Q_{7l} = Np \cdot t \cdot X \cdot r36 = 2 \cdot 4 \cdot 0{,}3 \cdot 2.415 = 5.796$ kJ/día

➔ Q_8 (iluminación)

$$Q_8 = Q_{8s} = P \cdot s \cdot t$$

➢ Por lo que:

Q_8 = $Q_{8s} = P \cdot s \cdot t = 5 \cdot (13{,}3 \cdot 29{,}8) \cdot 4$ = **7.927 kJ/día**

➔ Q_9 (motores de los ventiladores)

$$Q_8 = (pv /100) \cdot \Sigma Qi$$

➢ Por lo que:

Q_8 = (pv /100) · ΣQi = (10 / 100) · 567.507 = 56.751 kJ/día

3.2.5. Resumen de cargas térmicas

A continuación, se expone la tabla resumen de cargas térmicas de la sala puesta en punta. En ella se recogen todos los valores de calor sensible y latente para cada carga y el valor total de su suma, valor que servirá para dimensionar la instalación de frío más adelante.

Tabla 11: Resumen de cargas térmicas de la sala de pupitres

CARGA	CALOR TOTAL (kJ/día)	CALOR SENSIBLE (kJ/día)	CALOR LATENTE (kJ/día)
Q_1 (flujo a través de suelo, paredes y techo	317856	317856	-
Q_2 (renovación de aire)	61526	61398	128
Q_3 (refrigeración)	109422	109422	-
Q_4 (enfriado de envases y embalajes)	63300	63300	-
Q_5 (personal)	7476	1680	5796
Q_7 (ilumiación)	7927	7927	-
Q_8 (motores de los ventiladores)	56751	56751	-
Q_{TOTAL}	624258	618334	5924

Fuente: Elaboración propia

Es relevante destacar que hay cargas que no han sido consideradas por las características del diseño y funcionamiento de la nave. Se exponen a continuación:

•Respiración: no habrá respiración del vino al estar taponado con tapón corona.

•Fermentación: La segunda fermentación sucede en la crianza y la poca actividad restante, dada la ausencia de nutrientes, se puede despreciar en la etapa de puesta en punta.
•Maquinaria: no habrá maquinaria en la sala más que la cinta transportadora, la cual sólo funcionará en la carga y descarga de las botellas al inicio y final del proceso.
•Desescarche de evaporadores: la cámara no sufrirá de acumulaciones de hielo en los evaporadores al funcionar a temperatura positiva (10ºC)

3.3. Instalación de frío de la sala de crianza y la sala de pupitres

Como ya se ha mencionado, la sala de crianza y la de pupitres compartirán instalación por su similitud de funcionamiento y proximidad en el espacio.

3.3.1. Potencia térmica necesaria

Se obtendrá de la misma manera que en el caso de la cámara de uva, sólo que se sumarán las cargas de ambas salas.

$$\boldsymbol{P} = \frac{\Sigma Q \cdot f}{t} = \frac{(1.142.088 + 624.258\ ) \cdot 1{,}1}{19} = 102.262\ \text{kJ/h} = 28.405\ \text{W} = \mathbf{29\ kW}$$

3.3.2. Fluido frigorígeno

De nuevo, se usará amoniaco R-717, con la misma justificación que en la cámara frigorífica.

3.3.3. Componentes de la instalación

Para la selección de componentes de esta instalación se siguen los mismos principios y se buscan los mismos objetivos con los equipos.

La instalación será común para ambas salas como ya se ha mencionado, a continuación se expone una tabla resumen de equipos que comparten ambas salas y equipos que son exclusivos de cada una:

Tabla 12: Comparativa de equipos compartidos y exclusivos por sala

Equipos compartidos (planta central)	Equipos exclusivos por sala
Compresor	Evaporadores inundados y válvulas de alimentación
Condensador	Recirculador de presión con control de nivel
Recipiente de alta presión y subenfriador	Líneas de líquido sobrealimentado y retorno húmedo
Purgador	Bombas y valvulería
Colectores	Llaves de sala
Cuadro eléctrico principal, PLC/BMS y supervisión	Sensores locales (T, HR, CO_2), presostatos y termostatos de seguridad
Bombas y valvulería	Drenajes y bandejas de condensados

Fuente: Elaboración propia

➔ **EVAPORADORES**

Para su selección, partimos de los datos de la cámara:

-Temperatura de cámara (Tc) = 10ºC

-Humedad relativa (HR) = 93%

-Necesidad de potencia frigorífica (P) = 29 kW

Puesto que la sala de crianza supone el 65% de demanda y la de pupitres el 25 % se destinarán evaporadores con la correspondiente potencia para cada sala.

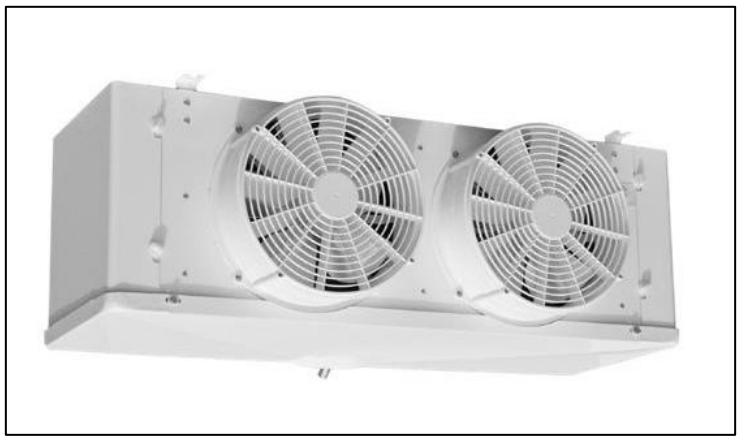
-Para la primera sala se destinan 2 evaporadores de 10 kW cada uno.

-Para la segunda se destinarán 2 evaporadores de 5 kW por unidad.

Siendo salas de gran dimensión, el uso de varios evaporadores permitirá un flujo de temperatura más homogéneo evitando problemática asociada.

Evaporadores de la sala de crianza:

Figura 15: Evaporador cúbico BSL72A



Fuente: (García Cámara)

El evaporador cúbico BSL72A de García Cámara pertenece a una gama de equipos compactos y resistentes, pensados para instalaciones de conservación en las que se

requiere eficiencia, estética y facilidad de mantenimiento. Fabricado con batería de tubos en disposición optimizada y aletas de aluminio, incorpora un difusor exclusivo que mejora la proyección del aire y un sistema de desescarche eléctrico seguro. Su diseño contempla registros desmontables, bandejas de condensados higiénicas y accesibilidad total para limpieza, lo que asegura un funcionamiento estable y fiable en cámaras de conservación de alimentos y bebidas.

-Capacidad de refrigeración: 10,59 kW

-Diferencial térmico (ΔT) para el funcionamiento a 10ºC = 10ºC = Tc – Te

Temperatura de evaporación del refrigerante (Te) = Tc - ΔT = 10 – 10 = 0 ºC

Evaporadores de la sala de pupitres:

Figura 16: Evaporador cúbico cabecero CH4B2/35.1



Fuente: (Zelsio)

El evaporador cúbico CABERO CH4B2/35.1 es un equipo diseñado para aplicaciones de refrigeración comercial e industrial a temperaturas positivas, concebido para garantizar una conservación óptima de los productos gracias a su construcción robusta en aluminio y cobre y a su distribución interna de tubos en tresbolillo que optimiza el intercambio térmico. Su diseño permite diferentes métodos de desescarche y ofrece múltiples accesorios de adaptación, así como una gran facilidad de limpieza y mantenimiento, lo que lo convierte en un evaporador versátil, fiable y de larga vida útil para cámaras frigoríficas de conservación.

➢ Datos del equipo:

-Capacidad de refrigeración: 5,2 kW

-Diferencial térmico (ΔT) para el funcionamiento a 10ºC = 10ºC = Tc – Te

Temperatura de evaporación del refrigerante (Te) = Tc - ΔT = 10 – 10 = 0 ºC

➔ VÁLVULA DE EXPANSIÓN

Las válvulas de expansión van incluidas en los evaporadores.

➔ COMPRESOR

Se selecciona para la potencia de la cámara (29kW).

Figura 17: Compresor de tornillo abierto BITZER serie OS



Fuente: (pekomark)

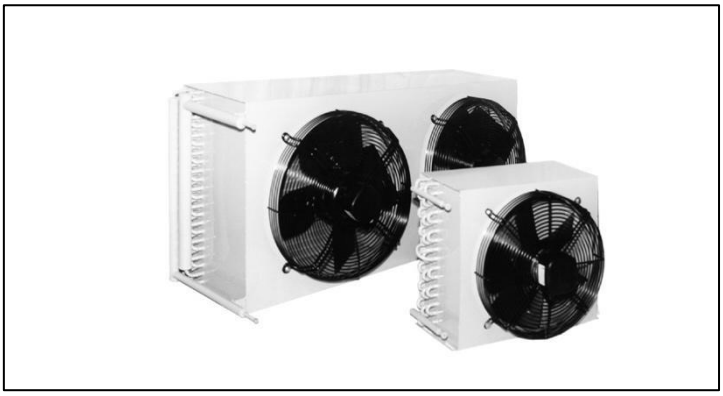
Se escoge el mismo modelo que en el caso de la cámara frigorífica.

➢ Datos del equipo:

Potencia: 40 CV = 29,42 kW

➔ **CONDENSADOR:**

Figura 18: Condensador CG29



Fuente: (García Cámara)

Se escoge el mismo modelo que en el caso de la cámara frigorífica, solo que se escoge la versión de 29 kW, y al igual que en ese caso se será instalado en el falso techo de la cámara por motivos de eficiencia y seguridad.

➢ Datos del equipo:

-Tª del condensación: 20ºC

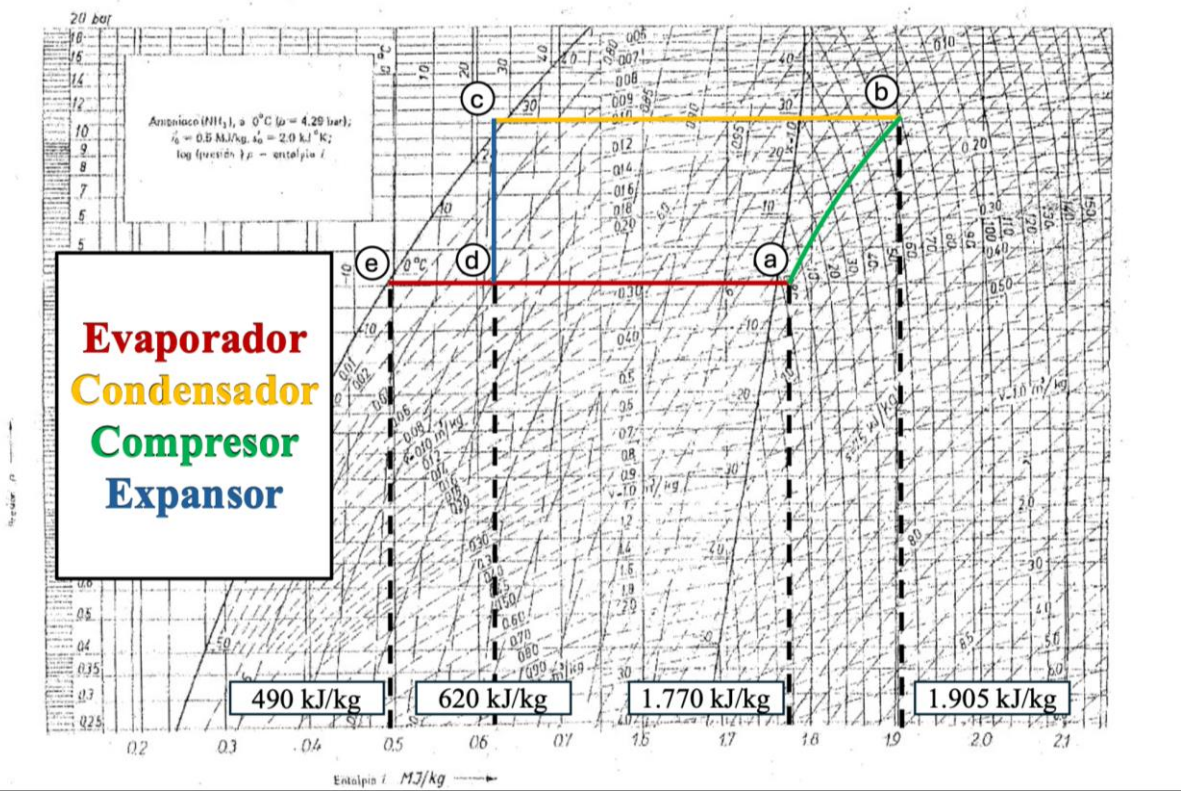
3.3.4. Cálculo del sistema de refrigeración

La instalación de las operará bajo un ciclo de compresión mecánica simple con evaporador inundado para producir las condiciones deseadas en su interior. Para el cálculo del ciclo partimos de los siguientes datos de condiciones de la cámara frigorífica y los equipos de la instalación, ya sean datos de diseño o de fabricante:

- Temperatura de las cámaras: 10ºC
- Calor a retirar del sistema: 104.400 kJ/h
- Temperatura de evaporación: 0ºC

- Temperatura de condensación: 20 ºC

Figura 19: Diagrama presión-entalpía del amoniaco (R-717) de la instalación



Fuente: Elaboración propia

Pudiendo verificar y calcular los siguientes factores:

→Comprobación de la temperatura de funcionamiento del compresor:

Se observa en la gráfica que el compresor funciona a 70ºC, temperatura muy inferior a los 120ºC (valor cercano a los límites de temperatura de funcionamiento de compresores), por lo que operará a una temperatura óptima y segura.

→Capacidad refrigerante del sistema (calor evacuado):

$$q_e = \Delta i_{(condensador)} = 1.770 - 490 = 1.280 \text{ kJ/kg de R-717}$$

→Masa de refrigerante necesaria:

$$qme_{R\text{-}717} = P / q_e = \frac{104.400\ kJ/h}{1.280\ kJ/kg} = 81{,}56\ kg/h$$

Nota: la masa de refrigerante necesaria excede a valores óptimos por calcularse la instalación en el momento de máxima necesidad; cuando trabajan las dos cámaras a la vez. Este valor sería justificación para rediseñar la instalación de no ser porque el funcionamiento simultáneo de las dos cámaras sólo sucede por un breve periodo de tiempo, permitiendo forzar un poco los componentes de esta.

→Caudal volumétrico de refrigerante a la entrada del evaporador:

$$qv_{R\text{-}717} = qm \cdot v = 81{,}56\ kg/h \cdot\ 0{,}3\ m^3/kg = 24{,}46\ m^3/h$$

→Capacidad refrigerante del fluido:

1.280 kJ/kg / 0,3 m^3/kg = 4.226,66 kJ/m^3 (medida a la entrada del compresor)

→Trabajo específico de compresión y potencia del compresor:

$$q_w = \Delta i_{(compresor)} = 1.905 - 1.770 = 135\ kJ/kg$$

$$Q_w = 135\ kJ/kg \cdot 81{,}56\ kg/h = 11.010\ kJ/h = 3{,}06\ kW$$

→Trabajo específico de condensación y potencia del condensador:

$$q_c = \Delta i_{(compresor)} = 1.905 - 620 = 1.285\ kJ/kg$$

$$qmc_{R\text{-}717} = qme \cdot \frac{ia - ie}{ia - id} = 24{,}46 \cdot \frac{1.770 - 490}{1.770 - 620} = 27{,}22\ kg/h$$

$$Q_c = 1.285\ kJ/kg \cdot\ 27{,}22\ kg/h = 34.978\ kJ/h = 9{,}76\ kW$$

→Eficiencia:

$$\varepsilon = \frac{ia - id}{ib - ia} = \frac{1.770 - 620}{1.905 - 1.770} = 8{,}52$$

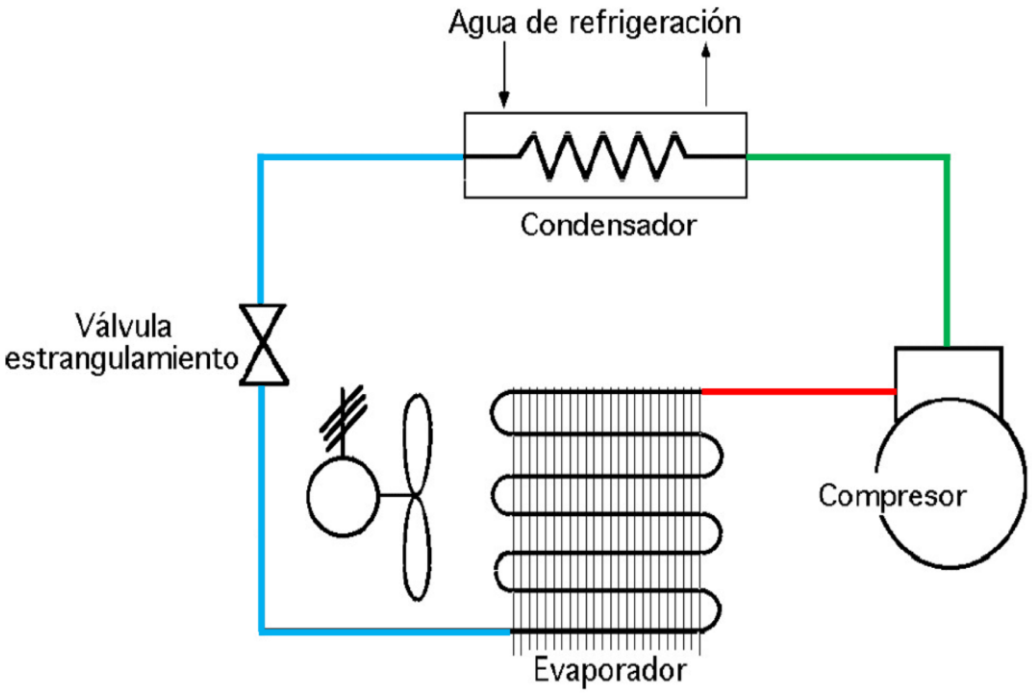
Nota: la eficiencia de la instalación es tan elevada por el motivo que se expresa en el cálculo de masa de refrigerante necesaria, haciendo dicho valor ideal y alejado del funcionamiento normal de la instalación

Por lo tanto, se verifica que la solución adoptada cumple con todos los requisitos demandados de la forma más simple, económica y eficiente posible.

3.3.5. Cálculo de tuberías de la instalación

Para el sistema de compresión mecánica con amoníaco (R-717) se adoptan velocidades que equilibran el flujo de refrigerante por el sistema en términos de eficiencia, pérdidas de carga y fiabilidad operativa. Se diferencian tres líneas de tuberías, representadas en el siguiente esquema de compresión mecánica simple:

Figura 20: Esquema de compresión simple: componentes y líneas



Fuente: Elaboración propia

En los tres casos se calcularán la sección y diámetros de las tuberías mediante las fórmulas y recomendaciones expuestas en el caso de la cámara de uva.

- **LÍNEA DE ASPIRACIÓN:**

$$S = \frac{qv}{v} = \frac{\frac{81,56}{3.600} \cdot 0,16}{17,5} = 2 \cdot 10^{-4}\ m^2$$

$$Ø = \sqrt{\frac{4 \cdot S}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 2 \cdot 10\text{^}-4}{\pi}} = 0,02\ m = 20\ mm = 0,75''$$

Por lo que se selecciona espesor comercial de **3/4''**

- **LÍNEA DE DESCARGA:**

$$S = \frac{qv}{v} = \frac{\frac{27,22}{3.600} \cdot 1}{17,5} = 4,32 \cdot 10^{-4}\ m^2$$

$$Ø = \sqrt{\frac{4 \cdot S}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 4,32 \cdot 10\text{^}-4}{\pi}} = 0,023\ m = 23\ mm = 0,9''$$

Por lo que se selecciona espesor comercial de **1''**

- **LÍNEA DE LÍQUIDO:**

$$S = \frac{qv}{v} = \frac{\frac{81,56}{3.600} \cdot 0,16}{0,9} = 40,27 \cdot 10^{-4}\ m^2$$

$$Ø = \sqrt{\frac{4 \cdot S}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 40,27 \cdot 10\text{^}-4}{\pi}} = 0,072m = 72\ mm = 2,83$$

Por lo que se selecciona espesor comercial de **3''**

ANEJO VI: INGENIERÍA DE LAS EDIFICACIONES

TRABAJO FIN DE GRADO

Javier Martínez Ferrez

Ingeniería Alimentaria Curso académico 2024-2025

POLITÉCNICA
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID
ETSIAAB
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRONÓMICA, ALIMENTARIA Y DE BIOSISTEMAS

ÍNDICE DE CONTENIDOS

0. INTRODUCCIÓN AL ANEJO 4: INGENIERÍA DE LAS EDIFICACIONES 5
1. NORMATIVA APLICADA 5
2. EMPLAZAMIENTO DE LA INDUSTRIA 6
3. ESTUDIO GEOTÉCNICO 8
3.1. Introducción al estudio geotécnico 8
3.2. Situación geológica del terreno 9
3.3. Estratigrafía 10
3.4. Tectónica 10
3.5. Descripción geotécnica del suelo 11
3.5.1. Nivel freático. 12
3.5.2. Facilidad de excavación del terreno. 12
3.6. Ensayos 12
3.6.1. Análisis granulométrico. 12
3.6.2. Determinación de los límites de Atterberg. 13
3.6.3. Parámetros físicos y químicos del suelo. 13
3.7. Conclusión del estudio geotécnico. 13
4. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA 14
4.1. Características estructurales de la nave 14
4.1.1. Hormigón 16
4.1.2. Armaduras de acero 16
4.1.3. Barras y placas de acero 16
6. DESCRIPCIÓN DE ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS 17
6.1.1. Cerramiento de panel sándwich 17
6.1.2. Falso techo de panel sándwich 17
6.1.3. Falso techo común 18
6.1.4. Muro de cerramiento lateral 19
6.1.5. Tabiquería interior 20
6.1.6. Solera 21
6.1.7. Acabados de los cerramientos y solera 21
6.1.8. Puertas 22
6.1.9. Ventanas 24

6.1.10. Canalización pluvial 25
6.1.11. Vallado perimetral 25
7. ACCIONES SOBRE LA ESTRUCTURA 25
7.1. Acciones permanentes (G) 25
7.1.1. Carga permanente (q_G) 26
7.2. Acciones variables (Q) 27
7.2.1. Sobrecarga de uso 27
7.2.2. Viento 28
7.2.3. Nieve 35
7.3. Cuadro de combinaciones 38
8. CÁLCULO ESTRUCTURAL 49
8.3. Cálculo y comprobación de las correas de cubierta 49
8.4. Cálculo y comprobación de los pilares 54
8.4.1. Pilar tipo 1: pilar hastial intermedio 55
8.4.2. Pilar tipo 2: pilar interior 69
8.4.3. Pilar tipo 3: pilar lateral 83
8.5. Cálculo y comprobación de los dinteles 96
8.5.1. Dintel tipo 1: dintel de pórtico interior 97
8.5.2. Dintel tipo 2: dintel de pórtico hastial 109
8.6. Cálculo y comprobación de las vigas de atado 121
8.7. Cálculo y comprobación de tirantes 135
8.8. Resumen de comprobaciones de barras 138
8.9. Tipos de perfiles y resumen de medición 141
9. CÁLCULO DE UNIONES 149
9.3. Unión pilar-dintel 149
9.4. Unión dintel-dintel (refuerzo en clave) 167
9.5. Unión viga de atado-tirante 186
9.6. Unión pilar-zapata: placas de anclaje 189
9.6.1. Placa tipo 1 (pilares HEB-240) 189
9.6.2. Placa tipo 2 (HEB-300) 193
10. CÁLCULO DE CIMENTACIÓN 198
10.3. Características de los materiales de cimentación 198
10.4. Cálculo de zapatas 198
10.4.1. Zapata tipo 1: 202
10.4.2. Zapata tipo 2: 204

10.4.3. Zapata tipo 3: 206
10.4.4. Zapata tipo 4: 208
10.4.5. Zapata tipo 5: 210
10.5. Cálculo de vigas de atado o zunchos 212

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Datos de la parcela del proyecto 8
Tabla 2:Tabla de datos del análisis granulométrico 12
Tabla 3: Tabla resumen de datos geotécnicos del suelo 13
Tabla 4: Tabla de propiedades del hormigón 16
Tabla 5: Tabla de propiedades el acero de armado Fuente: 16
Tabla 6: Tabla de propiedades del acero 16
Tabla 7: Tabla resumen de recubrimientos 21
Tabla 8: Tabla resumen de puertas 24
Tabla 9: Resumen de ventanas de la nave 25
Tabla 10: Valores característicos de la sobrecarga de uso 27
Tabla 11: Parámetros para el cálculo de Ce según el grado de aspereza del entorno 30
Tabla 12: Tabla de viento 90º y 270º en fachadas 31
Tabla 13: Tabla de viento 90º y 270º en fachadas 32
Tabla 14: Tabla de Viento 0º y 180º en cubierta 32
Tabla 15: Tabla de Viento 90º y 270º en cubierta 33
Tabla 16: Sobrecarga de nieve en un terreno horizontal 36
Tabla 17: Coeficientes de simultaniedad para el cálculo de combinaciones 38

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Situación parcelaria dentro del Polígono Industrial el Romeral 7
Figura 2: Situación parcelaria dentro de Requena. 8
Figura 3: Acopio y fotografía de la calicata. 11
Figura 4: Columna estratigráfica 11
Figura 5: Gráfica del análisis granulométrico 12
Figura 6: Estructura y acotaciones 15
Figura 7: Panel sándwich y sistema de fijación 17
Figura 8: Falso techo panel sándwich 18
Figura 9: Falso techo de yeso laminado con acabado de vinilo 19
Figura 10: Muro de hormigón prefabricado 20
Figura 11: Puerta de PVC y acero 22
Figura 12: Puerta batiente automática 22
Figura 13: Puerta pivotante de cámara frigorífica 23
Figura 14:Puertas batientes automáticas aisladas interiores y exteriores 23
Figura 15: Ventanas de 40 mm abisagrada y corredera de PVC 24
Figura 16: Representación de la carga permanente de la estructura (qG) 27
Figura 17: Representación de la carga permanente de la estructura (quso) 28
Figura 18: Presiones dinámicas del viento según zona 29
Figura 19: Representación carga de Viento 0º Hipótesis 1 33
Figura 20: Representación carga de Viento 0º Hipótesis 2 34
Figura 21:Representación de carga de Viento 90º 34
Figura 22: Representación de carga de Viento 180º Hipótesis 1 34
Figura 23: Representación de carga de Viento 180º Hipótesis 2 34
Figura 24: Representación de carga de Viento 270º 35
Figura 25: Mapa de zonas para el cálculo de carga de nieve 36
Figura 26: Representación de carga de Nieve estado inicial 37
Figura 27: Representación de carga de nieve con redistribución 1 37
Figura 28: Representación de carga de nieve con redistribución 2 37

0. INTRODUCCIÓN AL ANEJO 4: INGENIERÍA DE LAS EDIFICACIONES

Este anejo tiene como finalidad describir a nivel de detalle los elementos que conforman la nave industrial destinada a la elaboración del vino espumoso del proyecto. Dichas descripciones se apoyan en otros documentos del proyecto como planos, pliegos de condiciones y presupuestos, que complementan los cálculos y explicaciones expuestas en el anejo.

Los siguientes apartados se centrarán en la normativa aplicada a la construcción de la nave, la situación y condicionantes de la misma, la selección y descripción de los materiales empleados y el cálculo y diseño de los elementos estructurales que conforman la nave industrial del proyecto.

Para el cálculo de la estructura se han empleado los programas *Portal frame generator* y *CYPE 3D*, ambos pertenecientes al software de CYPE en su versión 2025.d, la versión más reciente disponible en el momento de redacción del proyecto.

1. NORMATIVA APLICADA

Todo lo descrito anteriormente se ha realizado bajo el seguimiento de la normativa vigente a fecha del proyecto tanto para el cálculo y dimensionamiento de la estructura como para seguridad frente a incendios, calidad y seguridad alimentaria, seguridad y salud en el trabajo y accesibilidad.

A continuación, se expone la normativa considerada:

- Código técnico de la edificación (Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo) y sus respectivos documentos básicos:

  - DB-SE: Seguridad estructural
  - DB-SE AE: Acciones en la edificación
  - DB-SE C: Cimientos
  - DB-SI: Seguridad en caso de incendio
  - DB-HS: Salubridad

- DB-SUA: Seguridad de utilización y accesibilidad

- UNE-EN 1993 Eurocódigo 3: diseño de edificios y obras de ingeniería civil de acero

- Real Decreto 486/1997, 14 de abril: Establece las disposiciones mínimas en materia de seguridad y salud aplicables a los lugares de trabajo en España, regulando aspectos como condiciones constructivas, orden, limpieza, mantenimiento, ventilación, temperatura, iluminación, ruido, señalización y servicios sanitarios, con el fin de garantizar un entorno laboral seguro y adecuado para los trabajadores.

- Real Decreto 1086/2020, de 9 de diciembre: Establece el régimen jurídico para la comercialización y suministro de hormigón preparado en obra, incluyendo requisitos técnicos, controles de calidad, certificación, documentación necesaria y condiciones administrativas que garanticen la seguridad, fiabilidad y calidad del hormigón utilizado en construcción.

- CE (Código Estructural), Real Decreto 470/2021, de 29 de junio.

- Plan General de Ordenación Urbana (PGOU) de Requena: Define las condiciones urbanísticas para parcelas industriales, incluyendo uso del suelo, ocupación máxima, retranqueos, alineaciones, condicionantes de fachada y gestión de infraestructuras. Es imprescindible aplicarlo conforme al libro III de normas urbanísticas del municipio.

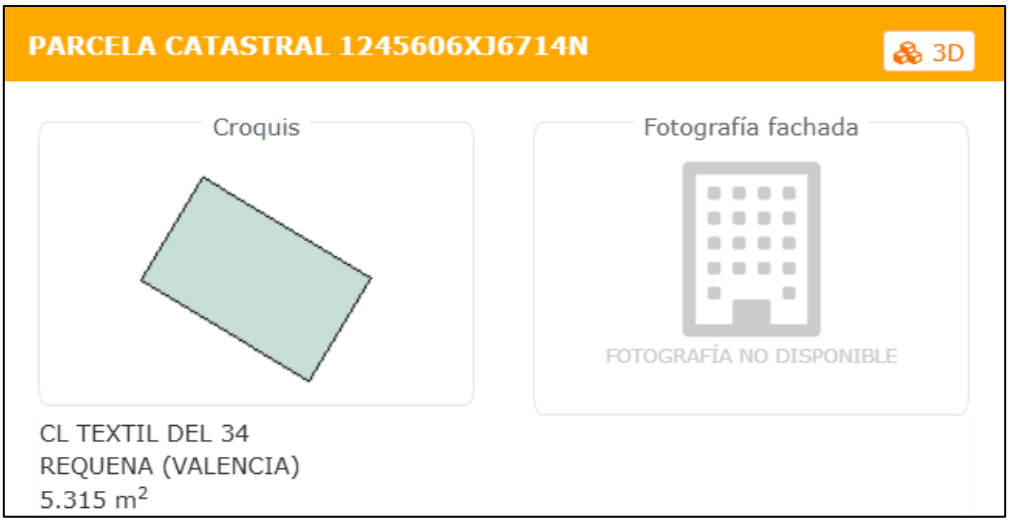
2. EMPLAZAMIENTO DE LA INDUSTRIA

La bodega del proyecto se ubicará en el Polígono Industrial el Romeral, concretamente en la parcela correspondiente a la calle del Textil 34 al noroeste de Requena, Valencia.

Sus coordenadas son: Latitud: 39.50318° N, Longitud: −1.11983° W

La parcela, de referencia catastral 1245606XJ6714N, tiene una superficie de 5.315 m^2 y dispone de conexión directa con la autovía A-3 y la carretera N-III, además de viales asfaltados dentro del polígono. También está próxima a la estación de tren San Antonio de Requena (línea C-3) y servida por varias líneas de autobús urbano, lo que facilita tanto el transporte de mercancías como el acceso de trabajadores.

Figura 1: Ficha catastral de la parcela del proyecto



Fuente: Catastro

Figura 1: Situación parcelaria dentro del Polígono Industrial el Romeral



Fuente: Catastro

Figura 2: Situación parcelaria dentro de Requena.



Fuente: Catastro

Tabla 1: Datos de la parcela del proyecto

Emplazamiento	Calle del textil nº34
Municipio	Requena
Provincia	Valencia
Referencia catastral	1245606XJ6714N
Normativa urbanística aplicable	Plan General de Ordenación Urbana (PGOU) de Requena
Calificación del suelo	Urbanizable
Acceso a la industria	Autovía A-3 y la carretera N-III

Fuente: Elaboración propia

3. ESTUDIO GEOTÉCNICO

3.1. Introducción al estudio geotécnico

A continuación, se presenta un estudio geotécnico y geológico del terreno objeto del proyecto. Este estudio tiene como propósito evaluar características del suelo como su resistencia y capacidad portante, estratificación, composición y nivel freático para designar el tipo de cimentación más adecuado según las condiciones identificadas.

Para ello, se han considerado los datos obtenidos del estudio realizado para el proyecto público de *Adecuación de la Cañada Real de San Juan (Tramo El Rebollar - San Juan) y Cordel del Prado en Requena*, llevado a cabo por el ayuntamiento de la Comunidad Valenciana.

El estudio geotécnico, de obligado cumplimiento (CTE DB SE-C), se llevará a cabo bajo la normativa con ensayos según lo establecido en la normativa UNE-EN ISO 22475-1/2007 y constará de las siguientes prospecciones y ensayos:

- 8 calicatas para la toma de muestras necesaria para los ensayos de laboratorio y estudios de la muestra.

- 4 ensayos de penetración estándar (SPT) para el cálculo de parámetros geotécnicos.

- Ensayos de laboratorio para la clasificación del suelo y la obtención de parámetros fisicoquímicos del mismo:
  - Estudio estratigráfico y del nivel freático.
  -Clasificación SUCS.
  -Límites de Atterberg.
  -Ensayo Proctor de compactación del suelo.
  -Ensayo Triaxial para obtener la resistencia al corte y deformabilidad del suelo.
  -Ensayo Edométrico para el estudio del asentamiento de cargas.
  -Estudio químico para evaluar la agresividad del terreno al hormigón (cloruros/sulfatos)

3.2. Situación geológica del terreno

La parcela del proyecto se localiza dentro de la meseta de Utiel–Requena, una plataforma mesetaria del Sistema Ibérico, con cotas que oscilan entre 650 y 720 metros sobre el nivel del mar. A su este, la topografía se suaviza hacia el río Magro, que ha creado terrazas aluviales de gravas, arenas y limos. En profundidad afloran rocas mesozoicas: calizas y dolomías jurásicas, junto a margas y calcarenitas cretácicas.

3.3. Estratigrafía

La secuencia litológica de la zona de estudio refleja una evolución geológica entre el Jurásico y el Cretácico, seguida por depósitos cuaternarios recientes. En profundidad afloran dolomías y calizas masivas del Jurásico superior, típicas del núcleo del anticlinal de la Sierra del Negrete, sobre las cuales descansan facies marginales cretácicas, compuestas por margas, calcarenitas y dolomías de plataforma, con espesores variables desde decenas hasta cientos de metros. Estas unidades constituyen un sustrato compacto y con capacidad portante significativa. En superficie, el afloramiento combina depósitos coluviales y aluviales recientes procedentes de la erosión del río Magro y acumulados en terrazas suaves, lo cual genera una capa de transición permeable y heterogénea.

3.4. Tectónica

La zona se sitúa en el flanco del anticlinal mesozoico de la Sierra del Negrete**,** generado durante la orogenia alpina miocena, dentro de la cordillera Ibérica septentrional, donde las rocas mesozoicas se plegaron y fracturaron violentamente. El área presenta fracturas y buzamientos principales con direcciones NE–SO y NO–SE, así como estructuras de cabalgamientos y graben rellenos por materiales neógenos. Esta red tectónica promueve procesos de karstificación en las calizas, con cavidades que pueden comprometer la continuidad y capacidad portante del terreno. Además, estas fracturas actúan como vías preferentes para el flujo de agua subterránea, lo que provoca variaciones sustanciales en el nivel freático y elevadas permeabilidades locales.

3.5. Descripción geotécnica del suelo

El solar de en el que se pretende edificar presenta pocas irregularidades al estar allanado y rellenado. Además, presenta una capa de materia vegetal en su superficie. Se realizan en total 8 calicatas en el terreno, pero se tomará la número 6 (C-6) para el estudio por ser la más representativa de las realizadas

Figura 3: Acopio y fotografía de la calicata.



Fuente: estudio geotécnico de referencia

De dicha calicata se obtuvo la siguiente columna estratigráfica:

Figura 4: Columna estratigráfica

PROFUN.	COLUMNA LITOLÓGICA	HIDROLOGÍA			DESCRIPCIÓN	EXCAVABILIDAD	ESTABILIDAD	OBSERVACIONES
		REZUMES	GOTEOS	N.F.				
1		NO	NO	NO	0.00-0.30 TERRENO VEGETAL 0.30-0.50 RELLENOS: GRAVAS 0.50-2.50 GRAVAS ARCILLOSAS	MEDIA	BUENA	AUSENCIA DE NIVEL FREÁTICO
2								
3					FIN DE CALICATA: 2.50 M			
4								

Fuente: Estudio geotécnico de referencia

3.5.1. Nivel freático.

Dada la columna estratigráfica se puede concluir la ausencia de agua en las profundidades de la calicata (2,5m) a fecha del estudio de campo (junio del 2017).

3.5.2. Facilidad de excavación del terreno.

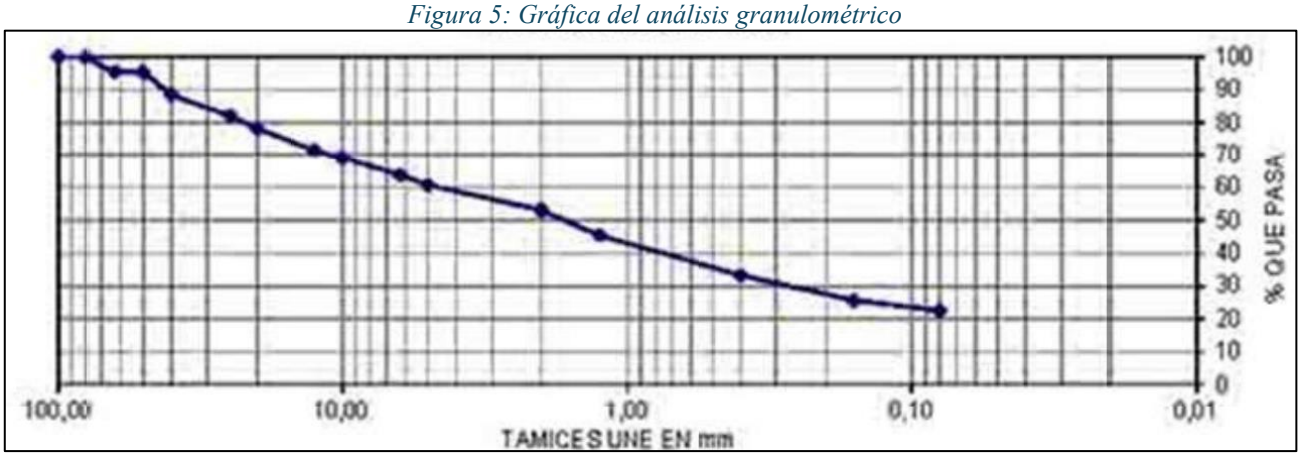
El contenido de arcilla mejora la cohesión, reduce el derrumbe inmediato de las paredes de excavación mientras que las gravas facilitan la obra, respondan bien a la compactación, ofrecen buen drenaje y permiten el uso eficiente de maquinaria.

3.6. Ensayos

A continuación, se presentan los ensayos de laboratorio realizados en el estudio con las respectivas conclusiones.

3.6.1. Análisis granulométrico.

Figura 5: Gráfica del análisis granulométrico



Fuente: Estudio geotécnico de referencia

Tabla 2:Tabla de datos del análisis granulométrico

Tamiz (UNE)	100	80	63	50	40	25	20	12.5	10	6.3	5	2	1.25	0.4	0.16	0.08
% Retenido	0.00	0.00	4.54	4.54	11.57	17.88	21.86	28.44	30.97	36.20	39.37	46.87	54.64	66.81	74.3	77.4
% Pasa	100.00	100.00	95.46	95.46	88.43	82.12	78.14	71.56	69.03	63.80	60.63	53.13	45.36	33.19	25.70	22.60

Arenas	Gravas	Finos
38.03	39.37	22.68

Fuente: Estudio geotécnico de referencia

La clasificación SUCS identifica el suelo como tipo GM-GC por lo que se trata de un suelo limo-arcilloso con una mezcla mal graduada de grava, arena, limos y arcillas.

3.6.2. Determinación de los límites de Atterberg.

- Límite líquido determinado por el método de la cuchara: 23.0
- Límite plástico determinado por el ensayo del Límite Plástico :17.2
- Índice de Plasticidad, resultante de la resta de los dos primeros: 23 - 17,2 = 5,8

3.6.3. Parámetros físicos y químicos del suelo.

Tabla 3: Tabla resumen de datos geotécnicos del suelo

PARÁMETRO	C-6
Peso específico de partículas (g/cm^3)	2,72
Peso específico seco (g/cm^3)	1,91
Peso específico aparente (g/cm^3)	1,98
Peso específico saturado (g/cm^3)	2,13
Peso específico sumergido (g/cm^3)	1,17
Porosidad (%)	29
Índice de poros	0.42
Humedad natural (%)	14
Grado de saturación (%)	83
Ángulo de resistencia interna (°)	32
Cohesión (kg/cm^2)	0.76
Resistencia a compresión (kg/cm^2)	4
Módulo de deformación (kg/cm^2)	236
Coeficiente de balasto (kg/cm^2)	7
Contenido en sulfatos (% SO_4)	0.07

Fuente: Estudio geotécnico de referencia

3.7. Conclusión del estudio geotécnico.

El suelo, clasificado como GM-GC según el sistema SUCS, corresponde a un limo-arcilloso mal graduado con proporciones significativas de gravas y arenas, lo cual implica

una baja plasticidad (IP = 5,8) y una cohesión moderada (c = 0,76 kg/cm²), lo que ofrece una capacidad portante adecuada para cimentaciones superficiales básicas. La estratigrafía revela un sustrato mesozoico de dolomías y calizas jurásicas, recubierto por materiales coluviales y aluviales heterogéneos de gravas, arenas y limos, que generan una capa intermedia permeable y un nivel freático profundo, sin presencia de agua en los 2,5 m de profundidad estudiados, reduciendo el riesgo de flotación o licuefacción tras cursos pluviales.

Se puede prever que las características del suelo estudiado (cohesión moderada, elevada fricción interna y buen coeficiente de balasto) superarán con holgura las solicitaciones previstas por las cargas de pilares y zunchos de la nave industrial, lo que justifica el uso de zapatas aisladas combinadas con zunchos de hormigón armado como sistema de cimentación superficial con una tensión admisible de 0,32 MPa.

El módulo de deformación obtenido (E ≈ 236 kg/cm²) y el coeficiente de balasto (k ≈ 7 kg/cm²) indican un comportamiento elástico de asentamiento limitado que puede preverse mediante el método Edométrico, con asentamientos diferenciales controlados por el diseño de zunchos interconectados.

En conjunto, el estudio confirma la viabilidad geotécnica de cimentar con zapatas aisladas y zunchos de hormigón armado, garantizando una seguridad estructural adecuada.

4. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA

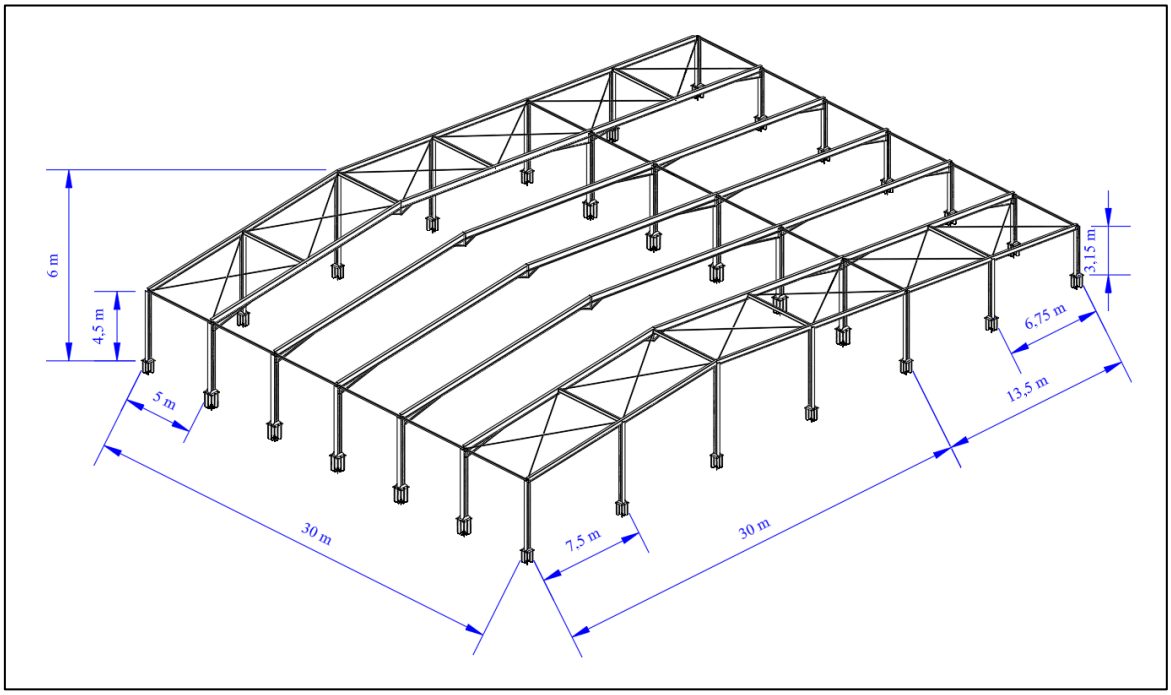
La edificación del proyecto será un edificio tipo C, una nave industrial de una planta con cubierta a dos aguas y con pilares interiores. La estructura estará formada por siete pórticos de barras de acero con uniones soldadas y el encuentro con la cimentación se ejecutará con placas de anclaje. Dicha cimentación estará formada por zapatas y zunchos o vigas de atado, ambas de hormigón armado. Además, se incluirá tirantes en disposición de cruces de San Andrés como sistema de arriostramiento.

4.1.Características estructurales de la nave

A continuación, se enumeran los principales datos de las medidas de la nave:

- Luz de la nave: 43,5 m de los cuales 30 m quedan a la izquierda de los pilares interiores y 13,5 m a la derecha.
- Longitud de la nave: 30 m
- Número de pórticos: 7
- Número de vanos: 6
- Separación de pórticos: 5 m
- Separación entre pilares hastiales: 7,5 m a la izquierda de los pilares interiores y 6,75 a la derecha.
- Altura de alero izquierdo: 4,5 m
- Altura de alero derecho: 3,15 m
- Altura de cumbrera: 6 m
- Pendiente de la cubierta: 5,71º
- Separación de correas de cubierta: 1,5 m

Figura 6: Estructura y acotaciones



Fuente: Elaboración propia

Los tipos de perfiles empleados para cada elemento estructural se detallan a continuación:

- Correas: perfil ZF
- Pilares: perfil HEB
- Dinteles: perfil IPE
- Vigas de atado: perfil tubular RHS

- Arriostramiento: Tirante tipo R

En cuanto a los materiales empleados, así como sus características, niveles de control y coeficientes de seguridad, se indican en las tablas de los siguientes apartados

4.1.1. Hormigón

Se empleará un hormigón de denominación HA-25/P/30/XC1 con cemento tipo CEM II

Tabla 4: Tabla de propiedades del hormigón

Tipo de hormigón	H-25
Resistencia Característica a los 28 días (f_{ck})	25 N/mm^2
Coeficiente de minoración (γ_c)	1.5
Resistencia de cálculo del hormigón (f_{cd})	16.66 N/mm^2

Fuente: Elaboración propia

4.1.2. Armaduras de acero

Para barras de armado del hormigón se usarán barras de acero corrugado B 500 S

Tabla 5: Tabla de propiedades el acero de armado Fuente:

Tipo de acero	B 500 S
Límite elástico (fy)	500 N/mm^2
Coeficiente de minoración (γ_s)	1.15
Resistencia de cálculo del acero (f_{cd})	434.78 N/mm^2

Fuente: Elaboración propia

4.1.3. Barras y placas de acero

El acero empleado para las correas será acero conformado 235 y para los perfiles y pl será S235 y para las barras, placas y pernos de anclaje se empleará acero laminado S275.

Tabla 6: Tabla de propiedades del acero

Tipo de acero	Acero	Límite elástico	Modulo Elasticidad
Acero conformado	S 235	235 MPa	210 GPa
Acero laminado	S 275	275 MPa	210a

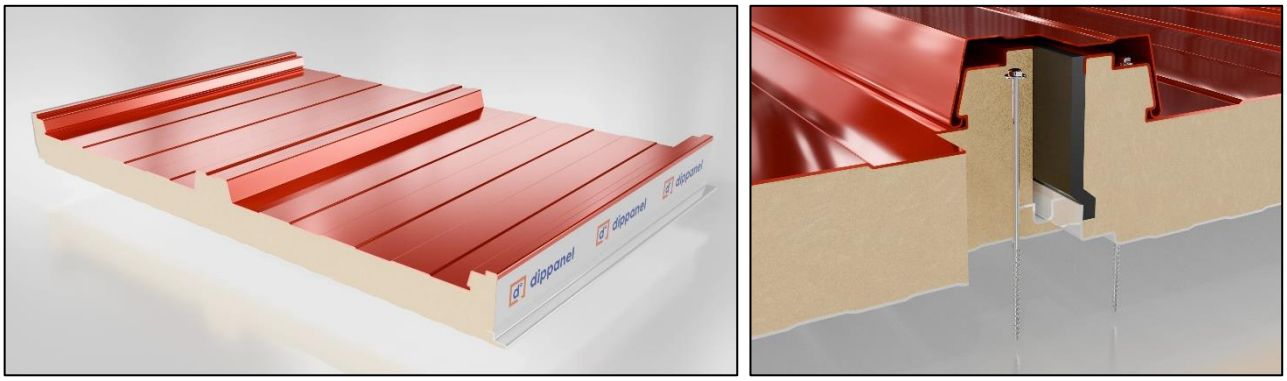
Fuente: Elaboración propia

6. DESCRIPCIÓN DE ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS

6.1.1. Cerramiento de panel sándwich

La cubierta de la nave estará formada por paneles sándwich con tapajuntas, compuestos por dos chapas de acero perfilado con tres grecas y un núcleo aislante de espuma rígida de poliuretano. El montaje se realiza mediante fijación mecánica con tornillos visibles, directamente sobre las correas estructurales. Para asegurar la estanqueidad, se solapan las grecas de paneles contiguos y se incorpora cinta de butilo en las juntas para prevenir filtraciones. Serán sujetas por correas ZF-160x2.

Figura 7: Panel sándwich y sistema de fijación



Fuente: (dippanel)

Características del panel:

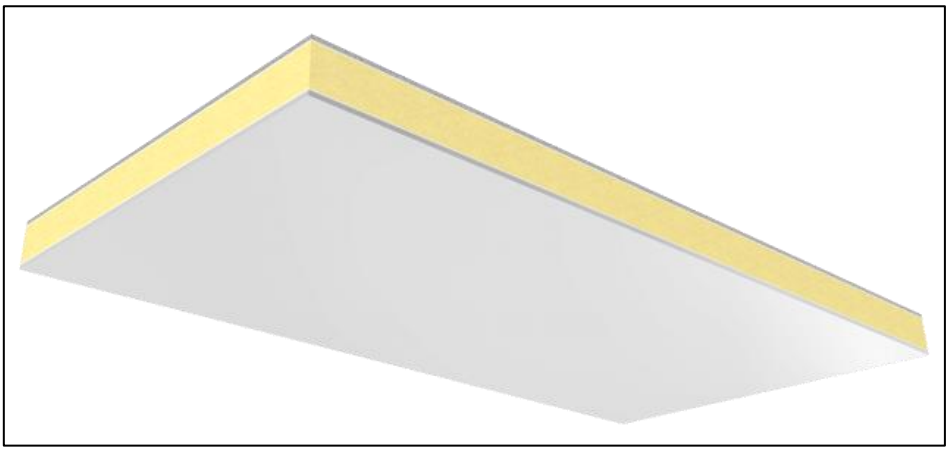
- Longitud máxima: 18,5 m
- Ancho útil: 1 m
- Espesor: 50 mm
- Peso: 7,48 kg/m²
- Transmitancia térmica (U): 0,38 W/m²K

6.1.2. Falso techo de panel sándwich

Dada la necesidad de aislar térmicamente ciertas salas y de evitar enfriar espacios vacíos, el falso techo en las salas que requieren de frío (sala de crianza y sala de puesta en punta) se compone de paneles sándwich no autoportantes, diseñados específicamente para instalación interior, con un núcleo aislante de espuma rígida de poliuretano y caras recubierta de un material liso y resistentes como el aluminio, siendo además apto para

entornos higiénicos y de fácil limpieza. Estos paneles colgarán de los dinteles mediante sistemas de anclaje de cables. Se instalan atornillados a perfiles o varillas roscadas, con tacos protegidos y remates en PVC en juntas para garantizar estanqueidad

Figura 8: Falso techo panel sándwich



Fuente: (grupo Panel Sándwich)

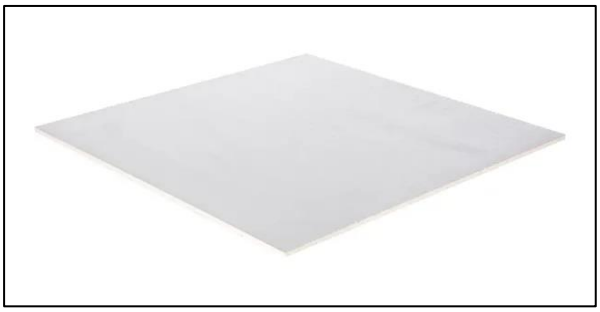
Características del panel:

- Ancho útil: 1 m
- Espesor: 50 mm
- Peso: 11.32 kg/m^2
- Transmitancia térmica (U): 0,42 W/m^2K

6.1.3. Falso techo común

En zonas interiores que requieren condiciones higiénicas y de fácil limpieza (oficinas, laboratorio, vestuarios y baños) y no requieran de grandes alturas ni aislamiento, se instalará un falso techo de placas de yeso laminado con vinilo blanco en una cara. Este techo se fijará a una estructura suspendida metálica a 2,5 m de altura.

Figura 9: Falso techo de yeso laminado con acabado de vinilo



Fuente: (THU)

Características del falso techo:

- Longitud: 600 mm
- Espesor: 9 mm
- Peso: 6 kg/m^2
- Conductividad térmica: 0,25 W/mk

6.1.4. Muro de cerramiento lateral

Se utilizarán paneles prefabricados de hormigón de 20 cm de espesor con aislamiento térmico integrado que ofrecen resistencia térmica, acústica y mecánica. Se anclarán entre las alas de los pilares de la estructura. En el caso de los pilares de esquina, se ha de soldar un perfil UPN en la dirección en la cual el muro perimetral da con una de sus alas. Además, en caso de haber espacio restante entre el muro y el ala de el pilar, se suelda un perfil tubular RHS para completar ese espacio e impedir el movimiento del muro.

Al medir el muro 200 mm de ancho se necesita un perfil UPE cuya distancia entre sus alas (d) sea igual o superior a 200 mm.

d = h – 2tf

- Los 4 perfiles UPE necesarios serán UPE 240 ya que d = 240 – (2 x 12,5) = 215 mm > 200 mm

Al haber tamaños de pilares harán falta dos perfiles RHS distintos, según el espacio entre las alas (d).

-Para el HEB-300, d = h – 2tf = 300 – (2 x 13,1) = 274 mm

274 – 200 = 74 mm a rellenar por lo que valdrá con un RHS-70x30

-Para el HEB-240, d = h – 2tf = 240 – (2 x 16,2) = 207.6 mm

No será necesario en este caso al haber sólo 7 mm.

Los perfiles 10 perfiles RHS necesarios serán RHS-70x30

Figura 10: Muro de hormigón prefabricado



Fuente: (PH)

Composición del panel:

- Aislante de poliestireno expandido: k = 0,0466 W/mK
- Doble capa de hormigón: k = 1,63 W/mK
- Peso: 200 kg/m²

6.1.5. Tabiquería interior

Las separaciones interiores de la nave se componen de bloques prefabricados de hormigón de dimensiones 20 × 20 × 40 cm, empleados como elementos de compartimentación sin función portante. Estos bloques ofrecen estructuras uniformes, un montaje rápido y preciso, y presentan durabilidad y resistencia mecánica. Estos bloques serán sentados con mortero de cemento fratasado.

6.1.6. Solera

Tras el desbroce del terreno se nivelará la parcela con una capa de 10 cm de grava gris nevada de canto entre 16 y 25mm cuyo compactado se realizará de forma mecánica con una compactadora de placas.

A continuación, se colocará una barrera anti-vapor bituminosa de espesor 0.18cm para evitar el ascenso de humedad desde el terreno.

En el caso de la sala de crianza y la de puesta en punta se colocarán planchas espuma rígida de poliuretano para el correcto aislamiento térmico de ambas salas.

Finalmente, y a falta de los acabados de cada sala, se ejecuta una losa de hormigón en masa HM-25/P/20/XC_2 mediante el vertido con hormigonera. Dicha solera se ejecutará con juntas de dilatación cada 5 metros, dejando juntas de 5 mm y con un espesor de 20 cm.

6.1.7. Acabados de los cerramientos y solera

En la siguiente tabla se detallan los acabados de la solera y las paredes. En el caso de las paredes se enumeran desde el interior hasta el exterior de la sala, obviando los muros prefabricados de hormigón de las paredes que dan al exterior y los tabiques de las que dan al interior, así como en la solera solo se enumera a partir de la losa de hormigón.

Nota: los espesores de los aislantes serán calculados en el siguiente anejo.

Tabla 7: Tabla resumen de recubrimientos

Sala	Acabado de los cerramientos verticales	Acabado de la solera
1. Laboratorio y almacén de materias	Panel macizo de PVC (0,24 cm)	Doble capa de barniz de resina epoxi (0,12 cm)
2. Cámara frigorífica	Panel sándwich	Panel sándwich
3. Sala de procesado y envasado	Panel macizo de PVC (0,24 cm)	Doble capa de barniz de resina epoxi (0,12 cm)
4. Almacén de material de envasado	Pintura plástica (0,15 cm)	Doble capa de barniz de resina epoxi (0,12 cm)
5. Sala de rima y crianza	Panel macizo de PVC (0,24 cm), Aislante y barrera antivapor	Doble capa de barniz de resina epoxi (0,12 cm)
6. Sala de puesta en punta	Panel macizo de PVC (0,24 cm), Aislante y barrera antivapor	Doble capa de barniz de resina epoxi (0,12 cm)
7. Almacén de producto elaborado	Panel macizo de PVC (0,24 cm)	Doble capa de barniz de resina epoxi (0,12 cm)
8. Sala técnica de producción de frío	Panel macizo de PVC (0,24 cm)	Doble capa de barniz de resina epoxi (0,12 cm)
9. Sala de limpieza	Panel macizo de PVC (0,24 cm)	Doble capa de barniz de resina epoxi (0,12 cm)
10. Almacén de residuos	Panel macizo de PVC (0,24 cm)	Doble capa de barniz de resina epoxi (0,12 cm)
11. Baños y vestuarios	Baldosa cerámica (30x30x2.5 cm) con mortero de cemento	Baldosa cerámica (30x30x2.5 cm) con mortero de cemento
12. Comedor y sala de descanso	Revestimiento decorativo	Doble capa de barniz de resina epoxi (0,12 cm)
13. Exterior de la nave	Pintura plástica (0,15 cm)	Doble capa de barniz de resina epoxi (0,12 cm)

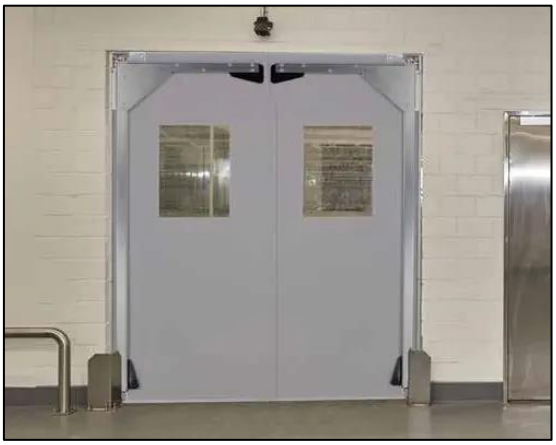
Fuente: Elaboración propia

6.1.8. Puertas

Se emplearán 4 tipos de puertas distintas según la sala, teniendo en cuenta que la zona de procesado y envasado se mantiene diáfana. Todas ellas emplearán materiales de calidad alimentaria y de fácil limpieza y cumplirán con las necesidades de la sala y el flujo de proceso.

- Para las salas en las que no transiten máquinas ni se requiera frío se usarán puertas de PVC y acero, ya sean simples o dobles. Permitirán el flujo de personas sin comprometer la seguridad del proceso ni de los trabajadores. Con su tipo de apertura de vayvén.

Figura 11: Puerta de PVC y acero



Fuente (HÖRMAN)

- En cuanto a las zonas de almacén que no requieren frío, pero si paso de maquinaria se instalarán puertas batientes automáticas. Estas puertas facilitarán el movimiento de toros mecánicos y la carga y descarga de material.

Figura 12: Puerta batiente automática



Fuente (DYNACO)

- La cámara frigorífica contará con una puerta pivotante de apertura manual fabricada en aluminio lacado con aislamiento de espuma de poliuretano. Por ella se podrá introducir un transpaleta fácilmente para la carga y descarga de uva.

Figura 13: Puerta pivotante de cámara frigorífica



Fuente: (isotermia)

- Las cámaras de crianza y de puesta en punta al tener necesidades de frío y de movimiento de grandes cargas requieren de el empleo de puertas batientes automáticas. También se usará para la salida de la sala de proceso (empleada para la salida de orujo) y para la salida del almacén de producto elaborado, puesto que, aunque no requieran de frío, deberán estar aislada del exterior. El modelo seleccionado emplea un panel de espuma cerrada de 1 pulgada que incluye barrera de vapor que está sellada en todo su perímetro. Además, integra roturas térmicas en el marco superior, laterales y travesaño inferior, lo que elimina puentes térmicos. Todo ello combinado con elevadas velocidades de apertura limita el intercambio de aire y mantiene eficazmente la temperatura interior.

Figura 14:Puertas batientes automáticas aisladas interiores y exteriores



Fuente: (Rytec)

Tabla 8: Tabla resumen de puertas

Sala	Tipo de puerta	medidas(ancho x alto) (m)
1. Laboratorio y almacén de materias	PVC doble	1,2 x 2
2. Cámara frigorífica	Puerta pivotante aislada PVC	1,5 x 2,2
3. Sala de procesado y envasado	Batiente automática aislada	3 x 3,3
4. Almacén de material de envasado	Batiente automática aislada	3 x 3,3
5. Sala de rima y crianza	Batiente automática aislada	3 x 3,3
6. Sala de puesta en punta	Batiente automática aislada	3 x 3,3
7. Almacén de producto elaborado	Batiente automática aislada (exterior) y sin aislar (interior)	3 x 3,3
8. Sala técnica de producción de frío	PVC doble	1,2 x 2
9. Sala de limpieza	PVC simple	1,2 x 2
10. Almacén de residuos	PVC simple	1,2 x 2
11. Baños y vestuarios	PVC simple	1,2 x 2
12. Comedor y sala de descanso	PVC doble	1,2 x 2

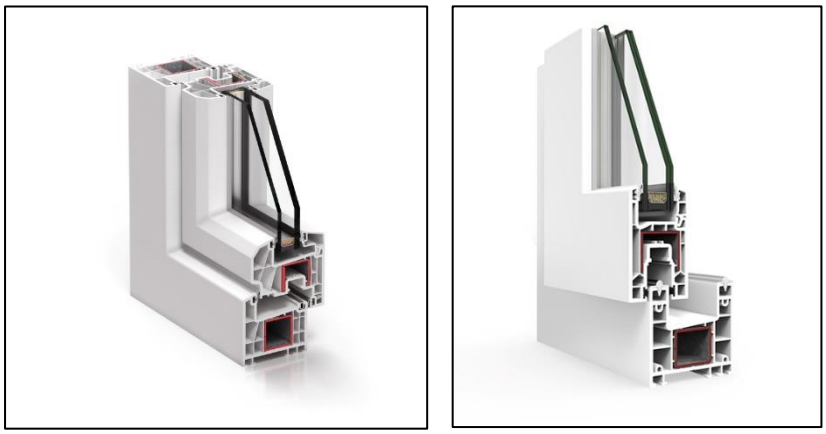
Fuente: Elaboración propia

6.1.9. Ventanas

Se instalarán ventanas para el aprovechamiento de la luz natural y el ventilado ocasional de ciertas salas. Éstas deberán proporcionar un control térmico y acústico riguroso, alta estanqueidad y resistencia.

Las ventanas seleccionadas presentan perfiles de 40 mm y cinco cámaras interiores con doble junta de estanqueidad. La serie elegida ofrece transmitancia térmica Uw desde 0,9 W/m²K, aislamiento acústico hasta Rw 46 dB, permeabilidad al aire Clase 4, estanqueidad al agua Clase E1800 y resistencia al viento Clase C5 y su material de pvc permite el higienizado con facilidad, por lo que cumplen con los requisitos mencionados.

Figura 15: Ventanas de 40 mm abisagrada y corredera de PVC



Fuente: (Cortizo)

La siguiente tabla junto con los planos del proyecto resume el número, tamaño, tipo y ubicación de las ventanas en cada sala.

Tabla 9: Resumen de ventanas de la nave

Sala	Tipo de ventana	Tamaño (ancho x alto) (m)
1. Laboratorio y almacén de materias	Corredera (x1)	0,7 x 1
2. Cámara frigorífica	Sin ventana	-
3. Sala de procesado y envasado	Fija (x4)	1 x 1,5
4. Almacén de material de envasado	Sin ventana	-
5. Sala de rima y crianza	Sin ventana	-
6. Sala de puesta en punta	Sin ventana	-
7. Almacén de producto elaborado	Sin ventana	-
8. Sala técnica de producción de frío	Sin ventana	-
9. Sala de limpieza	Sin ventana	-
10. Almacén de residuos	Sin ventana	-
11. Baños y vestuarios	Corredera (x1)	1 x 1,5
12. Comedor y sala de descanso	Corredera (x1)	0,7 x 1

Fuente: Elaboración propia

6.1.10. Canalización pluvial

Para la recogida de aguas pluviales, se instalarán canalones y bajantes en PVC, resistentes a la corrosión siguiendo lo indicado en el DB-HS: Salubridad.

6.1.11. Vallado perimetral

Se vallará todo el perímetro de la parcela a excepción de la cara que da a la carretera, la cual también tendrá dos portones para la entrada y salida de vehículos tanto de trabajadores como los destinados a carga y descarga.

7. ACCIONES SOBRE LA ESTRUCTURA

Para el dimensionamiento de la estructura es de vital importancia el cálculo de las acciones que esta ha de soportar.

Por ello, siguiendo la normativa relativa a el cálculo de acciones CTE-SE-AE, se calcularán las acciones clasificándolas según su naturaleza y variación a lo largo del tiempo en acciones permanentes (G) y acciones variables (Q).

7.1. Acciones permanentes (G)

Las acciones permanentes ejercen efectos continuos sobre la estructura, manteniendo una magnitud y posición esencialmente constantes o con variaciones insignificantes a lo largo

de la vida útil de la estructura. Dentro de este grupo se incluye el peso propio de la edificación, considerando tanto los elementos portantes como los cerramientos, tabiquería y otros componentes fijos integrados en el sistema constructivo.

7.1.1. Carga permanente (q_G)

Será la resultante de la suma de las correas de cubierta sumadas al de el cerramiento de cubierta y el falso techo, que se instala colgando de los dinteles. Éste último, pese a no encontrarse en toda la estructura y disponer de dos tipos de falso techo, será considerado para toda la estructura, usando además el peso más desfavorable.

Por lo tanto:

$$\mathbf{q_G} = q_{correas} + q_{paneles} + q_{falso\ techo} = 0{,}164 + 0{,}365 + 0{,}555 = \mathbf{1{,}1\ kN/m}.$$

$$-q_{correas} = \frac{P \cdot Sp \cdot nºc}{Lf} = \frac{0{,}045 \cdot 5 \cdot 11}{15{,}07} = 0{,}164\,\frac{kN}{m}$$

$$-q_{paneles} = P \cdot sp = 0{,}073 \cdot 5 = 0{,}365\ kN/m$$

$$-q_{falso\ techo} = P \cdot sp = 0{,}111 \cdot 5 = 0{,}555\ kN/m$$

Siendo:

- P: peso del elemento

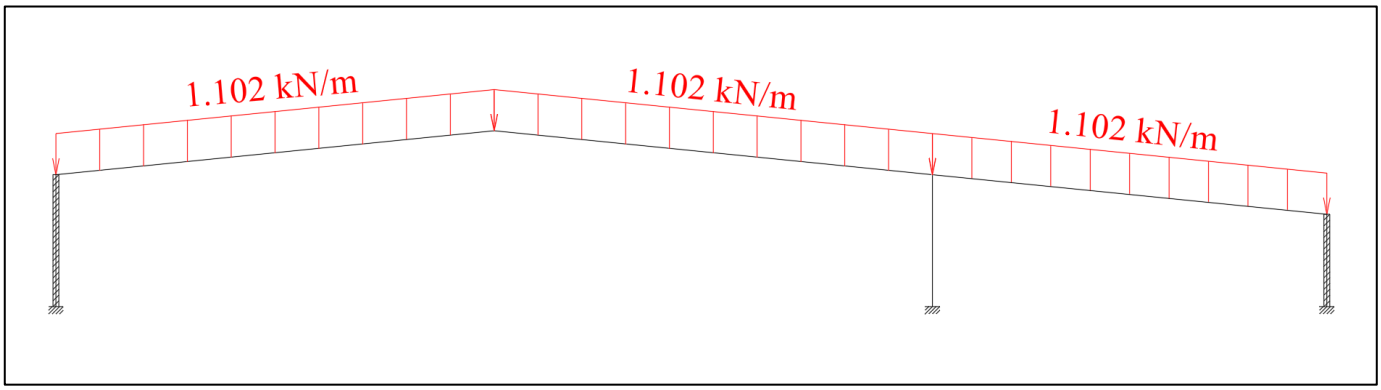
Correas: 4,64 kg/m = 0,045 kN/m

Paneles: 7,48 kg/m^2 = 0,073 kN/m^2

Falso techo: 11,32 kg/m^2 = 0,111 kN/m^2

- sp: separación de pórticos (m)
- nºc: Número de correas
- Lf: Longitud del faldón (m)

Figura 16: Representación de la carga permanente de la estructura (qG)



Fuente: Elaboración propia

7.2.Acciones variables (Q)

Las acciones variables son aquellas cargas que pueden aparecer o no sobre la estructura, y cuya magnitud o posición puede cambiar a lo largo del tiempo. Sobrecarga de uso

7.2.1. Sobrecarga de uso

Se considera sobrecarga de uso el peso de mobiliario, maquinaria ligera, mercancías o personas presentes en la edificación según su uso. En el caso de cubiertas ligeras accesibles únicamente para tareas de mantenimiento, conformes al DB-SE-AE del CTE, se adopta una sobrecarga característica de 0,4 kN/m², modelizada como carga superficial uniforme (valor definido en la tabla 3.1 del Documento Básico SE-AE)

Tabla 10: Valores característicos de la sobrecarga de uso

Categoría de uso		Subcategorías de uso		Carga uniforme [kN/m²]	Carga concentrada [kN]
A	Zonas residenciales	A1	Viviendas y zonas de habitaciones en, hospitales y hoteles	2	2
		A2	Trasteros	3	2
B	Zonas administrativas			2	2
C	Zonas de acceso al público (con la excepción de las superficies pertenecientes a las categorías A, B, y D)	C1	Zonas con mesas y sillas	3	4
		C2	Zonas con asientos fijos	4	4
		C3	Zonas sin obstáculos que impidan el libre movimiento de las personas como vestíbulos de edificios públicos, administrativos, hoteles; salas de exposición en museos; etc.	5	4
		C4	Zonas destinadas a gimnasio u actividades físicas	5	7
		C5	Zonas de aglomeración (salas de conciertos, estadios, etc)	5	4
D	Zonas comerciales	D1	Locales comerciales	5	4
		D2	Supermercados, hipermercados o grandes superficies	5	7
E	Zonas de tráfico y de aparcamiento para vehículos ligeros (peso total < 30 kN)			2	20 [1]
F	Cubiertas transitables accesibles sólo privadamente [2]			1	2
G	Cubiertas accesibles únicamente para conservación [3]	G1 [7]	Cubiertas con inclinación inferior a 20°	1 [4] [6]	2
			Cubiertas ligeras sobre correas (sin forjado) [5]	0,4 [4]	1
		G2	Cubiertas con inclinación superior a 40°	0	2

Fuente: Tabla 3.1 CTE DB SE-AE

Por lo que:

$$\mathbf{q_{uso}} = Fk \cdot Sp \cdot cos(\alpha) = 0{,}4 \cdot 5 \cdot \cos(5{,}71) = \mathbf{2\ kN/m}.$$

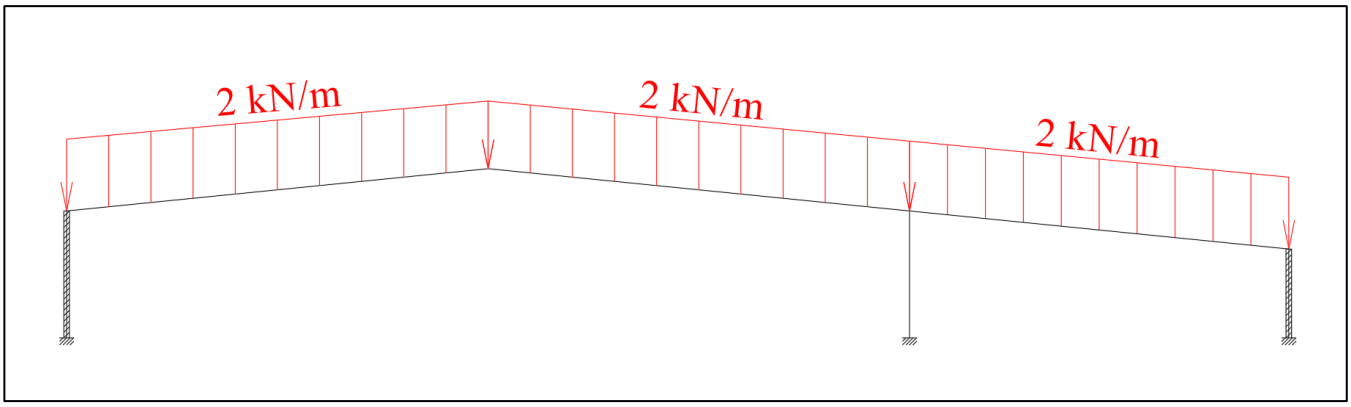
Donde:

F_k: valor característico de la acción (kN/m^2)

Sp: separación de pórticos (m)

α: Angulo de inclinación de la cubierta (º)

Figura 17: Representación de la carga permanente de la estructura (quso)



Fuente: Elaboración propia

7.2.2. Viento

La presión estática equivalente del viento, (q_e) representa la fuerza perpendicular que ejerce el viento sobre una superficie en cada punto. Según el CTE-SE-AE, su cálculo se realiza mediante la fórmula:

$$qe = qb \cdot Ce \cdot Cp$$

Siendo:

- q_b = Presión dinámica del viento (kN/m^2).

El valor básico de la velocidad del viento se obtiene a partir de el siguiente mapa:

Figura 18: Presiones dinámicas del viento según zona



Fuente: CTE DB SE-AE

En él, se representan tres zonas con distintos valores de presión dinámica del viento:

Zona A: 0,42 kN/m².

Zona B: 0,45 kN/m².

Zona C: 0,52 kN/m².

Situando Requena en la zona A, se toma un valor de presión dinámica básica de 0,42 kN/m^2.

- C_e = Coeficiente de exposición.

El coeficiente de exposición considera los efectos de turbulencias originadas por el relieve y la topografía del terreno, determinando su valor según el *grado de aspereza del entorno* y la altitud del punto analizado, tal como se indica en la normativa. En este caso, se ha catalogado el terreno como grado de aspereza IV (Zona urbana industrial) permitiendo calcular el C_e de la siguiente manera:

$Ce = F \cdot (F + 7\,k)$

Donde: $F = k \cdot \ln(\max(z, Z) / L)$. (z = 6m).

Siendo z la altura de la cumbrera y k, L, Z parámetros característicos de cada tipo de entorno, según la siguiente tabla:

Tabla 11: Parámetros para el cálculo de Ce según el grado de aspereza del entorno

	Grado de aspereza del entorno	Parámetro		
		k	L (m)	Z (m)
I	Borde del mar o de un lago, con una superficie de agua en la dirección del viento de al menos 5 km de longitud	0,156	0,003	1,0
II	Terreno rural llano sin obstáculos ni arbolado de importancia	0,17	0,01	1,0
III	Zona rural accidentada o llana con algunos obstáculos aislados, como árboles o construcciones pequeñas	0,19	0,05	2,0
IV	Zona urbana en general, industrial o forestal	0,22	0,3	5,0
V	Centro de negocios de grandes ciudades, con profusión de edificios en altura	0,24	1,0	10,0

Fuente: CTE DB SE-AE

Por lo que:

$$F = 0{,}22 \cdot ln\,(6/0{,}3) = 0{,}6$$

$$\boldsymbol{Ce} = 0{,}6 \cdot (0{,}6 + 7 \cdot 0{,}22) = \mathbf{1{,}28}$$

- C_p = Coeficiente eólico.

El coeficiente de presión depende de valores como la dirección relativa del viento, la posición del elemento considerado, la forma del edificio o su área de influencia, por lo que habrá varios, considerando las posibles direcciones del viento 0º, 90º, 180º y 270º.

-Viento 0º y 180º en fachadas:

Según las dimensiones de la nave:

-d (dimensión de la pared paralela al viento) = 43,5 m

-h (cumbrera de la nave) = 6 m

-h/d = 0,14

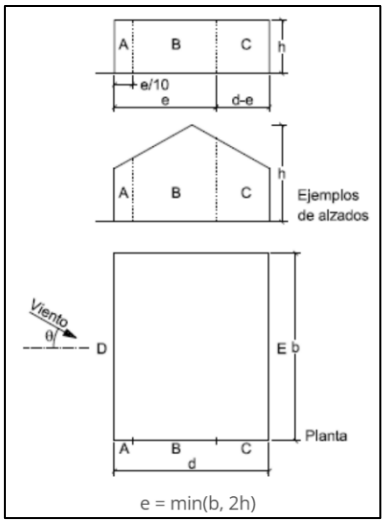
-e = min (43,5, 2·6) = 12 m

-A = 1,2 m; B = 10,8 m; C = 18 m; D = 12 m = E.

Fachada izquierda: $Á_A = 1,2 \cdot 4,5 = 5,4\ m^2$; $Á_B$, $Á_C$, $Á_D$, $Á_E > 10\ m^2$.

Fachada derecha: $Á_A = 1,2 \cdot 3,15 = 3,78\ m^2$, $Á_B$, $Á_C$, $Á_D$, $Á_E > 10\ m^2$.

Tabla 12: Tabla de viento 90º y 270º en fachadas



A (m^2)	h/d	Zona (según figura), -45º < θ < 45º				
		A	B	C	D	E
≥ 10	5	-1,2	-0,8	-0,5	0,8	-0,7
	1	"	"	"	"	-0,5
	≤ 0,25	"	"		0,7	-0,3
5	5	-1,3	-0,9	-0,5	0,9	-0,7
	1	"	"	"	"	-0,5
	≤ 0,25	"	"	"	0,8	-0,3
2	5	-1,3	-1,0	-0,5	0,9	-0,7
	1	"	"	"	"	-0,5
	≤ 0,25	"	"	"	0,7	-0,3
≤ 1	5	-1,4	-1,1	-0,5	1,0	-0,7
	1	"	"	"	"	-0,5
	≤ 0,25	"	"	"	"	-0,3

Fuente: CTE DB SE-AE

-Viento 90º y 270º en fachadas:

Según las dimensiones de la nave:

-d (dimensión de la pared paralela al viento) = 30 m

-h (cumbrera de la nave) = 6 m

-h/d = 0,2

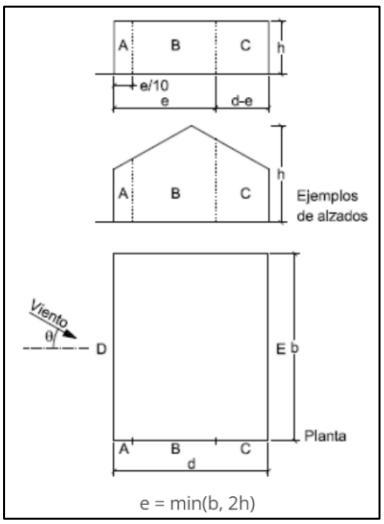
-e = min (43,5, 2·6) = 12 m

-A = 1,2 m; B = 10,8 m; C = 18 m; D = 12 m = E.

Fachada delantera: $Á_A = 1,2 \cdot 4,5 = 5,4\ m^2$; $Á_B$, $Á_C$, $Á_D$, $Á_E > 10\ m^2$.

Fachada derecha: $Á_A = 1,2 \cdot 3,15 = 3,78\ m^2$, $Á_B$, $Á_C$, $Á_D$, $Á_E > 10\ m^2$.

Tabla 13: Tabla de viento 90° y 270° en fachadas



A (m^2)	h/d	Zona (según figura), -45° < θ < 45°				
		A	B	C	D	E
≥ 10	5	-1,2	-0,8	-0,5	0,8	-0,7
	1	"	"	"	"	-0,5
	≤ 0,25	"	"		0,7	-0,3
5	5	-1,3	-0,9	-0,5	0,9	-0,7
	1	"	"	"	"	-0,5
	≤ 0,25	"	"	"	0,8	-0,3
2	5	-1,3	-1,0	-0,5	0,9	-0,7
	1	"	"	"	"	-0,5
	≤ 0,25	"	"	"	0,7	-0,3
≤ 1	5	-1,4	-1,1	-0,5	1,0	-0,7
	1	"	"	"	"	-0,5
	≤ 0,25	"	"	"	"	-0,3

Fuente: CTE DB SE-AE

-Viento 0º y 180º en cubierta

Según las dimensiones de la nave:

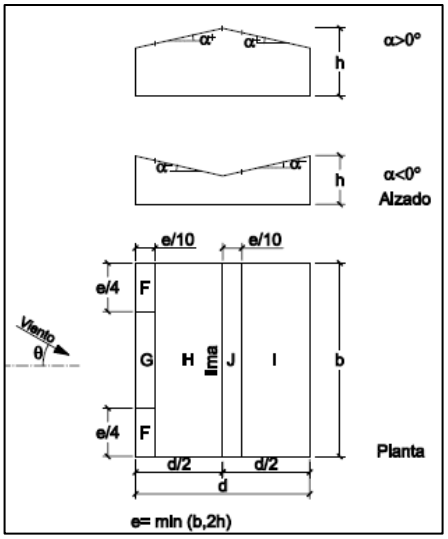
-d (dimensión de la pared paralela al viento) = 43,5 m

-h (cumbrera de la nave) = 6

-e = min (30, 2·6) = 12 m.

-Pendiente de la cubierta: 5,71º

Tabla 14: Tabla de Viento 0° y 180° en cubierta



Pendiente de la cubierta α	A (m^2)	Zona (según figura)				
		F	G	H	I	J
-45°	≥ 10	-0,6	-0,6	-0,8	-0,7	-1
	≤ 1	-0,6	-0,6	-0,8	-0,7	-1,5
-30°	≥ 10	-1,1	-0,8	-0,8	-0,6	-0,8
	≤ 1	-2	-1,5	-0,8	-0,6	-1,4
-15°	≥ 10	-2,5	-1,3	-0,9	-0,5	-0,7
	≤ 1	-2,8	-2	-1,2	-0,5	-1,2
-5°	≥ 10	-2,3	-1,2	-0,8	0,2 -0,6	0,2 -0,6
	≤ 1	-2,5	-2	-1,2	0,2 -0,6	0,2 -0,6
5°	≥ 10	-1,7 +0,0	-1,2 +0,0	-0,6 +0,0	-0,6	0,2 -0,6
	≤ 1	-2,5 +0,0	-2 +0,0	-1,2 +0,0	-0,6	0,2 -0,6
15°	≥ 10	-0,9 0,2	-0,8 0,2	-0,3 0,2	-0,4 +0,0	-1 +0,0
	≤ 1	-2 0,2	-1,5 0,2	-0,3 0,2	-0,4 +0,0	-1,5 +0,0
30°	≥ 10	-0,5 0,7	-0,5 0,7	-0,2 0,4	-0,4 0	-0,5 0
	≤ 1	-1,5 0,7	-1,5 0,7	-0,2 0,4	-0,4 0	-0,5 0
45°	≥ 10	-0,0 0,7	-0,0 0,7	-0,0 0,6	-0,2 +0,0	-0,3 +0,0
	≤ 1	-0,0 0,7	-0,0 0,7	-0,0 0,6	-0,2 +0,0	-0,3 +0,0
60°	≥ 10	0,7	0,7	0,7	-0,2	-0,3
	≤ 1	0,7	0,7	0,7	-0,2	-0,3
75°	≥ 10	0,8	0,8	0,8	-0,2	-0,3
	≤ 1	0,8	0,8	0,8	-0,2	-0,3

Fuente: CTE DB SE-AE

-Viento 90º y 270º en cubierta

Donde los datos de partida en función de las dimensiones de la nave:

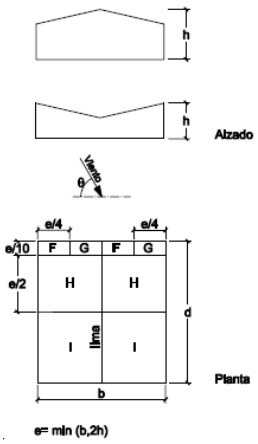
-d (dimensión de la nave paralela al viento) = 30 m

-h (cumbrera de la nave) = 6 m

-e = min (43,5, 2·6) = 12 m.

-Pendiente de la cubierta: 5,71º

Tabla 15: Tabla de Viento 90° y 270° en cubierta

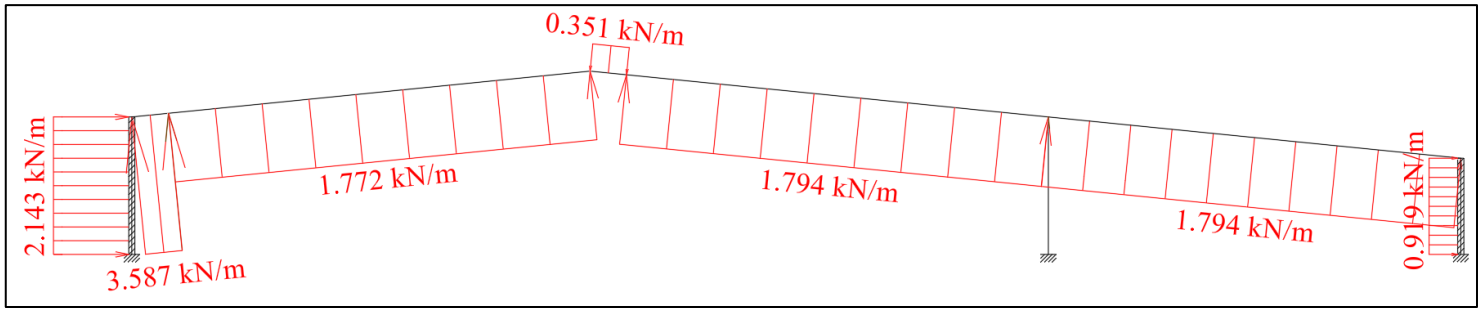


Pendiente de la cubierta α	A (m^2)	Zona (según figura), -45° ≤ θ ≤ 45°			
		F	G	H	I
-45°	≥ 10	-1,4	-1,2	-1,0	-0,9
	≤ 1	-2,0	-2,0	-1,3	-1,2
-30°	≥ 10	-1,5	-1,2	-1,0	-0,9
	≤ 1	-2,1	-2,0	-1,3	-1,2
-15°	≥ 10	-1,9	-1,2	-0,8	-0,8
	≤ 1	-2,5	-2,0	-1,2	-1,2
-5°	≥ 10	-1,8	-1,2	-0,7	-0,6
	≤ 1	-2,5	-2,0	-1,2	-1,2
5°	≥ 10	-1,6	-1,3	-0,7	-0,6
	≤ 1	-2,2	-2,0	-1,2	-0,6
15°	≥ 10	-1,3	-1,3	-0,6	-0,5
	≤ 1	-2,0	-2,0	-1,2	-0,5
30°	≥ 10	-1,1	-1,4	-0,8	-0,5
	≤ 1	-1,5	-2,0	-1,2	-0,5
45°	≥ 10	-1,1	-1,4	-0,9	-0,5
	≤ 1	-1,5	-2,0	-1,2	-0,5
60°	≥ 10	-1,1	-1,2	-0,8	-0,5
	≤ 1	-1,5	-2,0	-1,0	-0,5
75°	≥ 10	-1,1	-1,2	-0,8	-0,5
	≤ 1	-1,5	-2,0	-1,0	-0,5

Fuente: CTE DB SE-AE

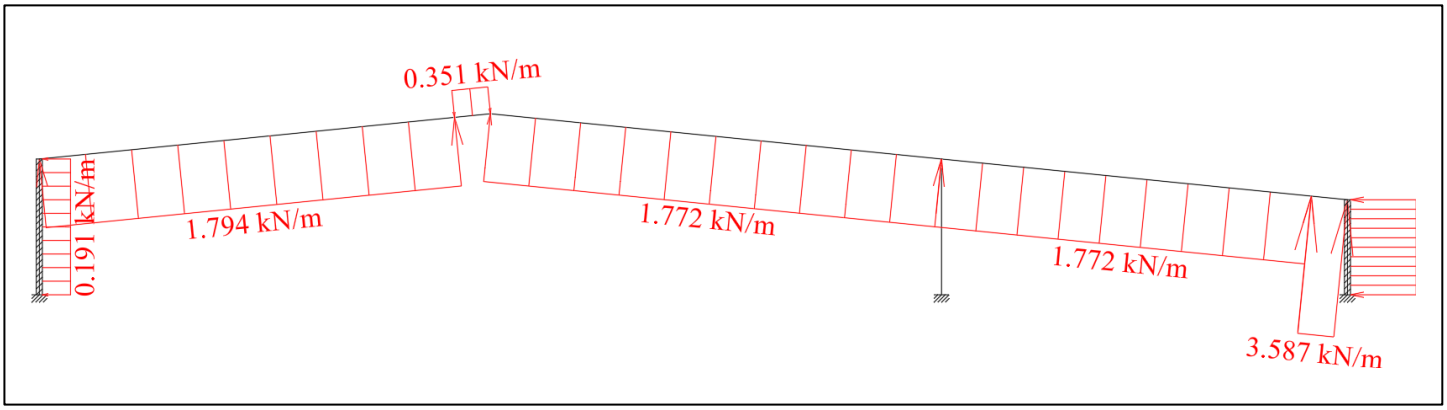
Interpolando los valores de las tablas se obtienen los siguientes C_p y cargas de viento, se consideran las que coinciden en espacio con el tercer pórtico ya que es el que se representará seguidamente:

Figura 19: Representación carga de Viento 0º Hipótesis 1



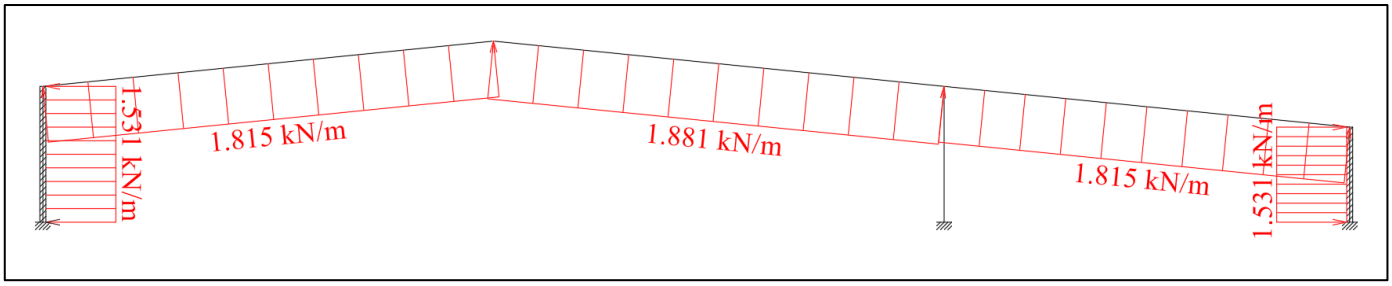
Fuente: Elaboración propia

Figura 20: Representación carga de Viento 0º Hipótesis 2



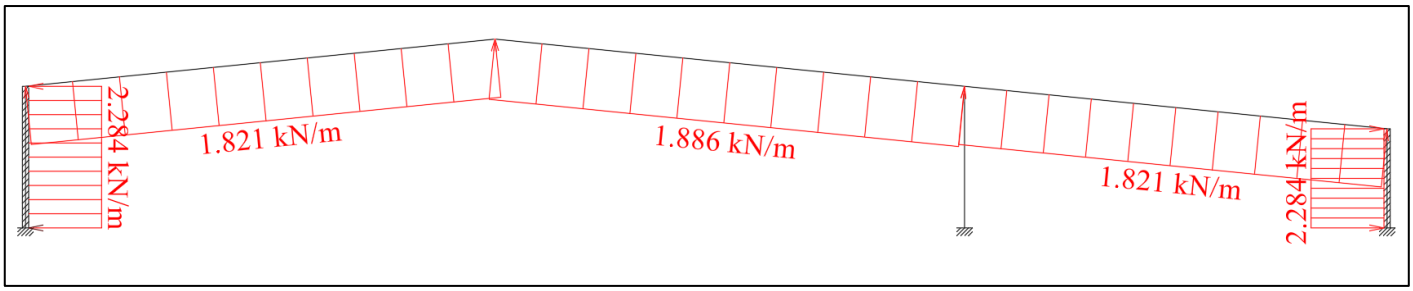
Fuente: Elaboración propia

Figura 21:Representación de carga de Viento 90º



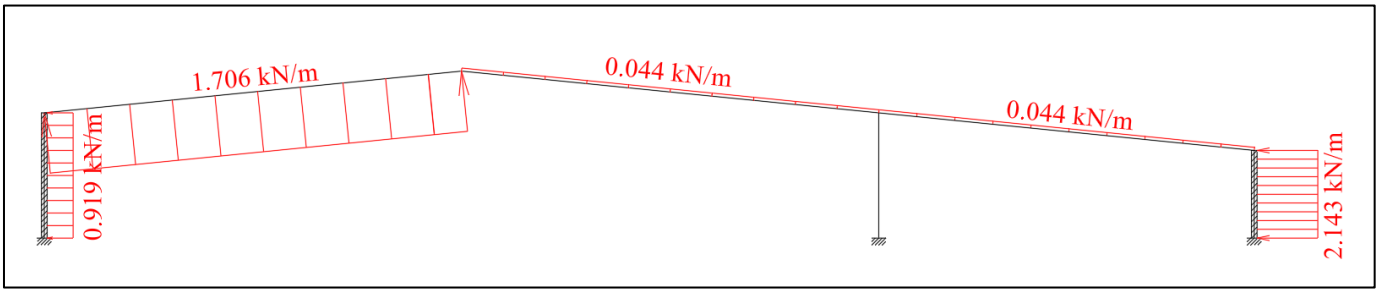
Fuente: Elaboración propia

Figura 22: Representación de carga de Viento 180º Hipótesis 1



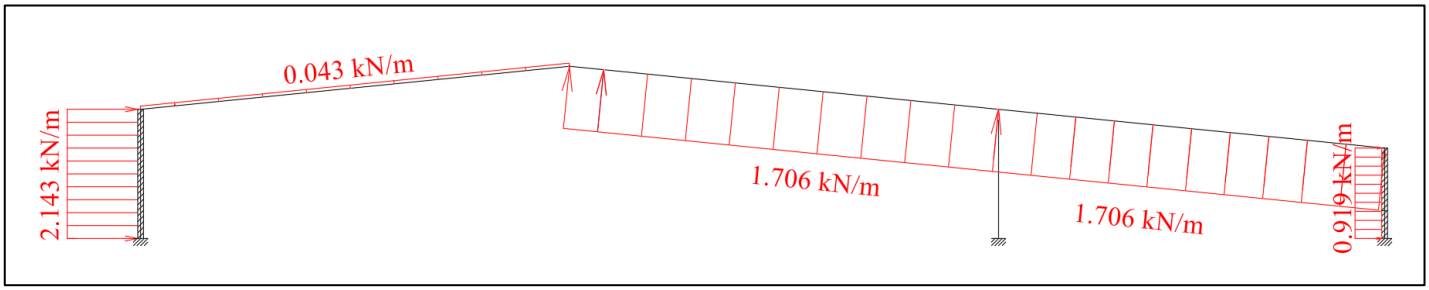
Fuente: Elaboración propia

Figura 23: Representación de carga de Viento 180º Hipótesis 2



Fuente: Elaboración propia

Figura 24: Representación de carga de Viento 270º



Fuente: Elaboración propia

7.2.3. Nieve

La carga de nieve que actúa sobre una cubierta viene determinada por factores como el clima, el tipo de precipitación, el entorno topográfico y la geometría del tejado. La carga de nieve por unidad de superficie en proyección horizontal se determina mediante la siguiente expresión:

$$q_n = \mu \cdot s_K$$

-μ: coeficiente de forma de la cubierta:

- Si existen obstáculos al deslizamiento de la nieve: μ = 1
- Si la inclinación de la cubierta α < 30º: μ = 1
- Si la inclinación de la cubierta α / 60º: μ = 0

S_k: valor característico de la carga de nieve sobre terreno horizontal. Para determinar dicho valor se tendrá que conocer la zona climática utilizando el mapa de la siguiente figura y, como se trata de una localidad distinta a una capital de provincia, será necesario utilizar la tabla tras la figura.

Figura 25: Mapa de zonas para el cálculo de carga de nieve



Fuente: CTE DB SE-AE

El municipio de Requena se encuentra en Valencia, por lo que pertenece a la zona climática 5 y, como se encuentra a una altitud de 692, interpolando obtenemos un valor $S_k = 0{,}591$

Tabla 16: Sobrecarga de nieve en un terreno horizontal.

Tabla E.2 Sobrecarga de nieve en un terreno horizontal (kN/m²)							
Altitud (m)	Zona de clima invernal, (según figura E.2)						
	1	2	3	4	5	6	7
0	0,3	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
200	0,5	0,5	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2
400	0,6	0,6	0,2	0,3	0,4	0,2	0,2
500	0,7	0,7	0,3	0,4	0,4	0,3	0,2
600	0,9	0,9	0,3	0,5	0,5	0,4	0,2
700	1,0	1,0	0,4	0,6	0,6	0,5	0,2
800	1,2	1,1	0,5	0,8	0,7	0,7	0,2
900	1,4	1,3	0,6	1,0	0,8	0,9	0,2
1.000	1,7	1,5	0,7	1,2	0,9	1,2	0,2
1.200	2,3	2,0	1,1	1,9	1,3	2,0	0,2
1.400	3,2	2,6	1,7	3,0	1,8	3,3	0,2
1.600	4,3	3,5	2,6	4,6	2,5	5,5	0,2
1.800	-	4,6	4,0	-	-	9,3	0,2
2.200	-	8,0	-	-	-	-	-

Fuente: CTE DB SE-AE

No existe impedimento para el deslizamiento de la nieve ya que la pendiente de la cubierta es inferior 30º, se toma $\mu = 1$.

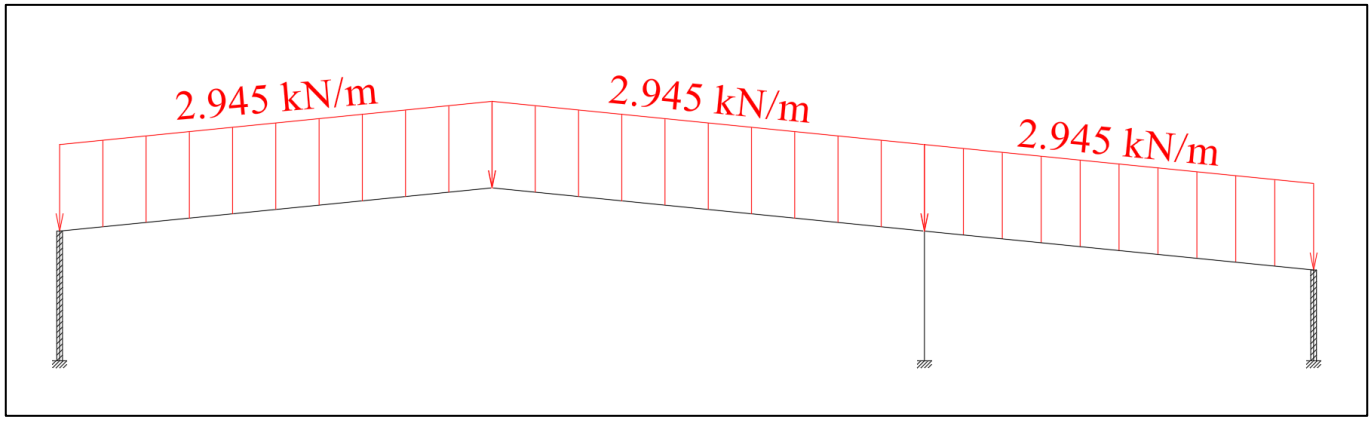
$$q_n = \mu \times s_k = 1 \times 0{,}591 \text{ kN/m}^2 = 0{,}591 \text{ kN/m}^2$$

Al multiplicar esta carga superficial por la separación entre porticos obtenemos la carga lineal que soporta el dintel:

0,591 kN/m^2 x 5 m = **2,95 kN/m**

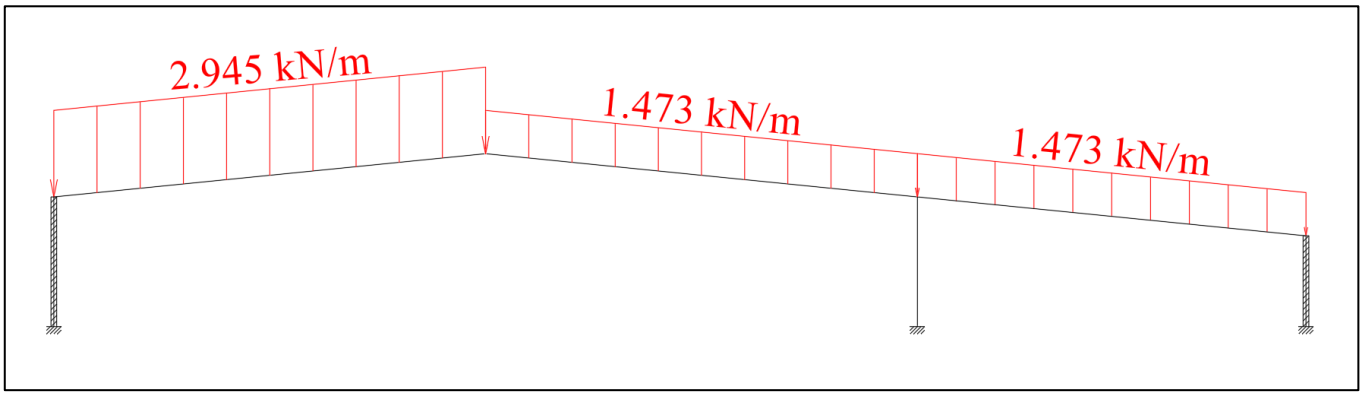
Al tratarse de una nave a dos aguas se tendrá en cuenta la redistribución asimétrica de las cargas de nieve, que son las debidas al transporte de la misma por efecto del viento, reduciendo a la mitad el coeficiente de forma en las partes en que la acción sea desfavorable. En consecuencia, resultarán un total de tres hipótesis de nieve:

Figura 26: Representación de carga de Nieve estado inicial



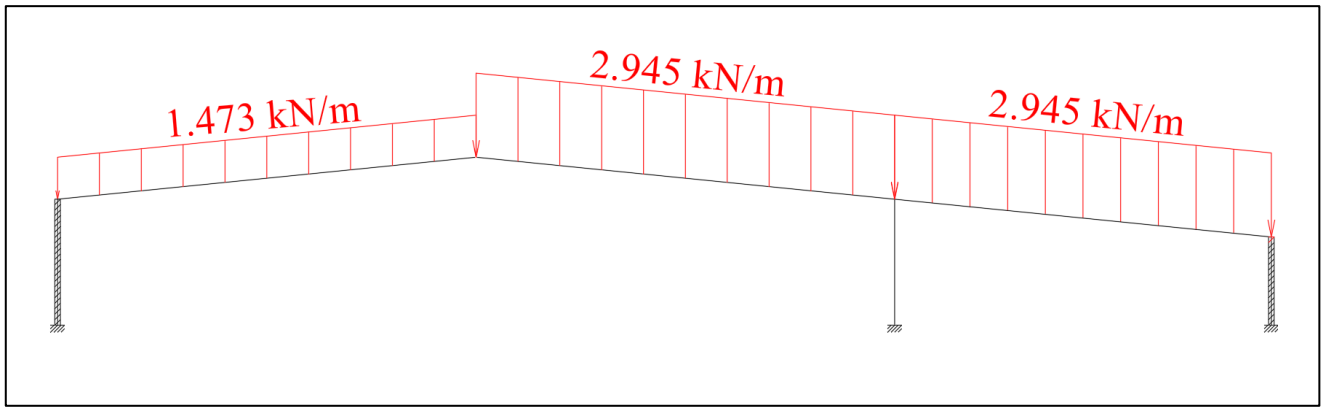
Fuente: Elaboración propia

Figura 27: Representación de carga de nieve con redistribución 1



Fuente: Elaboración propia

Figura 28: Representación de carga de nieve con redistribución 2



Fuente: Elaboración propia

7.3. Cuadro de combinaciones

Una combinación de acciones se define como un conjunto de esfuerzos compatibles que pueden actuar simultáneamente sobre una estructura, y cuyos efectos deben analizarse de manera conjunta para garantizar su seguridad y comportamiento adecuado. Según el CTE, las situaciones de dimensionamiento se clasifican en tres estados:

Situación persistente: que corresponde a las condiciones normales de uso con cargas habituales y estables.

Situación transitoria: que ocurre en circunstancias temporales como montaje, mantenimiento o reparaciones.

Situación accidental: que contempla eventos excepcionales (incendio, impacto, sismo, explosiones), fuera del uso ordinario.

Cada una de estas situaciones requiere aplicar los coeficientes de mayoración de acciones, así como los de simultaneidad y los coeficientes parciales de seguridad, según lo especificado en las Tablas 4.1 (γ) y 4.2 (Ψ) del DB-SE del CTE.

Estos coeficientes permiten generar las combinaciones necesarias para verificar los diferentes estados límite, garantizando que la estructura resista de forma fiable bajo todas las solicitaciones previstas.

Tabla 17: Coeficientes de simultaniedad para el cálculo de combinaciones

Tabla 4.2 Coeficientes de simultaneidad (ψ)

	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Sobrecarga superficial de uso (Categorías según DB-SE-AE)			
• Zonas residenciales (Categoría A)	0,7	0,5	0,3
• Zonas administrativas(Categoría B)	0,7	0,5	0,3
• Zonas destinadas al público (Categoría C)	0,7	0,7	0,6
• Zonas comerciales (Categoría D)	0,7	0,7	0,6
• Zonas de tráfico y de aparcamiento de vehículos ligeros con un peso total inferior a 30 kN (Categoría F)	0,7	0,7	0,6
• Cubiertas transitables (Categoría G)		(1)	
• Cubiertas accesibles únicamente para mantenimiento (Categoría H)	0	0	0
Nieve			
• para altitudes > 1000 m	0,7	0,5	0,2
• para altitudes ≤ 1000 m	0,5	0,2	0
Viento	0,6	0,5	0
Temperatura	0,6	0,5	0
Acciones variables del terreno	0,7	0,7	0,7

(1) En las cubiertas transitables, se adoptarán los valores correspondientes al uso desde el que se accede.

Tabla 4.1 Coeficientes parciales de seguridad (γ) para las acciones

Tipo de verificación [1]	Tipo de acción	Situación persistente o transitoria	
		desfavorable	favorable
Resistencia	Permanente		
	Peso propio, peso del terreno	1,35	0,80
	Empuje del terreno	1,35	0,70
	Presión del agua	1,20	0,90
	Variable	1,50	0
Estabilidad		desestabilizadora	estabilizadora
	Permanente		
	Peso propio, peso del terreno	1,10	0,90
	Empuje del terreno	1,35	0,80
	Presión del agua	1,05	0,95
	Variable	1,50	0

[1] Los coeficientes correspondientes a la verificación de la resistencia del terreno se establecen en el DB-SE-C

Fuente: CTE DB SE-AE

Según lo establecido en la norma, las combinaciones de hipótesis de carga se determinan a partir de la siguiente expresión general de combinación de acciones:

- Con coeficientes de combinación (ELU)

- Sin coeficientes de combinación (ELS)

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

Esta ecuación se emplea para establecer las combinaciones de carga más desfavorables que deben considerarse en el cálculo estructural estados límite como de asegurando así

la fiabilidad y seguridad de la estructura frente a diferentes situaciones de dimensionamiento.

Se tendrán en cuenta las siguientes acciones antes mencionadas:

Según establece el DB-SE del CTE, se realizan las siguientes combinaciones de hipótesis de carga según la ecuación adjunta de combinación de acciones.

Comb.	PP	Q	V(0°) H1	V(0°) H2	V(90°) H1	V(180°) H1	V(180°) H2	V(270°) H1	N(EI)	N(R) 1	N(R) 2
1	1.000										
2	1.600										
3	1.000		1.600								
4	1.600		1.600								
5	1.000			1.600							
6	1.600			1.600							
7	1.000				1.600						
8	1.600				1.600						
9	1.000					1.600					
10	1.600					1.600					
11	1.000						1.600				
12	1.600						1.600				
13	1.000							1.600			
14	1.600							1.600			
15	1.000								1.600		
16	1.600								1.600		
17	1.000		0.960						1.600		
18	1.600		0.960						1.600		
19	1.000			0.960					1.600		
20	1.600			0.960					1.600		
21	1.000				0.960				1.600		
22	1.600				0.960				1.600		

Comb.	PP	Q	V(0°) H1	V(0°) H2	V(90°) H1	V(180°) H1	V(180°) H2	V(270°) H1	N(EI)	N(R) 1	N(R) 2
23	1.000					0.960			1.600		
24	1.600					0.960			1.600		
25	1.000						0.960		1.600		
26	1.600						0.960		1.600		
27	1.000							0.960	1.600		
28	1.600							0.960	1.600		
29	1.000		1.600						0.800		
30	1.600		1.600						0.800		
31	1.000			1.600					0.800		
32	1.600			1.600					0.800		
33	1.000				1.600				0.800		
34	1.600				1.600				0.800		
35	1.000					1.600			0.800		
36	1.600					1.600			0.800		
37	1.000						1.600		0.800		
38	1.600						1.600		0.800		
39	1.000							1.600	0.800		
40	1.600							1.600	0.800		
41	1.000									1.600	
42	1.600									1.600	
43	1.000		0.960							1.600	
44	1.600		0.960							1.600	
45	1.000			0.960						1.600	
46	1.600			0.960						1.600	
47	1.000				0.960					1.600	
48	1.600				0.960					1.600	
49	1.000					0.960				1.600	
50	1.600					0.960				1.600	

Comb.	PP	Q	V(0°) H1	V(0°) H2	V(90°) H1	V(180°) H1	V(180°) H2	V(270°) H1	N(EI)	N(R) 1	N(R) 2
51	1.000						0.960			1.600	
52	1.600						0.960			1.600	
53	1.000							0.960		1.600	
54	1.600							0.960		1.600	
55	1.000		1.600							0.800	
56	1.600		1.600							0.800	
57	1.000			1.600						0.800	
58	1.600			1.600						0.800	
59	1.000				1.600					0.800	
60	1.600				1.600					0.800	
61	1.000					1.600				0.800	
62	1.600					1.600				0.800	
63	1.000						1.600			0.800	
64	1.600						1.600			0.800	
65	1.000							1.600		0.800	
66	1.600							1.600		0.800	
67	1.000										1.600
68	1.600										1.600
69	1.000		0.960								1.600
70	1.600		0.960								1.600
71	1.000			0.960							1.600
72	1.600			0.960							1.600
73	1.000				0.960						1.600
74	1.600				0.960						1.600
75	1.000					0.960					1.600
76	1.600					0.960					1.600
77	1.000						0.960				1.600
78	1.600						0.960				1.600

Comb.	PP	Q	V(0°) H1	V(0°) H2	V(90°) H1	V(180°) H1	V(180°) H2	V(270°) H1	N(EI)	N(R) 1	N(R) 2
79	1.000							0.960			1.600
80	1.600							0.960			1.600
81	1.000		1.600								0.800
82	1.600		1.600								0.800
83	1.000			1.600							0.800
84	1.600			1.600							0.800
85	1.000				1.600						0.800
86	1.600				1.600						0.800
87	1.000					1.600					0.800
88	1.600					1.600					0.800
89	1.000						1.600				0.800
90	1.600						1.600				0.800
91	1.000							1.600			0.800
92	1.600							1.600			0.800
93	1.000	1.600									
94	1.600	1.600									

■ E.L.U. de rotura. Acero laminado

Comb.	PP	Q	V(0°) H1	V(0°) H2	V(90°) H1	V(180°) H1	V(180°) H2	V(270°) H1	N(EI)	N(R) 1	N(R) 2
1	0.800										
2	1.350										
3	0.800		1.500								
4	1.350		1.500								
5	0.800			1.500							
6	1.350			1.500							
7	0.800				1.500						
8	1.350				1.500						
9	0.800					1.500					

Comb.	PP	Q	V(0°) H1	V(0°) H2	V(90°) H1	V(180°) H1	V(180°) H2	V(270°) H1	N(EI)	N(R) 1	N(R) 2
10	1.350					1.500					
11	0.800						1.500				
12	1.350						1.500				
13	0.800							1.500			
14	1.350							1.500			
15	0.800								1.500		
16	1.350								1.500		
17	0.800		0.900						1.500		
18	1.350		0.900						1.500		
19	0.800			0.900					1.500		
20	1.350			0.900					1.500		
21	0.800				0.900				1.500		
22	1.350				0.900				1.500		
23	0.800					0.900			1.500		
24	1.350					0.900			1.500		
25	0.800						0.900		1.500		
26	1.350						0.900		1.500		
27	0.800							0.900	1.500		
28	1.350							0.900	1.500		
29	0.800		1.500						0.750		
30	1.350		1.500						0.750		
31	0.800			1.500					0.750		
32	1.350			1.500					0.750		
33	0.800				1.500				0.750		
34	1.350				1.500				0.750		
35	0.800					1.500			0.750		
36	1.350					1.500			0.750		
37	0.800						1.500		0.750		

Comb.	PP	Q	V(0°) H1	V(0°) H2	V(90°) H1	V(180°) H1	V(180°) H2	V(270°) H1	N(EI)	N(R) 1	N(R) 2
38	1.350						1.500		0.750		
39	0.800							1.500	0.750		
40	1.350							1.500	0.750		
41	0.800									1.500	
42	1.350									1.500	
43	0.800		0.900							1.500	
44	1.350		0.900							1.500	
45	0.800			0.900						1.500	
46	1.350			0.900						1.500	
47	0.800				0.900					1.500	
48	1.350				0.900					1.500	
49	0.800					0.900				1.500	
50	1.350					0.900				1.500	
51	0.800						0.900			1.500	
52	1.350						0.900			1.500	
53	0.800							0.900		1.500	
54	1.350							0.900		1.500	
55	0.800		1.500							0.750	
56	1.350		1.500							0.750	
57	0.800			1.500						0.750	
58	1.350			1.500						0.750	
59	0.800				1.500					0.750	
60	1.350				1.500					0.750	
61	0.800					1.500				0.750	
62	1.350					1.500				0.750	
63	0.800						1.500			0.750	
64	1.350						1.500			0.750	
65	0.800							1.500		0.750	

Comb.	PP	Q	V(0°) H1	V(0°) H2	V(90°) H1	V(180°) H1	V(180°) H2	V(270°) H1	N(EI)	N(R) 1	N(R) 2
66	1.350							1.500		0.750	
67	0.800										1.500
68	1.350										1.500
69	0.800		0.900								1.500
70	1.350		0.900								1.500
71	0.800			0.900							1.500
72	1.350			0.900							1.500
73	0.800				0.900						1.500
74	1.350				0.900						1.500
75	0.800					0.900					1.500
76	1.350					0.900					1.500
77	0.800						0.900				1.500
78	1.350						0.900				1.500
79	0.800							0.900			1.500
80	1.350							0.900			1.500
81	0.800		1.500								0.750
82	1.350		1.500								0.750
83	0.800			1.500							0.750
84	1.350			1.500							0.750
85	0.800				1.500						0.750
86	1.350				1.500						0.750
87	0.800					1.500					0.750
88	1.350					1.500					0.750
89	0.800						1.500				0.750
90	1.350						1.500				0.750
91	0.800							1.500			0.750
92	1.350							1.500			0.750
93	0.800	1.500									

Comb.	PP	Q	V(0°) H1	V(0°) H2	V(90°) H1	V(180°) H1	V(180°) H2	V(270°) H1	N(EI)	N(R) 1	N(R) 2
94	1.350	1.500									

- **Tensiones sobre el terreno**
- **Desplazamientos**

Comb.	PP	Q	V(0°) H1	V(0°) H2	V(90°) H1	V(180°) H1	V(180°) H2	V(270°) H1	N(EI)	N(R) 1	N(R) 2
1	1.000										
2	1.000		1.000								
3	1.000			1.000							
4	1.000				1.000						
5	1.000					1.000					
6	1.000						1.000				
7	1.000							1.000			
8	1.000								1.000		
9	1.000		1.000						1.000		
10	1.000			1.000					1.000		
11	1.000				1.000				1.000		
12	1.000					1.000			1.000		
13	1.000						1.000		1.000		
14	1.000							1.000	1.000		
15	1.000									1.000	
16	1.000		1.000							1.000	
17	1.000			1.000						1.000	
18	1.000				1.000					1.000	
19	1.000					1.000				1.000	
20	1.000						1.000			1.000	
21	1.000							1.000		1.000	
22	1.000										1.000
23	1.000		1.000								1.000

Comb.	PP	Q	V(0°) H1	V(0°) H2	V(90°) H1	V(180°) H1	V(180°) H2	V(270°) H1	N(EI)	N(R) 1	N(R) 2
24	1.000			1.000							1.000
25	1.000				1.000						1.000
26	1.000					1.000					1.000
27	1.000						1.000				1.000
28	1.000							1.000			1.000
29	1.000	1.000									
30	1.000	1.000	1.000								
31	1.000	1.000		1.000							
32	1.000	1.000			1.000						
33	1.000	1.000				1.000					
34	1.000	1.000					1.000				
35	1.000	1.000						1.000			
36	1.000	1.000							1.000		
37	1.000	1.000	1.000						1.000		
38	1.000	1.000		1.000					1.000		
39	1.000	1.000			1.000				1.000		
40	1.000	1.000				1.000			1.000		
41	1.000	1.000					1.000		1.000		
42	1.000	1.000						1.000	1.000		
43	1.000	1.000								1.000	
44	1.000	1.000	1.000							1.000	
45	1.000	1.000		1.000						1.000	
46	1.000	1.000			1.000					1.000	
47	1.000	1.000				1.000				1.000	
48	1.000	1.000					1.000			1.000	
49	1.000	1.000						1.000		1.000	
50	1.000	1.000									1.000
51	1.000	1.000	1.000								1.000

Comb.	PP	Q	V(0°) H1	V(0°) H2	V(90°) H1	V(180°) H1	V(180°) H2	V(270°) H1	N(EI)	N(R) 1	N(R) 2
52	1.000	1.000		1.000							1.000
53	1.000	1.000			1.000						1.000
54	1.000	1.000				1.000					1.000
55	1.000	1.000					1.000				1.000
56	1.000	1.000						1.000			1.000

8. CÁLCULO ESTRUCTURAL

Tras haber definido la estructura y conocer bien las solicitaciones se procede a el cálculo y dimensionamiento de los elementos que la componen. Se mostrarán las comprobaciones de las barras más desfavorables de cada tipo.

8.3. Cálculo y comprobación de las correas de cubierta

Las cubiertas irán apoyadas y soldadas a los dinteles.

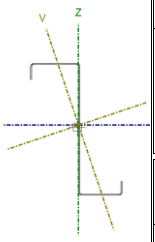
Datos de correas de cubierta	
Descripción de correas	Parámetros de cálculo
Tipo de perfil: ZF-160x2.0	Límite flecha: L / 250
Separación: 1.50 m	Número de vanos: Tres vanos
Tipo de Acero: S235	Tipo de fijación: Fijación rígida

Comprobación de resistencia

Comprobación de resistencia
El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones.
Aprovechamiento: 81.16 %

Barra pésima en cubierta

Perfil: ZF-160x2.0
Material: S 235



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas							
Inicial	Final		Área (cm^2)	I_y[1] (cm^4)	I_z[1] (cm^4)	I_{yz}[4] (cm^4)	I_t[2] (cm^4)	y_g[3] (mm)	z_g[3] (mm)	α[5] (grados)
42.754, 0.000, 3.225	42.754, 5.000, 3.225	5.000	5.92	228.29	40.79	-71.03	0.08	1.28	2.49	18.6

Notas:
[1] *Inercia respecto al eje indicado*
[2] *Momento de inercia a torsión uniforme*
[3] *Coordenadas del centro de gravedad*
[4] *Producto de inercia*
[5] *Es el ángulo que forma el eje principal de inercia U respecto al eje Y, positivo en sentido antihorario.*

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	0.00	1.00	0.00	0.00
L_K	0.000	5.000	0.000	0.000
C_1	-		1.000	

Notación:
β: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Barra	COMPROBACIONES (EUROCÓDIGO 3 UNE-EN 1993-1-3: 2012)												Estado
	b / t	N_t	N_c	M_y	M_z	M_yM_z	V_y	V_z	$N_tM_yM_z$	$N_cM_yM_z$	$NM_yM_zV_yV_z$	$M_tNM_yM_zV_yV_z$	
pésima en cubierta	$b / t \leq (b / t)_{Máx.}$ Cumple	N.P.[1]	N.P.[2]	x: 5 m η = 81.2	N.P.[3]	N.P.[4]	N.P.[5]	x: 5 m η = 16.2	N.P.[6]	N.P.[7]	N.P.[8]	N.P.[9]	**CUMPLE η = 81.2**

Notación:
b / t: Relación anchura / espesor
N_t: Resistencia a tracción
N_c: Resistencia a compresión
M_y: Resistencia a flexión. Eje Y
M_z: Resistencia a flexión. Eje Z
M_yM_z: Resistencia a flexión biaxial
V_y: Resistencia a corte Y
V_z: Resistencia a corte Z
$N_tM_yM_z$: Resistencia a tracción y flexión
$N_cM_yM_z$: Resistencia a compresión y flexión
$NM_yM_zV_yV_z$: Resistencia a cortante, axil y flexión
$M_tNM_yM_zV_yV_z$: Resistencia a torsión combinada con axil, flexión y cortante
x: Distancia al origen de la barra
η: Coeficiente de aprovechamiento (%)
N.P.: No procede

Comprobaciones que no proceden (N.P.):
[1] *La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.*
[2] *La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.*
[3] *La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.*
[4] *La comprobación no procede, ya que no hay flexión biaxial para ninguna combinación.*
[5] *La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.*
[6] *No hay interacción entre axil de tracción y momento flector para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.*
[7] *No hay interacción entre axil de compresión y momento flector para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.*
[8] *No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.*
[9] *La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.*

Relación anchura / espesor (Eurocódigo 3 UNE-EN 1993-1-3: 2012, Artículo 5.2)

Se debe satisfacer:

h / t : ***80.0*** ✓

b_1 / t : ***30.0*** ✓

c_1 / t : ***10.0*** ✓

b_2 / t : ***26.5*** ✓

c_2 / t : ***8.5*** ✓

Los rigidizadores proporcionan suficiente rigidez, ya que se cumple:

c_1 / b_1 : *0.333*

c_2 / b_2 : *0.321*

Donde:

h: Altura del alma.	**h** : *160.00*	mm
$\mathbf{b_1}$: Ancho del ala superior.	$\mathbf{b_1}$: *60.00*	mm
$\mathbf{c_1}$: Altura del rigidizador del ala superior.	$\mathbf{c_1}$: *20.00*	mm
$\mathbf{b_2}$: Ancho del ala inferior.	$\mathbf{b_2}$: *53.00*	mm
$\mathbf{c_2}$: Altura del rigidizador del ala inferior.	$\mathbf{c_2}$: *17.00*	mm
t: Espesor.	**t** : *2.00*	mm

Resistencia a tracción (Eurocódigo 3 UNE-EN 1993-1-3: 2012, Artículo 6.1.2)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Resistencia a compresión (Eurocódigo 3 UNE-EN 1993-1-3: 2012, Artículo 6.1.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.

Resistencia a flexión. Eje Y (Eurocódigo 3 UNE-EN 1993-1-3: 2012, Artículo 6.1.4.1)

Se debe satisfacer:

η : ***0.812*** ✓

Para flexión positiva:

$\mathbf{M_{y,Ed}}$: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{M_{y,Ed}^+}$: *0.00* kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 42.754, 5.000, 3.225, para la combinación de acciones 1.35*G1 + 1.35*G2 + 1.50*Q + 0.75*N(EI) + 0.90*V(180°) H2.

$\mathbf{M_{y,Ed}}$: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{M_{y,Ed}^-}$: *5.03* kN·m

La resistencia de cálculo a flexión $\mathbf{M_{c,Rd}}$ viene dada por:

$\mathbf{M_{c,Rd}^{+}}$: *6.18* kN·m

$\mathbf{M_{c,Rd}^{-}}$: *6.19* kN·m

Donde:

$\mathbf{W_{eff}^{+}}$: Módulo resistente eficaz correspondiente a la fibra de mayor tensión. $\mathbf{W_{eff}^{+}}$: *27.63* cm³

$\mathbf{W_{el}}$: Módulo resistente elástico correspondiente a la fibra de mayor tensión. $\mathbf{W_{el}}$: *27.67* cm³

$\mathbf{f_{yb}}$: Límite elástico del material base. $\mathbf{f_{yb}}$: *235.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.05*

Resistencia a pandeo lateral del ala superior: (Eurocódigo 3 UNE-EN 1993-1-3: 2012, Artículo 6.2.4)

La comprobación a pandeo lateral no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a pandeo lateral del ala inferior: (Eurocódigo 3 UNE-EN 1993-1-3: 2012, Artículo 6.2.4)

La comprobación a pandeo lateral no procede, ya que la longitud de pandeo lateral es nula.

Resistencia a flexión. Eje Z (Eurocódigo 3 UNE-EN 1993-1-3: 2012, Artículo 6.1.4.1)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a flexión biaxial (Eurocódigo 3 UNE-EN 1993-1-3: 2012, Artículo 6.1.4.1)

La comprobación no procede, ya que no hay flexión biaxial para ninguna combinación.

Resistencia a corte Y (Eurocódigo 3 UNE-EN 1993-1-3: 2012, Artículo 6.1.5)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a corte Z (Eurocódigo 3 UNE-EN 1993-1-3: 2012, Artículo 6.1.5)

Se debe satisfacer:

η : ***0.162*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 42.754, 5.000, 3.225, para la combinación de acciones 1.35*G1 + 1.35*G2 + 1.50*Q + 0.75*N(EI) + 0.90*V(180°) H2.

$\mathbf{V_{Ed}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed}}$: *6.03* kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $\mathbf{V_{b,Rd}}$ viene dado por:

$\mathbf{V_{b,Rd}}$: *37.13* kN

Donde:

h_w: Altura del alma.	**h_w** :	*155.95*	mm
t: Espesor.	**t** :	*2.00*	mm
ϕ: Ángulo que forma el alma con la horizontal.	**ϕ** :	*90.0*	grados

f_{bv}: Resistencia a cortante, teniendo en cuenta el pandeo.

f_{bv} : *124.98* MPa

Siendo:

$\bar{\lambda}_w$: Esbeltez relativa del alma.

$\bar{\lambda}_w$: *0.90*

Donde:

f_{yb}: Límite elástico del material base.	**f_{yb}** :	*235.00*	MPa
E: Módulo de elasticidad.	**E** :	*210000.00*	MPa
γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.	γ_{M0} :	*1.05*	

Resistencia a tracción y flexión (Eurocódigo 3 UNE-EN 1993-1-3: 2012, Artículos 6.1.8 y 6.3)

No hay interacción entre axil de tracción y momento flector para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a compresión y flexión (Eurocódigo 3 UNE-EN 1993-1-3: 2012, Artículos 6.1.9 y 6.2.5)

No hay interacción entre axil de compresión y momento flector para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante, axil y flexión (Eurocódigo 3 UNE-EN 1993-1-3: 2012, Artículo 6.1.10)

No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a torsión combinada con axil, flexión y cortante (Eurocódigo 3 UNE-EN 1993-1-3: 2012, Artículo 6.1.6)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Comprobación de flecha

Comprobación de flecha
El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones.
Porcentajes de aprovechamiento:
- Flecha: 80.25 %

Coordenadas del nudo inicial: 0.746, 5.000, 4.575
Coordenadas del nudo final: 0.746, 0.000, 4.575
El aprovechamiento pésimo se produce para la combinación de hipótesis 1.00*G1 + 1.00*G2 + 1.00*Q + 1.00*N(EI) + 1.00*V(0°) H2 a una distancia 2.500 m del origen en el tercer vano de la correa.
(Iy = 228 cm4) (Iz = 41 cm4)

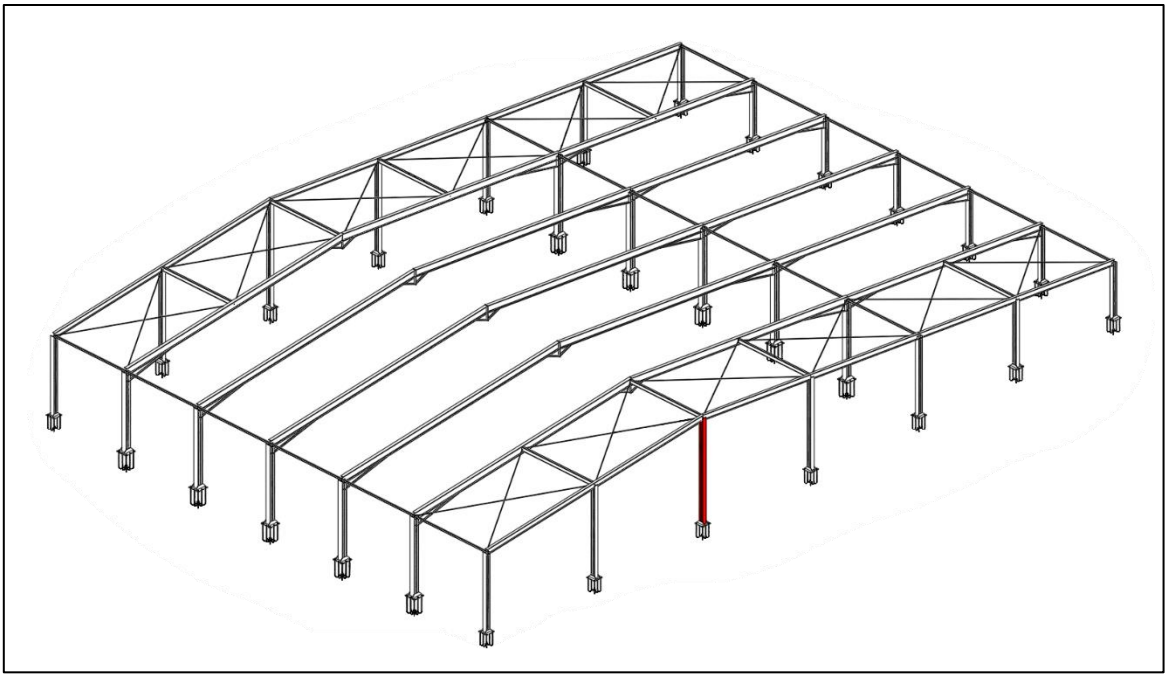
Medición de correas			
Tipo de correas	Nº de correas	Peso lineal kg/m	Peso superficial kN/m²
Correas de cubierta	32	148.64	0.03

8.4. Cálculo y comprobación de los pilares

Habrá tres tipos de pilares según su ubicación en la nave y su perfil, todos se encuentran biempotrados y tienen muros o tabiquería entre sus alas.

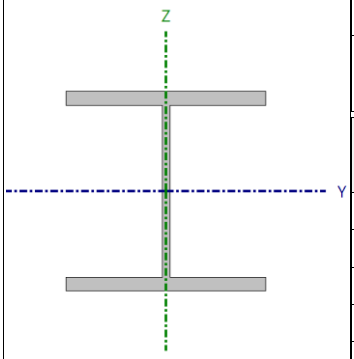
8.4.1. Pilar tipo 1: pilar hastial intermedio

Serán los que se encuentran en ambos pórticos hastiales (delantero y trasero) y su función, además de estructural, es la de reducir el tamaño de los muros de cerramiento.



Barra N51/N47

Perfil: HE 240 B
Material: Acero (S275 (UNE-EN 10025-2))



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	$I_y^{(1)}$ (cm4)	$I_z^{(1)}$ (cm4)	$I_t^{(2)}$ (cm4)
N51	N47	6.000	106.00	11260.00	3923.00	103.88

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.00	1.00	0.17	0.17
L_K	6.000	6.000	1.000	1.000
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
β: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Barra	COMPROBACIONES (CÓDIGO ESTRUCTURAL)														Estado
	λ_w	N_t	N_c	M_Y	M_Z	V_Z	V_Y	M_YV_Z	M_ZV_Y	NM_YM_Z	$NM_YM_ZV_YV_Z$	M_t	M_tV_Z	M_tV_Y	
N51/N47	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 6 m η = 0.6	x: 0 m η = 1.8	x: 0 m η = 22.5	x: 6 m η = 3.9	x: 0 m η = 4.6	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 24.2	η < 0.1	η = 0.1	x: 0 m η = 4.6	η = 0.1	**CUMPLE η = 24.2**

Barra	COMPROBACIONES (CÓDIGO ESTRUCTURAL)														Estado
	λ_w	N_t	N_c	M_Y	M_Z	V_Z	V_Y	M_YV_Z	M_ZV_Y	NM_YM_Z	$NM_YM_ZV_YV_Z$	M_t	M_tV_Z	M_tV_Y	

Notación:
λ_w: Abolladura del alma inducida por el ala comprimida
N_t: Resistencia a tracción
N_c: Resistencia a compresión
M_Y: Resistencia a flexión eje Y
M_Z: Resistencia a flexión eje Z
V_Z: Resistencia a corte Z
V_Y: Resistencia a corte Y
M_YV_Z: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados
M_ZV_Y: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados
NM_YM_Z: Resistencia a flexión y axil combinados
$NM_YM_ZV_YV_Z$: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados
M_t: Resistencia a torsión
M_tV_Z: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados
M_tV_Y: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados
x: Distancia al origen de la barra
η: Coeficiente de aprovechamiento (%)

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Código estructural, Artículo A25.8)

Se debe satisfacer:

$$\mathbf{20.60 \leq 168.93}$$ ✓

Donde:

h_w: Canto del alma	**h_w** : *206.00*	mm
t_w: Espesor del alma.	**t_w** : *10.00*	mm
A_w: Área del alma.	**A_w** : *20.60*	cm²
A_{fc}: Área eficaz del ala comprimida.	**A_{fc}** : *40.80*	cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección.	**k** : *0.30*	
E: Módulo de elasticidad longitudinal.	**E** : *210000*	MPa
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida.	**f_{yf}** : *265.00*	MPa

Siendo:

Resistencia a tracción (Código Estructural, Artículo A22.6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \mathbf{0.006}$$ ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N47, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(270°)H1.

N_{Ed}: Valor de cálculo del esfuerzo axil de tracción. **N_{Ed}** : *14.79* kN

La resistencia de cálculo a tracción **$N_{t,Rd}$** viene dada por:

$N_{t,Rd}$: *2675.24* kN

Donde:

A: Área de la sección transversal. **A** : *106.00* cm²

f_y: Límite elástico. f_y : 265.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.05

Resistencia a compresión (Código Estructural, Artículo A22.6.2.4)

Se debe satisfacer:

η : **0.018** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N51, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·N(EI).

$N_{c,Ed}$: Valor de cálculo de la fuerza de compresión. $N_{c,Ed}$: 48.67 kN

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$N_{c,Rd}$: 2675.24 kN

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : 1

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : 106.00 cm²

f_y: Límite elástico. f_y : 265.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.05

Resistencia a pandeo: (Código Estructural, Artículo 6.3.1)

Si la esbeltez $\bar{\lambda} \leq 0.2$ o la relación $N_{c,Ed} / N_{cr} \leq 0.04$ se puede ignorar el efecto del pandeo, y comprobar únicamente la resistencia de la sección transversal.

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida. $\bar{\lambda}$: 1.12

$N_{c,Ed}/N_{cr}$: Relación de axiles. $N_{c,Ed}/N_{cr}$: 0.022

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : 106.00 cm²

f_y: Límite elástico. f_y : 265.00 MPa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. N_{cr} : 2258.58 kN

El axil crítico de pandeo elástico N_{cr} es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $N_{cr,y}$: *6482.69* kN

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $N_{cr,z}$: *2258.58* kN

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $N_{cr,T}$: *76328.66* kN

Donde:

- **I_y**: Inercia a flexión alrededor del eje Y. I_y : *11260.00* cm4
- **I_z**: Inercia a flexión alrededor del eje Z. I_z : *3923.00* cm4
- **I_t**: Módulo de torsión uniforme I_t : *103.88* cm4
- **I_w**: Constante de alabeo de la sección. I_w : *486900.00* cm6
- **E**: Módulo de elasticidad longitudinal. **E** : *210000* MPa
- **G**: Módulo de elasticidad transversal. **G** : *81000* MPa
- **L_{ky}**: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. L_{ky} : *6.000* m
- **L_{kz}**: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. L_{kz} : *6.000* m
- **L_{kt}**: Longitud efectiva de pandeo por torsión. L_{kt} : *1.000* m
- **i_0**: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. i_0 : *11.97* cm

Siendo:

- **i_y , i_z**: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z. i_y : *10.31* cm; i_z : *6.08* cm
- **y_0 , z_0**: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección. y_0 : *0.00* mm; z_0 : *0.00* mm

Resistencia a flexión eje Y (Código Estructural, Artículo A22.6.2.5)

Se debe satisfacer:

η : ***0.225*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N51, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.9·V(270°)H1+1.5·N(EI).

M_{Ed}^+: Valor de cálculo del momento flector. **M_{Ed}^+** : *59.89* kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N51, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(0°)H1.

M_{Ed}^-: Valor de cálculo del momento flector. **M_{Ed}^-** : *37.34* kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$M_{c,Rd}$: *265.76* kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico de la sección. **$W_{pl,y}$** : *1053.00* cm³

f_y: Límite elástico. **f_y** : *265.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

Resistencia a pandeo lateral: (Código Estructural, Artículo 6.3.2)

Si la esbeltez $\bar{\lambda}_{LT} \leq 0.4$ o la relación **M_{Ed} / M_{cr}** ≤ 0.16 se puede ignorar el efecto del pandeo, y comprobar únicamente la resistencia de la sección transversal.

$\bar{\lambda}_{LT}$: *0.17*

M_{Ed} / M_{cr}: Relación de momentos. **M_{Ed}^+ / M_{cr}^+** : *0.006*

M_{Ed}^- / M_{cr}^- : *0.004*

Donde:

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico de la sección. **$W_{pl,y}$** : *1053.00* cm³

f_y: Límite elástico. **f_y** : *265.00* MPa

M_{cr}: Momento crítico elástico de pandeo lateral. **M_{cr}** : *9428.41* kN·m

El momento crítico elástico de pandeo lateral 'M_{cr}' se determina de la siguiente forma:

Siendo:

I_z: Inercia a flexión alrededor del eje Z. **I_z** : *3923.00* cm4

I_t: Módulo de torsión uniforme **I_t** : *103.88* cm4

I_w: Constante de alabeo. **I_w** : *486900.00* cm6

E: Módulo de elasticidad longitudinal. **E** : *210000* MPa

G: Módulo de elasticidad transversal. **G** : *81000* MPa

L_c^+: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior. L_c^+ : 1.000 m

L_c^-: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior. L_c^- : 1.000 m

C_1: Coeficiente que depende de la carga y de las condiciones de vinculación de los extremos. C_1 : 1.00

C_2: Coeficiente que depende de la carga y de las condiciones de vinculación de los extremos. C_2 : 1.00

C_3: Coeficiente que depende de la carga y de las condiciones de vinculación de los extremos. C_3 : 1.00

k_z: Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al giro de la sección transversal en los extremos de la barra. k_z : 0.17

k_w: Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al alabeo en los extremos de la barra. k_w : 0.17

z_g: Distancia entre el punto de aplicación de la carga y el centro de esfuerzos cortantes, respecto al eje Z. z_g : 0.00 mm

Siendo:

z_a: Distancia en la dirección del eje Z entre el punto de aplicación de la carga y el centro geométrico. z_a : 0.00 mm

z_s: Distancia en la dirección del eje Z entre el centro de esfuerzos cortantes y el centro geométrico. z_s : 0.00 mm

z_j: Parámetro de asimetría de la sección, respecto al eje Y. z_j : 0.00 mm

Resistencia a flexión eje Z (Código Estructural, Artículo A22.6.2.5)

Se debe satisfacer:

η : **0.039** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N47, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(180°)H2+0.75·N(R)1.

M_{Ed}^+: Valor de cálculo del momento flector. M_{Ed}^+ : 4.92 kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N47, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(0°)H2+0.75·N(R)2.

M_{Ed}^-: Valor de cálculo del momento flector. M_{Ed}^- : 4.80 kN·m

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$M_{c,Rd}$: 125.79 kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : 1

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico de la sección. $W_{pl,z}$: 498.40 cm^3

f_y: Límite elástico. f_y : 265.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.05*

Resistencia a corte Z (Código Estructural, Artículo A22.6.2.6)

Se debe satisfacer:

η : ***0.046*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N51, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(270°)H1+0.75·N(EI).

$\mathbf{V_{Ed}}$: Valor de cálculo del esfuerzo cortante. $\mathbf{V_{Ed}}$: *22.07* kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $\mathbf{V_{c,Rd}}$ viene dado por:

$\mathbf{V_{c,Rd}}$: *484.35* kN

Donde:

$\mathbf{A_v}$: Área transversal a cortante. $\mathbf{A_v}$: *33.24* cm²

Siendo:

- **A**: Área de la sección transversal. **A** : *106.00* cm²
- **b**: Ancho total de la sección. **b** : *240.00* mm
- $\mathbf{t_f}$: Espesor del ala. $\mathbf{t_f}$: *17.00* mm
- $\mathbf{t_w}$: Espesor del alma. $\mathbf{t_w}$: *10.00* mm
- **r**: Radio de acuerdo entre ala y alma. **r** : *21.00* mm

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. $\mathbf{f_y}$: *265.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.05*

Abolladura por cortante del alma: (Código estructural, Artículo A25.5)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

16.40 < **56.50** ✓

Donde:

λ_w: Esbeltez del alma. λ_w : *16.40*

$\lambda_{máx}$: Esbeltez máxima. $\lambda_{máx}$: *56.50*

η: Coeficiente que permite considerar la resistencia adicional en régimen plástico debida al endurecimiento por deformación del material. η : *1.20*

ε: Factor de reducción. ε : *0.94*

Siendo:

$\mathbf{f_{ref}}$: Límite elástico de referencia. $\mathbf{f_{ref}}$: *235.00* MPa

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. $\mathbf{f_y}$: *265.00* MPa

Resistencia a corte Y (Código Estructural, Artículo A22.6.2.6)

Se debe satisfacer:

η : ***0.001*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(180°)H2+0.75·N(R)1.

$\mathbf{V_{Ed}}$: Valor de cálculo del esfuerzo cortante. $\mathbf{V_{Ed}}$: *1.49* kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $\mathbf{V_{c,Rd}}$ viene dado por:

$\mathbf{V_{c,Rd}}$: *1244.38* kN

Donde:

$\mathbf{A_v}$: Área transversal a cortante. $\mathbf{A_v}$: *85.40* cm²

Siendo:

$\mathbf{A}$: Área de la sección bruta. $\mathbf{A}$: *106.00* cm²

$\mathbf{d}$: Altura del alma. $\mathbf{d}$: *206.00* mm

$\mathbf{t_w}$: Espesor del alma. $\mathbf{t_w}$: *10.00* mm

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. $\mathbf{f_y}$: *265.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.05*

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (Código Estructural, Artículo A22.6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

22.07 kN ≤ 242.17 kN ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(270°)H1+0.75·N(EI).

V_{Ed}: Valor de cálculo del esfuerzo cortante. **V_{Ed}** : *22.07* kN

$V_{c,Rd}$: Valor de cálculo de la resistencia a esfuerzo cortante. **$V_{c,Rd}$** : *484.35* kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (Código Estructural, Artículo A22.6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **$V_{c,Rd}$**.

1.49 kN ≤ 622.19 kN ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(180°)H2+0.75·N(R)1.

V_{Ed}: Valor de cálculo del esfuerzo cortante. **V_{Ed}** : *1.49* kN

$V_{c,Rd}$: Valor de cálculo de la resistencia a esfuerzo cortante. **$V_{c,Rd}$** : *1244.38* kN

Resistencia a flexión y axil combinados (Código Estructural, Artículo A22.6.2.9)

Se debe satisfacer:

η : ***0.055*** ✓

η : ***0.242*** ✓

η : ***0.136*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N51, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.9·V(270°)H1+1.5·N(EI).

Donde:

$N_{c,Ed}$: Valor de cálculo de la fuerza de compresión.	$N_{c,Ed}$:	34.01	kN
$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Valores de cálculo de los momentos solicitantes pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.	$M_{y,Ed}^{+}$:	59.89	kN·m
	$M_{z,Ed}^{-}$:	0.48	kN·m
Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.	**Clase** :	1	
$M_{N,Rd,y}$, $M_{N,Rd,z}$: Momentos resistentes plásticos reducidos debido al esfuerzo axil, según los ejes Y y Z, respectivamente.	$M_{N,Rd,y}$:	265.76	kN·m
	$M_{N,Rd,z}$:	125.79	kN·m
	α :	2.000	
	β :	1.000	

Siendo:

	n :	0.013	
$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta.	$N_{pl,Rd}$:	2675.24	kN
$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.	$M_{pl,Rd,y}$:	265.76	kN·m
	$M_{pl,Rd,z}$:	125.79	kN·m
	a :	0.23	
A: Área de la sección bruta.	**A** :	106.00	cm²
b: Ancho total de la sección.	**b** :	24.00	cm
t_f: Espesor del ala.	t_f :	17.00	mm

Resistencia a pandeo: (Código Estructural, Artículo 6.3.3)

A: Área de la sección bruta.	**A** :	106.00	cm²
$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra con mayor tensión, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.	$W_{pl,y}$:	1053.0	cm³
	$W_{pl,z}$:	498.40	cm³
f_y: Límite elástico.	f_y :	265.00	MPa
γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material.	γ_{M1} :	1.05	

K_{yy}, K_{yz}, K_{zy}, K_{zz}: Coeficientes de interacción.

	K_{yy} :	1.01	
	K_{yz} :	0.71	

K_{zy} : *0.53*

K_{zz} : *1.02*

Términos auxiliares:

μ_y : *1.00*

μ_z : *1.00*

C_{yy} : *1.00*

C_{yz} : *0.99*

C_{zy} : *0.99*

C_{zz} : *1.00*

a_{LT} : *0.99*

b_{LT} : *0.00*

c_{LT} : *0.01*

d_{LT} : *0.00*

e_{LT} : *0.04*

w_y : *1.12*

w_z : *1.50*

n_{pl} : *0.01*

Puesto que:

0.17 ≤ **0.20**

$C_{m,y}$: *1.00*

$C_{m,z}$: *1.00*

$C_{m,LT}$: *1.00*

$C_{m,y,0}$, $C_{m,z,0}$: Coeficientes para la obtención de la distribución uniforme del momento equivalente.	$C_{m,y,0}$:	*1.00*	
	$C_{m,z,0}$:	*1.00*	
C_1: Coeficiente que depende de la carga y de las condiciones de vinculación de los extremos.	C_1 :	*1.00*	
χ_y, χ_z: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.	χ_y :	*1.00*	
	χ_z :	*1.00*	
χ_{LT}: Coeficiente de reducción para pandeo lateral torsional.	χ_{LT} :	*1.00*	
$\bar{\lambda}_{máx}$: Esbeltez máxima entre $\bar{\lambda}_y$ y $\bar{\lambda}_z$.	$\bar{\lambda}_{máx}$:	*1.12*	
$\bar{\lambda}_y$, $\bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.	$\bar{\lambda}_y$:	*0.66*	
	$\bar{\lambda}_z$:	*1.12*	
$\bar{\lambda}_{LT}$: Esbeltez adimensional de pandeo lateral.	$\bar{\lambda}_{LT}$:	*0.17*	
$\bar{\lambda}_0$: Esbeltez adimensional de pandeo lateral cuando actúa un momento uniforme.	$\bar{\lambda}_0$:	*0.17*	
$W_{el,y}$, $W_{el,z}$: Módulos resistentes elásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.	$W_{el,y}$:	*938.33*	cm³
	$W_{el,z}$:	*326.92*	cm³
$N_{cr,y}$: Esfuerzo axil crítico elástico por pandeo por flexión alrededor del eje Y.	$N_{cr,y}$:	*6482.69*	kN
$N_{cr,z}$: Esfuerzo axil crítico elástico por pandeo por flexión alrededor del eje Z.	$N_{cr,z}$:	*2258.58*	kN
$N_{cr,T}$: Esfuerzo axil crítico elástico por pandeo por torsión.	$N_{cr,T}$:	*76328.66*	kN
I_y: Inercia a flexión alrededor del eje Y.	I_y :	*11260.00*	cm4
I_t: Módulo de torsión uniforme	I_t :	*103.88*	cm4

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (Código Estructural, Artículo A22.6.2.10)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$**.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(270°)H1+0.75·N(EI).

22.07 kN ≤ 242.16 kN ✓

Donde:

$\mathbf{V_{Ed,z}}$: Valor de cálculo del esfuerzo cortante. $\mathbf{V_{Ed,z}}$: *22.07* kN

$\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: Valor de cálculo de la resistencia a esfuerzo cortante. $\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: *484.32* kN

Resistencia a torsión (Código Estructural, Artículo A22.6.2.7)

Se debe satisfacer:

η : ***0.001*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·N(EI).

$\mathbf{T_{Ed}}$: Valor de cálculo de los momentos a torsión totales. $\mathbf{T_{Ed}}$: *0.01* kN·m

El momento torsor resistente de cálculo $\mathbf{T_{Rd}}$ viene dado por:

$\mathbf{T_{Rd}}$: *8.90* kN·m

Donde:

$\mathbf{W_T}$: Módulo de resistencia a torsión. $\mathbf{W_T}$: *61.11* cm³

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. $\mathbf{f_y}$: *265.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.05*

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (Código Estructural, Artículo A22.6.2.7)

Se debe satisfacer:

η : ***0.046*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N51, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(270°)H1+0.75·N(EI).

$\mathbf{V_{Ed}}$: Valor de cálculo del esfuerzo cortante. $\mathbf{V_{Ed}}$: *22.07* kN

$\mathbf{T_{Ed}}$: Valor de cálculo de los momentos a torsión totales. $\mathbf{T_{Ed}}$: *0.00* kN·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$V_{pl,T,Rd}$: *484.32* kN

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Valor de cálculo de la resistencia plástica a cortante. $V_{pl,Rd}$: *484.35* kN

$\tau_{t,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. $\tau_{t,Ed}$: *0.02* MPa

Siendo:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. W_T : *61.11* cm³

f_y: Límite elástico. f_y : *265.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.05*

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (Código Estructural, Artículo A22.6.2.7)

Se debe satisfacer:

η : ***0.001*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(180°)H2+0.75·N(R)1.

V_{Ed}: Valor de cálculo del esfuerzo cortante. V_{Ed} : *1.49* kN

T_{Ed}: Valor de cálculo de los momentos a torsión totales. T_{Ed} : *0.00* kN·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$V_{pl,T,Rd}$: *1244.21* kN

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Valor de cálculo de la resistencia plástica a cortante. $V_{pl,Rd}$: *1244.38* kN

$\tau_{t,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. $\tau_{t,Ed}$: *0.05* MPa

Siendo:

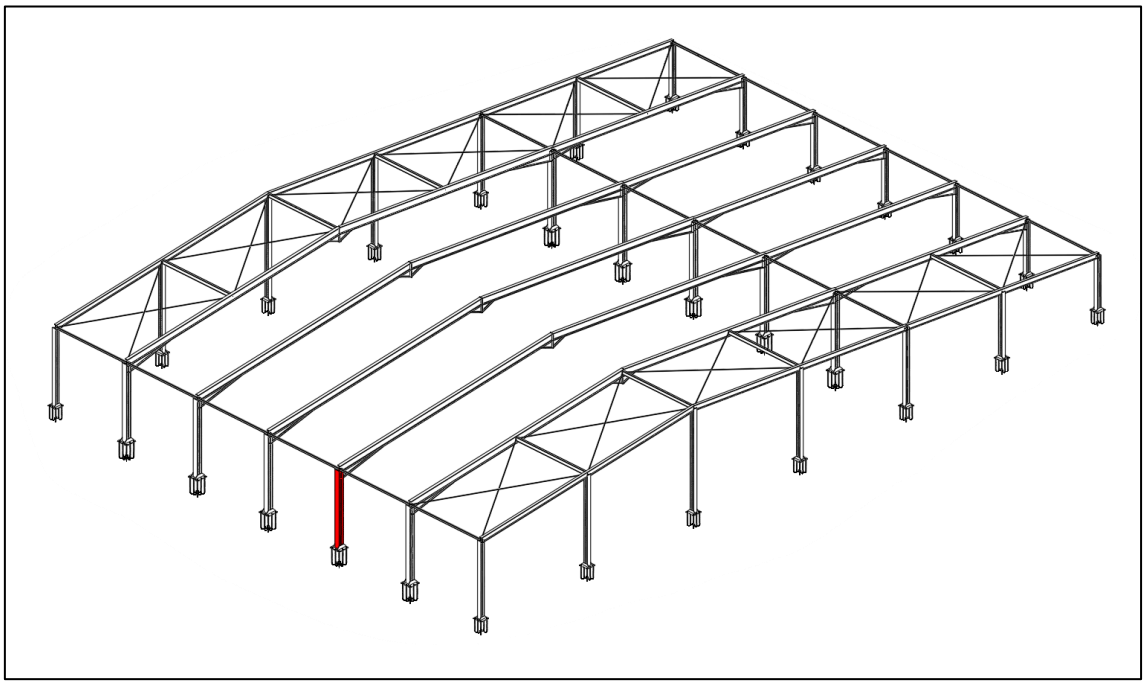
W_T: Módulo de resistencia a torsión. W_T : *61.11* cm³

f_y: Límite elástico. f_y : *265.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.05*

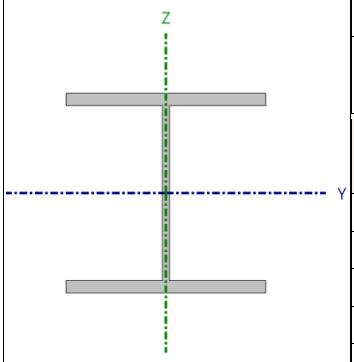
8.4.2. Pilar tipo 2: pilar interior

Serán parte de los pórticos de la estructura:



Barra N29/N30

Perfil: HE 300 B
Material: Acero (S275 (UNE-EN 10025-2))



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y[1] (cm4)	I_z[1] (cm4)	I_t[2] (cm4)
N29	N30	4.500	149.10	25170.00	8563.00	189.18

Notas:
[1] Inercia respecto al eje indicado
[2] Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	0.00	0.67	0.22	0.22
L_K	0.000	3.006	1.000	1.000
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
β: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Barra	COMPROBACIONES (CÓDIGO ESTRUCTURAL)														Estado
	λ_w	N_t	N_c	M_Y	M_Z	V_Z	V_Y	M_YV_Z	M_ZV_Y	NM_YM_Z	$NM_YM_ZV_YV_Z$	M_t	M_tV_Z	M_tV_Y	
N29/N30	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 4.5 m η = 0.5	x: 0 m η = 3.0	x: 4.5 m η = 87.4	x: 0 m η = 5.6	η = 23.8	η = 0.2	η < 0.1	η < 0.1	x: 4.5 m η = 90.0	η < 0.1	η < 0.1	η = 23.8	η = 0.2	**CUMPLE η = 90.0**

Barra	COMPROBACIONES (CÓDIGO ESTRUCTURAL)														Estado
	λ_w	N_t	N_c	M_Y	M_Z	V_Z	V_Y	M_YV_Z	M_ZV_Y	NM_YM_Z	$NM_YM_ZV_YV_Z$	M_t	M_tV_Z	M_tV_Y	

Notación:
λ_w: Abolladura del alma inducida por el ala comprimida
N_t: Resistencia a tracción
N_c: Resistencia a compresión
M_Y: Resistencia a flexión eje Y
M_Z: Resistencia a flexión eje Z
V_Z: Resistencia a corte Z
V_Y: Resistencia a corte Y
M_YV_Z: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados
M_ZV_Y: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados
NM_YM_Z: Resistencia a flexión y axil combinados
$NM_YM_ZV_YV_Z$: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados
M_t: Resistencia a torsión
M_tV_Z: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados
M_tV_Y: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados
x: Distancia al origen de la barra
η: Coeficiente de aprovechamiento (%)

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Código estructural, Artículo A25.8)

Se debe satisfacer:

$$\mathbf{23.82 \leq 169.05}$$ ✓

Donde:

h_w: Canto del alma	**h_w** :	*262.00*	mm
t_w: Espesor del alma.	**t_w** :	*11.00*	mm
A_w: Área del alma.	**A_w** :	*28.82*	cm²
A_{fc}: Área eficaz del ala comprimida.	**A_{fc}** :	*57.00*	cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección.	**k** :	*0.30*	
E: Módulo de elasticidad longitudinal.	**E** :	*210000*	MPa
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida.	**f_{yf}** :	*265.00*	MPa

Siendo:

Resistencia a tracción (Código Estructural, Artículo A22.6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \mathbf{0.005}$$ ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N30, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(0°)H1.

N_{Ed}: Valor de cálculo del esfuerzo axil de tracción. **N_{Ed}** : *18.93* kN

La resistencia de cálculo a tracción **$N_{t,Rd}$** viene dada por:

$N_{t,Rd}$: *3763.00* kN

Donde:

A: Área de la sección transversal. **A** : *149.10* cm²

f_y: Límite elástico. f_y : *265.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.05*

Resistencia a compresión (Código Estructural, Artículo A22.6.2.4)

Se debe satisfacer:

η : ***0.030*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N29, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·N(EI).

$N_{c,Ed}$: Valor de cálculo de la fuerza de compresión. $N_{c,Ed}$: *111.30* kN

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$N_{c,Rd}$: *3763.00* kN

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : *1*

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *149.10* cm²

f_y: Límite elástico. f_y : *265.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.05*

Resistencia a pandeo: (Código Estructural, Artículo 6.3.1)

Si la esbeltez $\bar{\lambda} \leq 0.2$ o la relación $N_{c,Ed} / N_{cr} \leq 0.04$ se puede ignorar el efecto del pandeo, y comprobar únicamente la resistencia de la sección transversal.

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida. $\bar{\lambda}$: *0.26*

$N_{c,Ed}/N_{cr}$: Relación de axiles. $N_{c,Ed}/N_{cr}$: *0.002*

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *149.10* cm²

f_y: Límite elástico. f_y : *265.00* MPa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. N_{cr} : *57723.86* kN

El axil crítico de pandeo elástico N_{cr} es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $N_{cr,y}$: *57723.86* kN

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $N_{cr,z}$: ∞

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $N_{cr,T}$: *161410.29* kN

Donde:

- **I_y**: Inercia a flexión alrededor del eje Y. I_y : *25170.00* cm4
- **I_z**: Inercia a flexión alrededor del eje Z. I_z : *8563.00* cm4
- **I_t**: Módulo de torsión uniforme I_t : *189.18* cm4
- **I_w**: Constante de alabeo de la sección. I_w : *1688000.00* cm6
- **E**: Módulo de elasticidad longitudinal. **E** : *210000* MPa
- **G**: Módulo de elasticidad transversal. **G** : *81000* MPa
- **L_{ky}**: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. L_{ky} : *3.006* m
- **L_{kz}**: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. L_{kz} : *0.000* m
- **L_{kt}**: Longitud efectiva de pandeo por torsión. L_{kt} : *1.000* m
- **i_0**: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. i_0 : *15.04* cm

Siendo:

- **i_y , i_z**: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z. i_y : *12.99* cm; i_z : *7.58* cm
- **y_0 , z_0**: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección. y_0 : *0.00* mm; z_0 : *0.00* mm

Resistencia a flexión eje Y (Código Estructural, Artículo A22.6.2.5)

Se debe satisfacer:

η : ***0.874*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N30, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·N(EI).

M_{Ed}^+: Valor de cálculo del momento flector. **M_{Ed}^+** : *412.38* kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N30, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(90°)H1.

M_{Ed}^-: Valor de cálculo del momento flector. **M_{Ed}^-** : *76.31* kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$M_{c,Rd}$: *471.70* kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico de la sección. **$W_{pl,y}$** : *1869.00* cm³

f_y: Límite elástico. **f_y** : *265.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

Resistencia a pandeo lateral: (Código Estructural, Artículo 6.3.2)

Si la esbeltez $\bar{\lambda}_{LT} \leq 0.4$ o la relación **M_{Ed} / M_{cr}** ≤ 0.16 se puede ignorar el efecto del pandeo, y comprobar únicamente la resistencia de la sección transversal.

$\bar{\lambda}_{LT}$: *0.14*

M_{Ed} / M_{cr}: Relación de momentos. **M_{Ed}^+ / M_{cr}^+** : *0.016*

M_{Ed}^- / M_{cr}^- : *0.003*

Donde:

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico de la sección. **$W_{pl,y}$** : *1869.00* cm³

f_y: Límite elástico. **f_y** : *265.00* MPa

M_{cr}: Momento crítico elástico de pandeo lateral. **M_{cr}** : *25458.15* kN·m

El momento crítico elástico de pandeo lateral 'M_{cr}' se determina de la siguiente forma:

Siendo:

I_z: Inercia a flexión alrededor del eje Z. **I_z** : *8563.00* cm4

I_t: Módulo de torsión uniforme **I_t** : *189.18* cm4

I_w: Constante de alabeo. **I_w** : *1688000.00* cm6

E: Módulo de elasticidad longitudinal. **E** : *210000* MPa

G: Módulo de elasticidad transversal.	**G** :	*81000*	MPa
$\mathbf{L_c^+}$: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior.	$\mathbf{L_c^+}$:	*1.000*	m
$\mathbf{L_c^-}$: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior.	$\mathbf{L_c^-}$:	*1.000*	m
$\mathbf{C_1}$: Coeficiente que depende de la carga y de las condiciones de vinculación de los extremos.	$\mathbf{C_1}$:	*1.00*	
$\mathbf{C_2}$: Coeficiente que depende de la carga y de las condiciones de vinculación de los extremos.	$\mathbf{C_2}$:	*1.00*	
$\mathbf{C_3}$: Coeficiente que depende de la carga y de las condiciones de vinculación de los extremos.	$\mathbf{C_3}$:	*1.00*	
$\mathbf{k_z}$: Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al giro de la sección transversal en los extremos de la barra.	$\mathbf{k_z}$:	*0.22*	
$\mathbf{k_w}$: Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al alabeo en los extremos de la barra.	$\mathbf{k_w}$:	*0.22*	
$\mathbf{z_g}$: Distancia entre el punto de aplicación de la carga y el centro de esfuerzos cortantes, respecto al eje Z.	$\mathbf{z_g}$:	*0.00*	mm

Siendo:

$\mathbf{z_a}$: Distancia en la dirección del eje Z entre el punto de aplicación de la carga y el centro geométrico.	$\mathbf{z_a}$:	*0.00*	mm
$\mathbf{z_s}$: Distancia en la dirección del eje Z entre el centro de esfuerzos cortantes y el centro geométrico.	$\mathbf{z_s}$:	*0.00*	mm
$\mathbf{z_j}$: Parámetro de asimetría de la sección, respecto al eje Y.	$\mathbf{z_j}$:	*0.00*	mm

Resistencia a flexión eje Z (Código Estructural, Artículo A22.6.2.5)

Se debe satisfacer:

η : ***0.056*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N29, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(90°)H1+0.75·N(EI).

$\mathbf{M_{Ed}^+}$: Valor de cálculo del momento flector. $\mathbf{M_{Ed}^+}$: *12.05* kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N29, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(270°)H1.

$\mathbf{M_{Ed}^-}$: Valor de cálculo del momento flector. $\mathbf{M_{Ed}^-}$: *12.40* kN·m

El momento flector resistente de cálculo $\mathbf{M_{c,Rd}}$ viene dado por:

$\mathbf{M_{c,Rd}}$: *219.60* kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.	**Clase** :	*1*
$\mathbf{W_{pl,z}}$: Módulo resistente plástico de la sección.	$\mathbf{W_{pl,z}}$:	*870.10* cm³

f_y: Límite elástico. f_y : *265.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.05*

Resistencia a corte Z (Código Estructural, Artículo A22.6.2.6)

Se debe satisfacer:

η : ***0.238*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·N(EI).

V_{Ed}: Valor de cálculo del esfuerzo cortante. V_{Ed} : *164.60* kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$V_{c,Rd}$: *691.40* kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. A_v : *47.45* cm²

Siendo:

A: Área de la sección transversal. A : *149.10* cm²

b: Ancho total de la sección. b : *300.00* mm

t_f: Espesor del ala. t_f : *19.00* mm

t_w: Espesor del alma. t_w : *11.00* mm

r: Radio de acuerdo entre ala y alma. r : *27.00* mm

f_y: Límite elástico. f_y : *265.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.05*

Abolladura por cortante del alma: (Código estructural, Artículo A25.5)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

18.91 < **56.50** ✓

Donde:

λ_w: Esbeltez del alma. λ_w : *18.91*

$\lambda_{máx}$: Esbeltez máxima. $\lambda_{máx}$: *56.50*

η: Coeficiente que permite considerar la resistencia adicional en régimen plástico debida al endurecimiento por deformación del material. η : *1.20*

ε: Factor de reducción. ε : *0.94*

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. f_{ref} : *235.00* MPa

f_y: Límite elástico. f_y : *265.00* MPa

Resistencia a corte Y (Código Estructural, Artículo A22.6.2.6)

Se debe satisfacer:

η : ***0.002*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(270°)H1.

V_{Ed}: Valor de cálculo del esfuerzo cortante. V_{Ed} : *3.00* kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$V_{c,Rd}$: *1752.63* kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. A_v : *120.28* cm²

Siendo:

A: Área de la sección bruta. A : *149.10* cm²

d: Altura del alma. d : *262.00* mm

t_w: Espesor del alma. t_w : *11.00* mm

f_y: Límite elástico. f_y : *265.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.05*

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (Código Estructural, Artículo A22.6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

164.60 kN ≤ 345.70 kN ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·N(EI).

V_{Ed}: Valor de cálculo del esfuerzo cortante. **V_{Ed}** : *164.60* kN

$V_{c,Rd}$: Valor de cálculo de la resistencia a esfuerzo cortante. **$V_{c,Rd}$** : *691.40* kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (Código Estructural, Artículo A22.6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **$V_{c,Rd}$**.

3.00 kN ≤ 876.31 kN ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(270°)H1.

V_{Ed}: Valor de cálculo del esfuerzo cortante. **V_{Ed}** : *3.00* kN

$V_{c,Rd}$: Valor de cálculo de la resistencia a esfuerzo cortante. **$V_{c,Rd}$** : *1752.63* kN

Resistencia a flexión y axil combinados (Código Estructural, Artículo A22.6.2.9)

Se debe satisfacer:

η : ***0.765*** ✓

η : ***0.900*** ✓

η : ***0.479*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N30, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·N(EI).

Donde:

$N_{c,Ed}$: Valor de cálculo de la fuerza de compresión.	**$N_{c,Ed}$** :	*104.32*	kN
$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Valores de cálculo de los momentos solicitantes pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.	**$M_{y,Ed}^{+}$** :	*412.38*	kN·m
	$M_{z,Ed}^{-}$:	*0.06*	kN·m
Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.	**Clase** :	*1*	
$M_{N,Rd,y}$, $M_{N,Rd,z}$: Momentos resistentes plásticos reducidos debido al esfuerzo axil, según los ejes Y y Z, respectivamente.	**$M_{N,Rd,y}$** :	*471.70*	kN·m
	$M_{N,Rd,z}$:	*219.60*	kN·m
	α :	*2.000*	
	β :	*1.000*	

Siendo:

	n :	*0.028*	
$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta.	**$N_{pl,Rd}$** :	*3763.00*	kN
$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.	**$M_{pl,Rd,y}$** :	*471.70*	kN·m
	$M_{pl,Rd,z}$:	*219.60*	kN·m
	a :	*0.24*	
A: Área de la sección bruta.	**A** :	*149.10*	cm²
b: Ancho total de la sección.	**b** :	*30.00*	cm
t_f: Espesor del ala.	**t_f** :	*19.00*	mm

Resistencia a pandeo: (Código Estructural, Artículo 6.3.3)

A: Área de la sección bruta.	**A** :	*149.10*	cm²
$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra con mayor tensión, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.	**$W_{pl,y}$** :	*1869.00*	cm³
	$W_{pl,z}$:	*870.10*	cm³
f_y: Límite elástico.	**f_y** :	*265.00*	MPa
γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material.	γ_{M1} :	*1.05*	

K_{yy}, K_{yz}, K_{zy}, K_{zz}: Coeficientes de interacción.

K_{yy} :	*1.00*	
K_{yz} :	*0.69*	
K_{zy} :	*0.52*	
K_{zz} :	*1.01*	

Términos auxiliares:

μ_y : *1.00*

μ_z : *1.00*

C_{yy} : *1.00*

C_{yz} : *1.01*

C_{zy} : *1.00*

C_{zz} : *1.00*

a_{LT} : *0.99*

b_{LT} : *0.00*

c_{LT} : *0.03*

d_{LT} : *0.00*

e_{LT} : *2.01*

w_y : *1.11*

w_z : *1.50*

n_{pl} : *0.03*

Puesto que:

0.14 ≤ **0.20**

	$C_{m,y}$:	*1.00*	
	$C_{m,z}$:	*1.00*	
	$C_{m,LT}$:	*1.00*	
$C_{m,y,0}$, $C_{m,z,0}$: Coeficientes para la obtención de la distribución uniforme del momento equivalente.	$C_{m,y,0}$:	*1.00*	
	$C_{m,z,0}$:	*1.00*	
C_1: Coeficiente que depende de la carga y de las condiciones de vinculación de los extremos.	C_1 :	*1.00*	
χ_y, χ_z: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.	χ_y :	*1.00*	
	χ_z :	*1.00*	
χ_{LT}: Coeficiente de reducción para pandeo lateral torsional.	χ_{LT} :	*1.00*	
$\bar{\lambda}_{máx}$: Esbeltez máxima entre $\bar{\lambda}_y$ y $\bar{\lambda}_z$.	$\bar{\lambda}_{máx}$:	*0.26*	
$\bar{\lambda}_y$, $\bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.	$\bar{\lambda}_y$:	*0.26*	
	$\bar{\lambda}_z$:	*0.00*	
$\bar{\lambda}_{LT}$: Esbeltez adimensional de pandeo lateral.	$\bar{\lambda}_{LT}$:	*0.14*	
$\bar{\lambda}_0$: Esbeltez adimensional de pandeo lateral cuando actúa un momento uniforme.	$\bar{\lambda}_0$:	*0.14*	
$W_{el,y}$, $W_{el,z}$: Módulos resistentes elásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.	$W_{el,y}$:	*1678.00*	cm³
	$W_{el,z}$:	*570.87*	cm³
$N_{cr,y}$: Esfuerzo axil crítico elástico por pandeo por flexión alrededor del eje Y.	$N_{cr,y}$:	*57723.86*	kN
$N_{cr,z}$: Esfuerzo axil crítico elástico por pandeo por flexión alrededor del eje Z.	$N_{cr,z}$:	∞	
$N_{cr,T}$: Esfuerzo axil crítico elástico por pandeo por torsión.	$N_{cr,T}$:	*161410.29*	kN
I_y: Inercia a flexión alrededor del eje Y.	I_y :	*25170.00*	cm4
I_t: Módulo de torsión uniforme	I_t :	*189.18*	cm4

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (Código Estructural, Artículo A22.6.2.10)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·N(EI).

164.60 kN ≤ 345.69 kN ✓

Donde:

$V_{Ed,z}$: Valor de cálculo del esfuerzo cortante.	$V_{Ed,z}$:	*164.60*	kN

$V_{c,Rd,z}$: Valor de cálculo de la resistencia a esfuerzo cortante. **$V_{c,Rd,z}$** : *691.37* kN

Resistencia a torsión (Código Estructural, Artículo A22.6.2.7)

Se debe satisfacer:

$\eta <$ ***0.001*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(180°)H2+0.75·N(R)1.

T_{Ed}: Valor de cálculo de los momentos a torsión totales. **T_{Ed}** : *0.00* kN·m

El momento torsor resistente de cálculo **T_{Rd}** viene dado por:

T_{Rd} : *14.51* kN·m

Donde:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. **W_T** : *99.57* cm³

f_y: Límite elástico. **f_y** : *265.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.05*

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (Código Estructural, Artículo A22.6.2.7)

Se debe satisfacer:

η : ***0.238*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·N(EI).

V_{Ed}: Valor de cálculo del esfuerzo cortante. **V_{Ed}** : *164.60* kN

T_{Ed}: Valor de cálculo de los momentos a torsión totales. **T_{Ed}** : *0.00* kN·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido **$V_{pl,T,Rd}$** viene dado por:

$V_{pl,T,Rd}$: *691.37* kN

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Valor de cálculo de la resistencia plástica a cortante. **$V_{pl,Rd}$** : *691.40* kN

$\tau_{t,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. $\tau_{t,Ed}$: *0.02* MPa

Siendo:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. W_T : 99.57 cm³

f_y: Límite elástico. f_y : 265.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.05

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (Código Estructural, Artículo A22.6.2.7)

Se debe satisfacer:

η : **0.002** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(270°)H1.

V_{Ed}: Valor de cálculo del esfuerzo cortante. V_{Ed} : 3.00 kN

T_{Ed}: Valor de cálculo de los momentos a torsión totales. T_{Ed} : 0.00 kN·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$V_{pl,T,Rd}$: 1752.54 kN

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Valor de cálculo de la resistencia plástica a cortante. $V_{pl,Rd}$: 1752.63 kN

$\tau_{t,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. $\tau_{t,Ed}$: 0.02 MPa

Siendo:

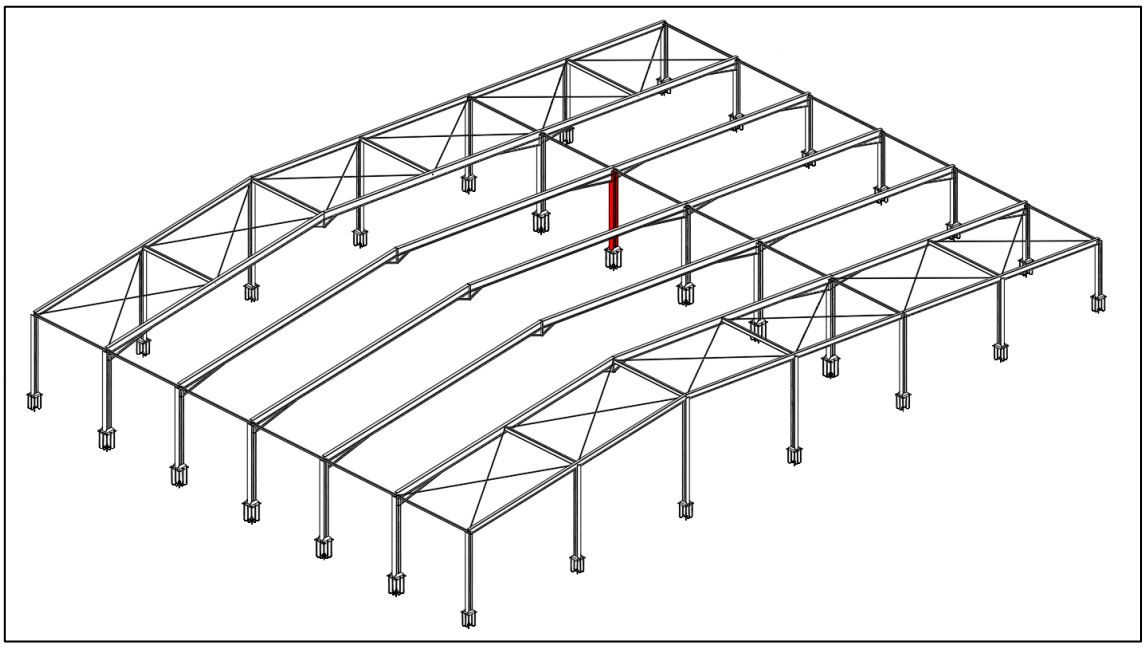
W_T: Módulo de resistencia a torsión. W_T : 99.57 cm³

f_y: Límite elástico. f_y : 265.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.05

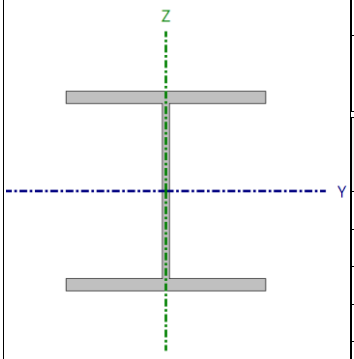
8.4.3. Pilar tipo 3: pilar lateral

Irán dentro de la nave para reducir la luz y el espacio a salvar con la tabiquería interior dado el gran tamaño de la sala de pupitres:



Barra N17/N18

Perfil: HE 300 B
Material: Acero (S275 (UNE-EN 10025-2))



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y[1] (cm4)	I_z[1] (cm4)	I_t[2] (cm4)
N17	N18	4.500	149.10	25170.00	8563.00	189.18

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	0.70	0.67	0.22	0.22
L_K	3.150	3.006	1.000	1.000
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
β: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Barra	COMPROBACIONES (CÓDIGO ESTRUCTURAL)														Estado
	λ_w	N_t	N_c	M_Y	M_Z	V_Z	V_Y	M_YV_Z	M_ZV_Y	NM_YM_Z	$NM_YM_ZV_YV_Z$	M_t	M_tV_Z	M_tV_Y	
N17/N18	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 4.5 m η = 0.7	x: 0 m η = 4.1	x: 4.5 m η = 55.3	x: 0 m η = 5.5	η = 14.4	η = 0.2	η < 0.1	η < 0.1	x: 4.5 m η = 59.2	η < 0.1	η < 0.1	η = 11.1	η = 0.2	**CUMPLE η = 59.2**

Barra	COMPROBACIONES (CÓDIGO ESTRUCTURAL)														Estado
	λ_w	N_t	N_c	M_Y	M_Z	V_Z	V_Y	M_YV_Z	M_ZV_Y	NM_YM_Z	$NM_YM_ZV_YV_Z$	M_t	M_tV_Z	M_tV_Y	

Notación:
λ_w: Abolladura del alma inducida por el ala comprimida
N_t: Resistencia a tracción
N_c: Resistencia a compresión
M_Y: Resistencia a flexión eje Y
M_Z: Resistencia a flexión eje Z
V_Z: Resistencia a corte Z
V_Y: Resistencia a corte Y
M_YV_Z: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados
M_ZV_Y: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados
NM_YM_Z: Resistencia a flexión y axil combinados
$NM_YM_ZV_YV_Z$: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados
M_t: Resistencia a torsión
M_tV_Z: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados
M_tV_Y: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados
x: Distancia al origen de la barra
η: Coeficiente de aprovechamiento (%)

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Código estructural, Artículo A25.8)

Se debe satisfacer:

$$\mathbf{23.82 \leq 169.05}$$ ✓

Donde:

h_w: Canto del alma	**h_w** :	*262.00*	mm
t_w: Espesor del alma.	**t_w** :	*11.00*	mm
A_w: Área del alma.	**A_w** :	*28.82*	cm²
A_{fc}: Área eficaz del ala comprimida.	**A_{fc}** :	*57.00*	cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección.	**k** :	*0.30*	
E: Módulo de elasticidad longitudinal.	**E** :	*210000*	MPa
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida.	**f_{yf}** :	*265.00*	MPa

Siendo:

Resistencia a tracción (Código Estructural, Artículo A22.6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \mathbf{0.007}$$ ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N18, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(270°)H1.

N_{Ed}: Valor de cálculo del esfuerzo axil de tracción. **N_{Ed}** : *28.04* kN

La resistencia de cálculo a tracción **$N_{t,Rd}$** viene dada por:

$N_{t,Rd}$: *3763.00* kN

Donde:

A: Área de la sección transversal. **A** : *149.10* cm²

f_y: Límite elástico. f_y : *265.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.05*

Resistencia a compresión (Código Estructural, Artículo A22.6.2.4)

Se debe satisfacer:

η : ***0.041*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N17, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·N(EI).

$N_{c,Ed}$: Valor de cálculo de la fuerza de compresión. $N_{c,Ed}$: *155.71* kN

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$N_{c,Rd}$: *3763.00* kN

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : *1*

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *149.10* cm²

f_y: Límite elástico. f_y : *265.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.05*

Resistencia a pandeo: (Código Estructural, Artículo 6.3.1)

Si la esbeltez $\bar{\lambda} \leq 0.2$ o la relación $N_{c,Ed} / N_{cr} \leq 0.04$ se puede ignorar el efecto del pandeo, y comprobar únicamente la resistencia de la sección transversal.

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida. $\bar{\lambda}$: *0.47*

$N_{c,Ed}/N_{cr}$: Relación de axiles. $N_{c,Ed}/N_{cr}$: *0.009*

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *149.10* cm²

f_y: Límite elástico. f_y : *265.00* MPa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. N_{cr} : *17886.44* kN

El axil crítico de pandeo elástico N_{cr} es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $N_{cr,y}$: *57723.86* kN

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $N_{cr,z}$: *17886.44* kN

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $N_{cr,T}$: *161410.29* kN

Donde:

- **I_y**: Inercia a flexión alrededor del eje Y. I_y : *25170.00* cm4
- **I_z**: Inercia a flexión alrededor del eje Z. I_z : *8563.00* cm4
- **I_t**: Módulo de torsión uniforme I_t : *189.18* cm4
- **I_w**: Constante de alabeo de la sección. I_w : *1688000.00* cm6
- **E**: Módulo de elasticidad longitudinal. **E** : *210000* MPa
- **G**: Módulo de elasticidad transversal. **G** : *81000* MPa
- **L_{ky}**: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. L_{ky} : *3.006* m
- **L_{kz}**: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. L_{kz} : *3.150* m
- **L_{kt}**: Longitud efectiva de pandeo por torsión. L_{kt} : *1.000* m
- **i_0**: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. i_0 : *15.04* cm

Siendo:

- **i_y , i_z**: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z. i_y : *12.99* cm; i_z : *7.58* cm
- **y_0 , z_0**: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección. y_0 : *0.00* mm; z_0 : *0.00* mm

Resistencia a flexión eje Y (Código Estructural, Artículo A22.6.2.5)

Se debe satisfacer:

η : ***0.553*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N18, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(270°)H1.

M_{Ed}^+: Valor de cálculo del momento flector. **M_{Ed}^+** : *44.98* kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N18, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·N(EI).

M_{Ed}^-: Valor de cálculo del momento flector. **M_{Ed}^-** : *260.73* kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$M_{c,Rd}$: *471.70* kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico de la sección. **$W_{pl,y}$** : *1869.00* cm³

f_y: Límite elástico. **f_y** : *265.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

Resistencia a pandeo lateral: (Código Estructural, Artículo 6.3.2)

Si la esbeltez $\bar{\lambda}_{LT} \leq 0.4$ o la relación **M_{Ed} / M_{cr}** ≤ 0.16 se puede ignorar el efecto del pandeo, y comprobar únicamente la resistencia de la sección transversal.

$\bar{\lambda}_{LT}$: *0.14*

M_{Ed} / M_{cr}: Relación de momentos. **M_{Ed}^+ / M_{cr}^+** : *0.002*

M_{Ed}^- / M_{cr}^- : *0.010*

Donde:

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico de la sección. **$W_{pl,y}$** : *1869.00* cm³

f_y: Límite elástico. **f_y** : *265.00* MPa

M_{cr}: Momento crítico elástico de pandeo lateral. **M_{cr}** : *25458.15* kN·m

El momento crítico elástico de pandeo lateral 'M_{cr}' se determina de la siguiente forma:

Siendo:

I_z: Inercia a flexión alrededor del eje Z. **I_z** : *8563.00* cm4

I_t: Módulo de torsión uniforme **I_t** : *189.18* cm4

I_w: Constante de alabeo. **I_w** : *1688000.00* cm6

E: Módulo de elasticidad longitudinal. **E** : *210000* MPa

G: Módulo de elasticidad transversal.	**G** :	*81000*	MPa
$\mathbf{L_c^+}$: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior.	$\mathbf{L_c^+}$:	*1.000*	m
$\mathbf{L_c^-}$: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior.	$\mathbf{L_c^-}$:	*1.000*	m
$\mathbf{C_1}$: Coeficiente que depende de la carga y de las condiciones de vinculación de los extremos.	$\mathbf{C_1}$:	*1.00*	
$\mathbf{C_2}$: Coeficiente que depende de la carga y de las condiciones de vinculación de los extremos.	$\mathbf{C_2}$:	*1.00*	
$\mathbf{C_3}$: Coeficiente que depende de la carga y de las condiciones de vinculación de los extremos.	$\mathbf{C_3}$:	*1.00*	
$\mathbf{k_z}$: Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al giro de la sección transversal en los extremos de la barra.	$\mathbf{k_z}$:	*0.22*	
$\mathbf{k_w}$: Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al alabeo en los extremos de la barra.	$\mathbf{k_w}$:	*0.22*	
$\mathbf{z_g}$: Distancia entre el punto de aplicación de la carga y el centro de esfuerzos cortantes, respecto al eje Z.	$\mathbf{z_g}$:	*0.00*	mm

Siendo:

$\mathbf{z_a}$: Distancia en la dirección del eje Z entre el punto de aplicación de la carga y el centro geométrico.	$\mathbf{z_a}$:	*0.00*	mm
$\mathbf{z_s}$: Distancia en la dirección del eje Z entre el centro de esfuerzos cortantes y el centro geométrico.	$\mathbf{z_s}$:	*0.00*	mm
$\mathbf{z_j}$: Parámetro de asimetría de la sección, respecto al eje Y.	$\mathbf{z_j}$:	*0.00*	mm

Resistencia a flexión eje Z (Código Estructural, Artículo A22.6.2.5)

Se debe satisfacer:

η : ***0.055*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N17, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(90°)H1+0.75·N(EI).

$\mathbf{M_{Ed}^+}$: Valor de cálculo del momento flector. $\mathbf{M_{Ed}^+}$: *12.17* kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N17, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(270°)H1.

$\mathbf{M_{Ed}^-}$: Valor de cálculo del momento flector. $\mathbf{M_{Ed}^-}$: *11.43* kN·m

El momento flector resistente de cálculo $\mathbf{M_{c,Rd}}$ viene dado por:

$\mathbf{M_{c,Rd}}$: *219.60* kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.	**Clase** :	*1*
$\mathbf{W_{pl,z}}$: Módulo resistente plástico de la sección.	$\mathbf{W_{pl,z}}$:	*870.10* cm³

f_y: Límite elástico. f_y : *265.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.05*

Resistencia a corte Z (Código Estructural, Artículo A22.6.2.6)

Se debe satisfacer:

η : ***0.144*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·N(EI).

V_{Ed}: Valor de cálculo del esfuerzo cortante. V_{Ed} : *99.76* kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$V_{c,Rd}$: *691.40* kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. A_v : *47.45* cm²

Siendo:

A: Área de la sección transversal. A : *149.10* cm²

b: Ancho total de la sección. b : *300.00* mm

t_f: Espesor del ala. t_f : *19.00* mm

t_w: Espesor del alma. t_w : *11.00* mm

r: Radio de acuerdo entre ala y alma. r : *27.00* mm

f_y: Límite elástico. f_y : *265.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.05*

Abolladura por cortante del alma: (Código estructural, Artículo A25.5)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

18.91 < **56.50** ✓

Donde:

λ_w: Esbeltez del alma. λ_w : *18.91*

$\lambda_{máx}$: Esbeltez máxima. $\lambda_{máx}$: *56.50*

η: Coeficiente que permite considerar la resistencia adicional en régimen plástico debida al endurecimiento por deformación del material. η : *1.20*

ε: Factor de reducción. ε : *0.94*

Siendo:

$\mathbf{f_{ref}}$: Límite elástico de referencia. $\mathbf{f_{ref}}$: *235.00* MPa

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. $\mathbf{f_y}$: *265.00* MPa

Resistencia a corte Y (Código Estructural, Artículo A22.6.2.6)

Se debe satisfacer:

η : ***0.002*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(90°)H1+0.75·N(EI).

$\mathbf{V_{Ed}}$: Valor de cálculo del esfuerzo cortante. $\mathbf{V_{Ed}}$: *2.95* kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $\mathbf{V_{c,Rd}}$ viene dado por:

$\mathbf{V_{c,Rd}}$: *1752.63* kN

Donde:

$\mathbf{A_v}$: Área transversal a cortante. $\mathbf{A_v}$: *120.28* cm²

Siendo:

$\mathbf{A}$: Área de la sección bruta. $\mathbf{A}$: *149.10* cm²

$\mathbf{d}$: Altura del alma. $\mathbf{d}$: *262.00* mm

$\mathbf{t_w}$: Espesor del alma. $\mathbf{t_w}$: *11.00* mm

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. $\mathbf{f_y}$: *265.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.05*

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (Código Estructural, Artículo A22.6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

99.76 kN ≤ 345.70 kN ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·N(EI).

V_{Ed}: Valor de cálculo del esfuerzo cortante. **V_{Ed}** : *99.76* kN

$V_{c,Rd}$: Valor de cálculo de la resistencia a esfuerzo cortante. **$V_{c,Rd}$** : *691.40* kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (Código Estructural, Artículo A22.6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **$V_{c,Rd}$**.

2.95 kN ≤ 876.31 kN ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(90°)H1+0.75·N(EI).

V_{Ed}: Valor de cálculo del esfuerzo cortante. **V_{Ed}** : *2.95* kN

$V_{c,Rd}$: Valor de cálculo de la resistencia a esfuerzo cortante. **$V_{c,Rd}$** : *1752.63* kN

Resistencia a flexión y axil combinados (Código Estructural, Artículo A22.6.2.9)

Se debe satisfacer:

η : ***0.306*** ✓

η : ***0.592*** ✓

η : ***0.326*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N18, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·N(EI).

Donde:

$N_{c,Ed}$: Valor de cálculo de la fuerza de compresión.	**$N_{c,Ed}$** :	*148.73*	kN
$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Valores de cálculo de los momentos solicitantes pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.	**$M_{y,Ed}^{-}$** :	*260.73*	kN·m
	$M_{z,Ed}^{-}$:	*0.13*	kN·m
Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.	**Clase** :	*1*	
$M_{N,Rd,y}$, $M_{N,Rd,z}$: Momentos resistentes plásticos reducidos debido al esfuerzo axil, según los ejes Y y Z, respectivamente.	**$M_{N,Rd,y}$** :	*471.70*	kN·m
	$M_{N,Rd,z}$:	*219.60*	kN·m
	α :	*2.000*	
	β :	*1.000*	

Siendo:

	n :	*0.040*	
$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta.	**$N_{pl,Rd}$** :	*3763.00*	kN
$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.	**$M_{pl,Rd,y}$** :	*471.70*	kN·m
	$M_{pl,Rd,z}$:	*219.60*	kN·m
	a :	*0.24*	
A: Área de la sección bruta.	**A** :	*149.10*	cm²
b: Ancho total de la sección.	**b** :	*30.00*	cm
t_f: Espesor del ala.	**t_f** :	*19.00*	mm

Resistencia a pandeo: (Código Estructural, Artículo 6.3.3)

A: Área de la sección bruta.	**A** :	*149.10*	cm²
$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra con mayor tensión, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.	**$W_{pl,y}$** :	*1869.00*	cm³
	$W_{pl,z}$:	*870.10*	cm³
f_y: Límite elástico.	**f_y** :	*265.00*	MPa
γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material.	γ_{M1} :	*1.05*	

K_{yy}, K_{yz}, K_{zy}, K_{zz}: Coeficientes de interacción.

K_{yy} :	*1.00*	
K_{yz} :	*0.69*	
K_{zy} :	*0.52*	
K_{zz} :	*1.00*	

Términos auxiliares:

μ_y : *1.00*

μ_z : *1.00*

C_{yy} : *1.00*

C_{yz} : *1.02*

C_{zy} : *1.00*

C_{zz} : *1.01*

a_{LT} : *0.99*

b_{LT} : *0.00*

c_{LT} : *0.02*

d_{LT} : *0.00*

e_{LT} : *0.85*

w_y : *1.11*

w_z : *1.50*

n_{pl} : *0.04*

Puesto que:

0.14 ≤ **0.20**

	$C_{m,y}$:	*1.00*	
	$C_{m,z}$:	*1.00*	
	$C_{m,LT}$:	*1.00*	
$C_{m,y,0}$, $C_{m,z,0}$: Coeficientes para la obtención de la distribución uniforme del momento equivalente.	$C_{m,y,0}$:	*1.00*	
	$C_{m,z,0}$:	*1.00*	
C_1: Coeficiente que depende de la carga y de las condiciones de vinculación de los extremos.	C_1 :	*1.00*	
χ_y, χ_z: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.	χ_y :	*1.00*	
	χ_z :	*1.00*	
χ_{LT}: Coeficiente de reducción para pandeo lateral torsional.	χ_{LT} :	*1.00*	
$\bar{\lambda}_{máx}$: Esbeltez máxima entre $\bar{\lambda}_y$ y $\bar{\lambda}_z$.	$\bar{\lambda}_{máx}$:	*0.47*	
$\bar{\lambda}_y$, $\bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.	$\bar{\lambda}_y$:	*0.26*	
	$\bar{\lambda}_z$:	*0.47*	
$\bar{\lambda}_{LT}$: Esbeltez adimensional de pandeo lateral.	$\bar{\lambda}_{LT}$:	*0.14*	
$\bar{\lambda}_0$: Esbeltez adimensional de pandeo lateral cuando actúa un momento uniforme.	$\bar{\lambda}_0$:	*0.14*	
$W_{el,y}$, $W_{el,z}$: Módulos resistentes elásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.	$W_{el,y}$:	*1678.00*	cm³
	$W_{el,z}$:	*570.87*	cm³
$N_{cr,y}$: Esfuerzo axil crítico elástico por pandeo por flexión alrededor del eje Y.	$N_{cr,y}$:	*57723.86*	kN
$N_{cr,z}$: Esfuerzo axil crítico elástico por pandeo por flexión alrededor del eje Z.	$N_{cr,z}$:	*17886.44*	kN
$N_{cr,T}$: Esfuerzo axil crítico elástico por pandeo por torsión.	$N_{cr,T}$:	*161410.29*	kN
I_y: Inercia a flexión alrededor del eje Y.	I_y :	*25170.00*	cm4
I_t: Módulo de torsión uniforme	I_t :	*189.18*	cm4

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (Código Estructural, Artículo A22.6.2.10)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·N(EI).

99.76 kN ≤ 345.70 kN ✓

Donde:

$V_{Ed,z}$: Valor de cálculo del esfuerzo cortante.	$V_{Ed,z}$:	*99.76*	kN

$V_{c,Rd,z}$: Valor de cálculo de la resistencia a esfuerzo cortante. **$V_{c,Rd,z}$** : *691.40* kN

Resistencia a torsión (Código Estructural, Artículo A22.6.2.7)

Se debe satisfacer:

$\eta <$ ***0.001*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(270°)H1.

T_{Ed}: Valor de cálculo de los momentos a torsión totales. **T_{Ed}** : *0.00* kN·m

El momento torsor resistente de cálculo **T_{Rd}** viene dado por:

T_{Rd} : *14.51* kN·m

Donde:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. **W_T** : *99.57* cm³

f_y: Límite elástico. **f_y** : *265.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.05*

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (Código Estructural, Artículo A22.6.2.7)

Se debe satisfacer:

η : ***0.111*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+0.9·V(270°)H1+1.5·N(EI).

V_{Ed}: Valor de cálculo del esfuerzo cortante. **V_{Ed}** : *76.98* kN

T_{Ed}: Valor de cálculo de los momentos a torsión totales. **T_{Ed}** : *0.00* kN·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido **$V_{pl,T,Rd}$** viene dado por:

$V_{pl,T,Rd}$: *691.38* kN

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Valor de cálculo de la resistencia plástica a cortante. **$V_{pl,Rd}$** : *691.40* kN

$\tau_{t,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. $\tau_{t,Ed}$: *0.01* MPa

Siendo:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. W_T : 99.57 cm³

f_y: Límite elástico. f_y : 265.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.05

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (Código Estructural, Artículo A22.6.2.7)

Se debe satisfacer:

η : **0.002** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(270°)H1.

V_{Ed}: Valor de cálculo del esfuerzo cortante. V_{Ed} : 2.77 kN

T_{Ed}: Valor de cálculo de los momentos a torsión totales. T_{Ed} : 0.00 kN·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$V_{pl,T,Rd}$: 1752.54 kN

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Valor de cálculo de la resistencia plástica a cortante. $V_{pl,Rd}$: 1752.63 kN

$\tau_{t,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. $\tau_{t,Ed}$: 0.02 MPa

Siendo:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. W_T : 99.57 cm³

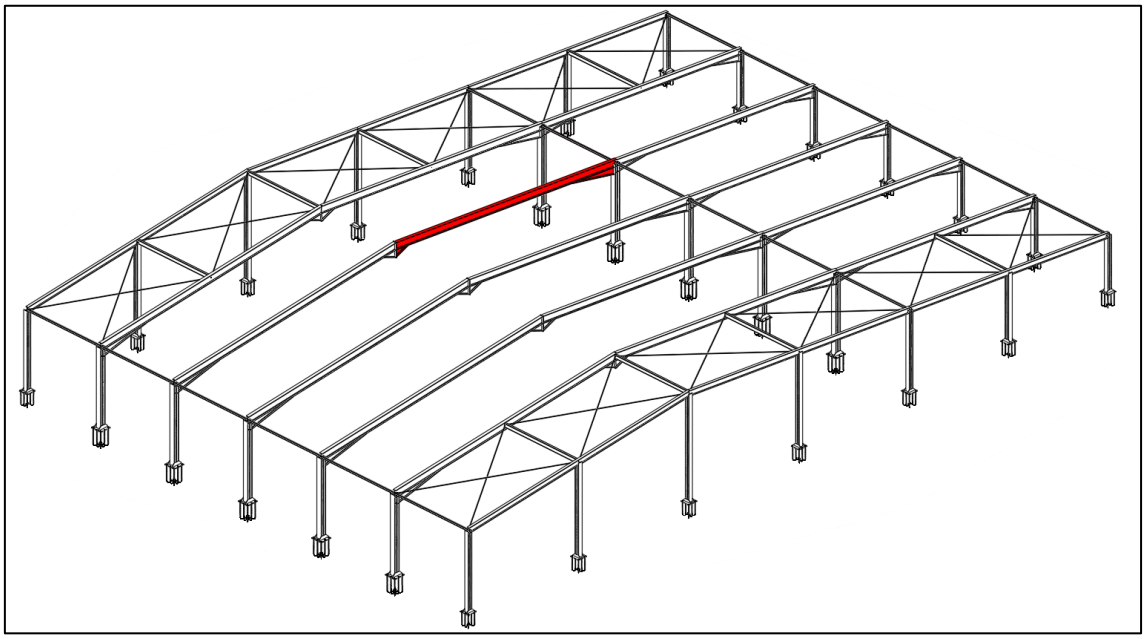
f_y: Límite elástico. f_y : 265.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.05

8.5. Cálculo y comprobación de los dinteles

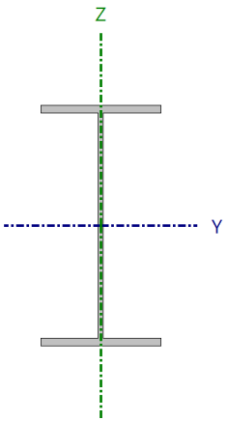
Presentarán uniones rígidas en ambos de sus extremos, sus uniones se comprobarán más tarde.

8.5.1. Dintel tipo 1: dintel de pórtico interior



Barra N4/N54

Perfil: IPE 300
Material: Acero (S275 (UNE-EN 10025-2))



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y[1] (cm4)	I_z[1] (cm4)	I_t[2] (cm4)
N4	N54	7.537	53.80	8356.00	604.00	19.92

Notas:
[1] Inercia respecto al eje indicado
[2] Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	0.10	1.06	0.20	0.27
L_K	0.750	7.960	1.500	2.000
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
β: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Barra	COMPROBACIONES (CÓDIGO ESTRUCTURAL)													Estado
	λ_w	N_t	N_c	M_Y	M_Z	V_Z	V_Y	M_YV_Z	M_ZV_Y	NM_YM_Z	$NM_YM_ZV_YV_Z$	M_t	M_tV_Z	M_tV_Y	
N4/N54	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 7.537 m η = 3.6	x: 0 m η = 1.2	x: 7.537 m η = 12.1	x: 0 m η = 2.7	x: 7.537 m η = 3.7	x: 0 m η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 7.537 m η = 16.4	η < 0.1	η = 0.4	x: 7.537 m η = 3.7	x: 0 m η = 0.1	**CUMPLE η = 16.4**

Barra	COMPROBACIONES (CÓDIGO ESTRUCTURAL)														Estado
	λ_w	N_t	N_c	M_Y	M_Z	V_Z	V_Y	M_YV_Z	M_ZV_Y	NM_YM_Z	$NM_YM_ZV_YV_Z$	M_t	M_tV_Z	M_tV_Y	

Notación:
λ_w: Abolladura del alma inducida por el ala comprimida
N_t: Resistencia a tracción
N_c: Resistencia a compresión
M_Y: Resistencia a flexión eje Y
M_Z: Resistencia a flexión eje Z
V_Z: Resistencia a corte Z
V_Y: Resistencia a corte Y
M_YV_Z: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados
M_ZV_Y: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados
NM_YM_Z: Resistencia a flexión y axil combinados
$NM_YM_ZV_YV_Z$: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados
M_t: Resistencia a torsión
M_tV_Z: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados
M_tV_Y: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados
x: Distancia al origen de la barra
η: Coeficiente de aprovechamiento (%)

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Código estructural, Artículo A25.8)

Se debe satisfacer:

$$\mathbf{39.24 \leq 254.33}$$ ✓

Donde:

h_w: Canto del alma	**h_w** : *278.60*	mm
t_w: Espesor del alma.	**t_w** : *7.10*	mm
A_w: Área del alma.	**A_w** : *19.78*	cm²
A_{fc}: Área eficaz del ala comprimida.	**A_{fc}** : *16.05*	cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección.	**k** : *0.30*	
E: Módulo de elasticidad longitudinal.	**E** : *210000*	MPa
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida.	**f_{yf}** : *275.00*	MPa

Siendo:

Resistencia a tracción (Código Estructural, Artículo A22.6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \mathbf{0.036}$$ ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N54, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.9·V(180°)H2+1.5·N(EI).

N_{Ed}: Valor de cálculo del esfuerzo axil de tracción. **N_{Ed}** : *51.39* kN

La resistencia de cálculo a tracción **$N_{t,Rd}$** viene dada por:

$N_{t,Rd}$: *1409.05* kN

Donde:

A: Área de la sección transversal.	**A** : *53.80*	cm²
f_y: Límite elástico.	**f_y** : *275.00*	MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.05*

Resistencia a compresión (Código Estructural, Artículo A22.6.2.4)

Se debe satisfacer:

η : ***0.012*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N4, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(90°)H1.

$N_{c,Ed}$: Valor de cálculo de la fuerza de compresión. $N_{c,Ed}$: *16.47* kN

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$N_{c,Rd}$: *1409.05* kN

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : *2*

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *53.80* cm²

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.05*

Resistencia a pandeo: (Código Estructural, Artículo 6.3.1)

Si la esbeltez $\bar{\lambda} \leq 0.2$ o la relación $N_{c,Ed} / N_{cr} \leq 0.04$ se puede ignorar el efecto del pandeo, y comprobar únicamente la resistencia de la sección transversal.

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida. $\bar{\lambda}$: *0.74*

$N_{c,Ed}/N_{cr}$: Relación de axiles. $N_{c,Ed}/N_{cr}$: *0.006*

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *53.80* cm²

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. N_{cr} : *2733.06* kN

El axil crítico de pandeo elástico N_{cr} es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $N_{cr,y}$: *2733.06* kN

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $N_{cr,z}$: *22255.31* kN

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $N_{cr,T}$: *4888.99* kN

Donde:

- **I_y**: Inercia a flexión alrededor del eje Y. I_y : *8356.00* cm4
- **I_z**: Inercia a flexión alrededor del eje Z. I_z : *604.00* cm4
- **I_t**: Módulo de torsión uniforme I_t : *19.92* cm4
- **I_w**: Constante de alabeo de la sección. I_w : *126000.00* cm6
- **E**: Módulo de elasticidad longitudinal. **E** : *210000* MPa
- **G**: Módulo de elasticidad transversal. **G** : *81000* MPa
- **L_{ky}**: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. L_{ky} : *7.960* m
- **L_{kz}**: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. L_{kz} : *0.750* m
- **L_{kt}**: Longitud efectiva de pandeo por torsión. L_{kt} : *2.000* m
- **i_0**: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. i_0 : *12.91* cm

Siendo:

- **i_y , i_z**: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z. i_y : *12.46* cm; i_z : *3.35* cm
- **y_0 , z_0**: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección. y_0 : *0.00* mm; z_0 : *0.00* mm

Resistencia a flexión eje Y (Código Estructural, Artículo A22.6.2.5)

Se debe satisfacer:

η : ***0.121*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N54, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(90°)H1.

M_{Ed}^{+}: Valor de cálculo del momento flector. M_{Ed}^{+} : 7.01 kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N54, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.9·V(180°)H2+1.5·N(R)1.

M_{Ed}^{-}: Valor de cálculo del momento flector. M_{Ed}^{-} : 19.93 kN·m

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$M_{c,Rd}$: 164.48 kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : 1

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico de la sección. $W_{pl,y}$: 628.00 cm³

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.05

Resistencia a pandeo lateral: (Código Estructural, Artículo 6.3.2)

Si la esbeltez $\bar{\lambda}_{LT} \leq 0.4$ o la relación $M_{Ed} / M_{cr} \leq 0.16$ se puede ignorar el efecto del pandeo, y comprobar únicamente la resistencia de la sección transversal.

$\bar{\lambda}_{LT}$: Esbeltez reducida.

$\bar{\lambda}_{LT}^{+}$: 0.45

$\bar{\lambda}_{LT}^{-}$: 0.58

M_{Ed} / M_{cr}: Relación de momentos.

M_{Ed}^{+} / M_{cr}^{+} : 0.008

M_{Ed}^{-} / M_{cr}^{-} : 0.039

Donde:

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico de la sección. $W_{pl,y}$: 628.00 cm³

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

M_{cr}: Momento crítico elástico de pandeo lateral. M_{cr}^{+} : 857.64 kN·m

M_{cr}^{-} : 504.80 kN·m

El momento crítico elástico de pandeo lateral 'M_{cr}' se determina de la siguiente forma:

Siendo:

I_z: Inercia a flexión alrededor del eje Z. I_z : 604.00 cm4

I_t: Módulo de torsión uniforme I_t : 19.92 cm4

I_w: Constante de alabeo.	**I_w** :	*126000.00*	cm6
E: Módulo de elasticidad longitudinal.	**E** :	*210000*	MPa
G: Módulo de elasticidad transversal.	**G** :	*81000*	MPa
L_c^+: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior.	**L_c^+** :	*1.500*	m
L_c^-: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior.	**L_c^-** :	*2.000*	m
C_1: Coeficiente que depende de la carga y de las condiciones de vinculación de los extremos.	**C_1** :	*1.00*	
C_2: Coeficiente que depende de la carga y de las condiciones de vinculación de los extremos.	**C_2** :	*1.00*	
C_3: Coeficiente que depende de la carga y de las condiciones de vinculación de los extremos.	**C_3** :	*1.00*	
k_z: Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al giro de la sección transversal en los extremos de la barra.	**k_z^+** :	*0.10*	
	k_z^- :	*0.13*	
k_w: Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al alabeo en los extremos de la barra.	**k_w^+** :	*0.10*	
	k_w^- :	*0.13*	
z_g: Distancia entre el punto de aplicación de la carga y el centro de esfuerzos cortantes, respecto al eje Z.	**z_g** :	*0.00*	mm

Siendo:

z_a: Distancia en la dirección del eje Z entre el punto de aplicación de la carga y el centro geométrico.	**z_a** :	*0.00*	mm
z_s: Distancia en la dirección del eje Z entre el centro de esfuerzos cortantes y el centro geométrico.	**z_s** :	*0.00*	mm
z_j: Parámetro de asimetría de la sección, respecto al eje Y.	**z_j** :	*0.00*	mm

Resistencia a flexión eje Z (Código Estructural, Artículo A22.6.2.5)

Se debe satisfacer:

η : ***0.027*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N4, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.9·V(90°)H1+1.5·N(EI).

M_{Ed}^+: Valor de cálculo del momento flector. **M_{Ed}^+** : *0.88* kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N4, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(180°)H1.

M_{Ed}^-: Valor de cálculo del momento flector. **M_{Ed}^-** : *0.74* kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$M_{c,Rd}$: *32.74* kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico de la sección. $W_{pl,z}$: 125.00 cm³

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.05

Resistencia a corte Z (Código Estructural, Artículo A22.6.2.6)

Se debe satisfacer:

η : **0.037** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N54, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.9·V(180°)H2+1.5·N(R)1.

V_{Ed}: Valor de cálculo del esfuerzo cortante. V_{Ed} : 14.19 kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$V_{c,Rd}$: 388.15 kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. A_v : 25.67 cm²

Siendo:

- **A**: Área de la sección transversal. **A** : 53.80 cm²
- **b**: Ancho total de la sección. **b** : 150.00 mm
- t_f: Espesor del ala. t_f : 10.70 mm
- t_w: Espesor del alma. t_w : 7.10 mm
- **r**: Radio de acuerdo entre ala y alma. **r** : 15.00 mm

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.05

Abolladura por cortante del alma: (Código estructural, Artículo A25.5)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

35.01 < **55.46** ✓

Donde:

λ_w: Esbeltez del alma. λ_w : 35.01

$\lambda_{máx}$: Esbeltez máxima. $\lambda_{máx}$: *55.46*

η: Coeficiente que permite considerar la resistencia adicional en régimen plástico debida al endurecimiento por deformación del material. η : *1.20*

ε: Factor de reducción. ε : *0.92*

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. f_{ref} : *235.00* MPa

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

Resistencia a corte Y (Código Estructural, Artículo A22.6.2.6)

Se debe satisfacer:

η : ***0.001*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N4, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(90°)H1+0.75·N(EI).

V_{Ed}: Valor de cálculo del esfuerzo cortante. V_{Ed} : *0.67* kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$V_{c,Rd}$: *514.41* kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. A_v : *34.02* cm²

Siendo:

A: Área de la sección bruta. A : *53.80* cm²

d: Altura del alma. d : *278.60* mm

t_w: Espesor del alma. t_w : *7.10* mm

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.05*

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (Código Estructural, Artículo A22.6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

12.90 kN ≤ 194.08 kN ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·N(EI).

$\mathbf{V_{Ed}}$: Valor de cálculo del esfuerzo cortante. $\mathbf{V_{Ed}}$: *12.90* kN

$\mathbf{V_{c,Rd}}$: Valor de cálculo de la resistencia a esfuerzo cortante. $\mathbf{V_{c,Rd}}$: *388.15* kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (Código Estructural, Artículo A22.6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

0.67 kN ≤ 257.21 kN ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(90°)H1+0.75·N(EI).

$\mathbf{V_{Ed}}$: Valor de cálculo del esfuerzo cortante. $\mathbf{V_{Ed}}$: *0.67* kN

$\mathbf{V_{c,Rd}}$: Valor de cálculo de la resistencia a esfuerzo cortante. $\mathbf{V_{c,Rd}}$: *514.41* kN

Resistencia a flexión y axil combinados (Código Estructural, Artículo A22.6.2.9)

Se debe satisfacer:

η : ***0.026*** ✓

η : ***0.164*** ✓

η : ***0.164*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N54, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.9·V(180°)H2+1.5·N(R)1.

Donde:

$N_{t,Ed}$: Valor de cálculo del esfuerzo axil de tracción.	**$N_{t,Ed}$** :	*44.97*	kN
$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Valores de cálculo de los momentos solicitantes pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.	**$M_{y,Ed}^-$** :	*19.93*	kN·m
	$M_{z,Ed}^-$:	*0.36*	kN·m
Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.	**Clase** :	*1*	
$M_{N,Rd,y}$, $M_{N,Rd,z}$: Momentos resistentes plásticos reducidos debido al esfuerzo axil, según los ejes Y y Z, respectivamente.	**$M_{N,Rd,y}$** :	*164.48*	kN·m
	$M_{N,Rd,z}$:	*32.74*	kN·m
	α :	*2.000*	
	β :	*1.000*	

Siendo:

	n :	*0.032*	
$N_{pl,Rd}$: Resistencia a tracción.	**$N_{pl,Rd}$** :	*1409.05*	kN
$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.	**$M_{pl,Rd,y}$** :	*164.48*	kN·m
	$M_{pl,Rd,z}$:	*32.74*	kN·m
	a :	*0.40*	
A: Área de la sección bruta.	**A** :	*53.80*	cm²
b: Ancho total de la sección.	**b** :	*15.00*	cm
t_f: Espesor del ala.	**t_f** :	*10.70*	mm

Resistencia a pandeo: (Código Estructural, Artículo 6.3.3)

A: Área de la sección bruta.	**A** :	*53.80*	cm²
$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra con mayor tensión, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.	**$W_{pl,y}$** :	*628.00*	cm³
	$W_{pl,z}$:	*125.00*	cm³
f_y: Límite elástico.	**f_y** :	*275.00*	MPa
γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material.	γ_{M1} :	*1.05*	
K_{yy}, K_{yz}, K_{zy}, K_{zz}: Coeficientes de interacción.	**K_{yy}** :	*1.00*	
	K_{yz} :	*1.00*	
	K_{zy} :	*1.00*	
	K_{zz} :	*1.00*	
χ_{LT}: Coeficiente de reducción para pandeo lateral torsional.	χ_{LT} :	*1.00*	

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (Código Estructural, Artículo A22.6.2.10)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·N(EI).

12.90 kN ≤ 193.80 kN ✓

Donde:

$\mathbf{V_{Ed,z}}$: Valor de cálculo del esfuerzo cortante. $\mathbf{V_{Ed,z}}$: *12.90* kN

$\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: Valor de cálculo de la resistencia a esfuerzo cortante. $\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: *387.60* kN

Resistencia a torsión (Código Estructural, Artículo A22.6.2.7)

Se debe satisfacer:

η : ***0.004*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·N(EI).

$\mathbf{T_{Ed}}$: Valor de cálculo de los momentos a torsión totales. $\mathbf{T_{Ed}}$: *0.01* kN·m

El momento torsor resistente de cálculo $\mathbf{T_{Rd}}$ viene dado por:

$\mathbf{T_{Rd}}$: *2.82* kN·m

Donde:

$\mathbf{W_T}$: Módulo de resistencia a torsión. $\mathbf{W_T}$: *18.62* cm³

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. $\mathbf{f_y}$: *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.05*

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (Código Estructural, Artículo A22.6.2.7)

Se debe satisfacer:

η : ***0.037*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N54, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.9·V(180°)H2+1.5·N(R)1.

V_{Ed}: Valor de cálculo del esfuerzo cortante. V_{Ed} : 14.19 kN

T_{Ed}: Valor de cálculo de los momentos a torsión totales. T_{Ed} : 0.01 kN·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$V_{pl,T,Rd}$: 387.82 kN

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Valor de cálculo de la resistencia plástica a cortante. $V_{pl,Rd}$: 388.15 kN

$\tau_{t,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. $\tau_{t,Ed}$: 0.33 MPa

Siendo:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. W_T : 18.62 cm³

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.05

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (Código Estructural, Artículo A22.6.2.7)

Se debe satisfacer:

η : **0.001** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N4, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(90°)H1+0.75·N(EI).

V_{Ed}: Valor de cálculo del esfuerzo cortante. V_{Ed} : 0.67 kN

T_{Ed}: Valor de cálculo de los momentos a torsión totales. T_{Ed} : 0.01 kN·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$V_{pl,T,Rd}$: 513.91 kN

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Valor de cálculo de la resistencia plástica a cortante. $V_{pl,Rd}$: 514.41 kN

$\tau_{t,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. $\tau_{t,Ed}$: 0.37 MPa

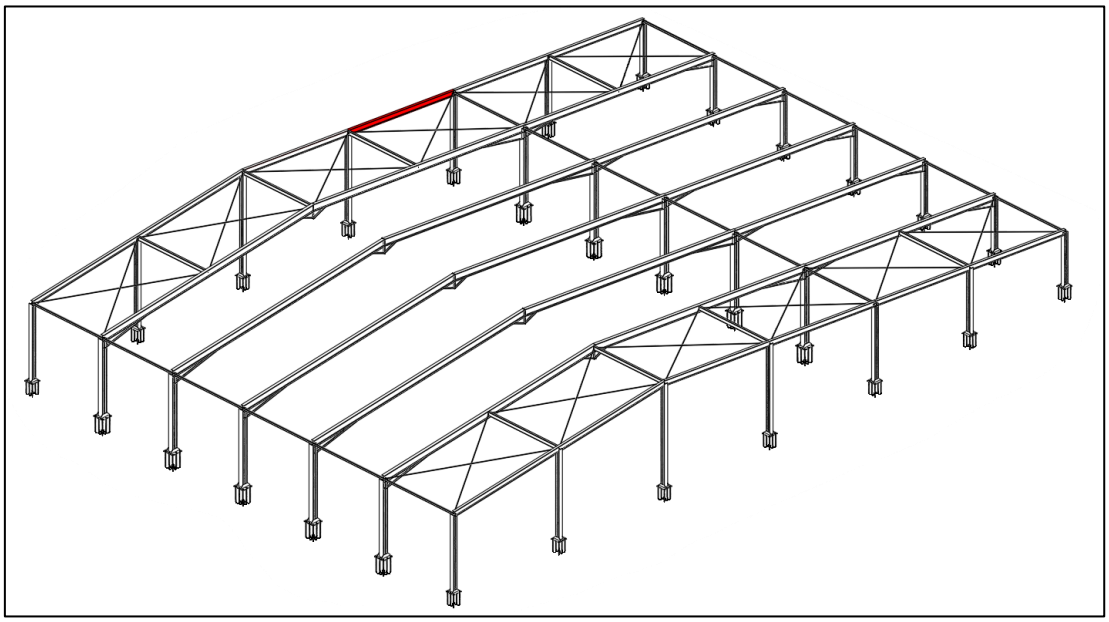
Siendo:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. W_T : 18.62 cm³

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

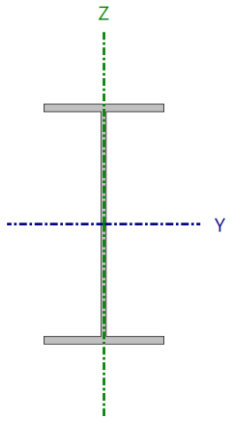
γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.05

8.5.2. Dintel tipo 2: dintel de pórtico hastial



Barra N4/N54

Perfil: IPE 300
Material: Acero (S275 (UNE-EN 10025-2))



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y (1) (cm4)	I_z (1) (cm4)	I_t (2) (cm4)
N4	N54	7.537	53.80	8356.00	604.00	19.92

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	0.10	1.06	0.20	0.27
L_K	0.750	7.960	1.500	2.000
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
β: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Barra	COMPROBACIONES (CÓDIGO ESTRUCTURAL)														Estado
	λ_w	N_t	N_c	M_Y	M_Z	V_Z	V_Y	M_YV_Z	M_ZV_Y	NM_YM_Z	$NM_YM_ZV_YV_Z$	M_t	M_tV_Z	M_tV_Y	
N4/N54	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 7.537 m η = 3.6	x: 0 m η = 1.2	x: 7.537 m η = 12.1	x: 0 m η = 2.7	x: 7.537 m η = 3.7	x: 0 m η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 7.537 m η = 16.4	η < 0.1	η = 0.4	x: 7.537 m η = 3.7	x: 0 m η = 0.1	**CUMPLE η = 16.4**

Barra	COMPROBACIONES (CÓDIGO ESTRUCTURAL)														Estado
	λ_w	N_t	N_c	M_Y	M_Z	V_Z	V_Y	M_YV_Z	M_ZV_Y	NM_YM_Z	$NM_YM_ZV_YV_Z$	M_t	M_tV_Z	M_tV_Y	

Notación:
λ_w: Abolladura del alma inducida por el ala comprimida
N_t: Resistencia a tracción
N_c: Resistencia a compresión
M_Y: Resistencia a flexión eje Y
M_Z: Resistencia a flexión eje Z
V_Z: Resistencia a corte Z
V_Y: Resistencia a corte Y
M_YV_Z: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados
M_ZV_Y: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados
NM_YM_Z: Resistencia a flexión y axil combinados
$NM_YM_ZV_YV_Z$: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados
M_t: Resistencia a torsión
M_tV_Z: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados
M_tV_Y: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados
x: Distancia al origen de la barra
η: Coeficiente de aprovechamiento (%)

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Código estructural, Artículo A25.8)

Se debe satisfacer:

$$\mathbf{39.24 \leq 254.33}$$ ✓

Donde:

h_w: Canto del alma	**h_w** : *278.60*	mm
t_w: Espesor del alma.	**t_w** : *7.10*	mm
A_w: Área del alma.	**A_w** : *19.78*	cm²
A_{fc}: Área eficaz del ala comprimida.	**A_{fc}** : *16.05*	cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección.	**k** : *0.30*	
E: Módulo de elasticidad longitudinal.	**E** : *210000*	MPa
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida.	**f_{yf}** : *275.00*	MPa

Siendo:

Resistencia a tracción (Código Estructural, Artículo A22.6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \mathbf{0.036}$$ ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N54, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.9·V(180°)H2+1.5·N(EI).

N_{Ed}: Valor de cálculo del esfuerzo axil de tracción. **N_{Ed}** : *51.39* kN

La resistencia de cálculo a tracción **$N_{t,Rd}$** viene dada por:

$N_{t,Rd}$: *1409.05* kN

Donde:

A: Área de la sección transversal.	**A** : *53.80*	cm²
f_y: Límite elástico.	**f_y** : *275.00*	MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.05*

Resistencia a compresión (Código Estructural, Artículo A22.6.2.4)

Se debe satisfacer:

η : ***0.012*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N4, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(90°)H1.

$N_{c,Ed}$: Valor de cálculo de la fuerza de compresión. $N_{c,Ed}$: *16.47* kN

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$N_{c,Rd}$: *1409.05* kN

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : *2*

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *53.80* cm²

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.05*

Resistencia a pandeo: (Código Estructural, Artículo 6.3.1)

Si la esbeltez $\bar{\lambda} \leq 0.2$ o la relación $N_{c,Ed} / N_{cr} \leq 0.04$ se puede ignorar el efecto del pandeo, y comprobar únicamente la resistencia de la sección transversal.

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida. $\bar{\lambda}$: *0.74*

$N_{c,Ed}/N_{cr}$: Relación de axiles. $N_{c,Ed}/N_{cr}$: *0.006*

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : *53.80* cm²

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. N_{cr} : *2733.06* kN

El axil crítico de pandeo elástico N_{cr} es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. $N_{cr,y}$: *2733.06* kN

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. $N_{cr,z}$: *22255.31* kN

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $N_{cr,T}$: *4888.99* kN

Donde:

- **I_y**: Inercia a flexión alrededor del eje Y. I_y : *8356.00* cm4
- **I_z**: Inercia a flexión alrededor del eje Z. I_z : *604.00* cm4
- **I_t**: Módulo de torsión uniforme I_t : *19.92* cm4
- **I_w**: Constante de alabeo de la sección. I_w : *126000.00* cm6
- **E**: Módulo de elasticidad longitudinal. **E** : *210000* MPa
- **G**: Módulo de elasticidad transversal. **G** : *81000* MPa
- **L_{ky}**: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. L_{ky} : *7.960* m
- **L_{kz}**: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. L_{kz} : *0.750* m
- **L_{kt}**: Longitud efectiva de pandeo por torsión. L_{kt} : *2.000* m
- **i_0**: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. i_0 : *12.91* cm

Siendo:

- **i_y , i_z**: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z. i_y : *12.46* cm; i_z : *3.35* cm
- **y_0 , z_0**: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección. y_0 : *0.00* mm; z_0 : *0.00* mm

Resistencia a flexión eje Y (Código Estructural, Artículo A22.6.2.5)

Se debe satisfacer:

η : ***0.121*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N54, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(90°)H1.

M_{Ed}^{+}: Valor de cálculo del momento flector. M_{Ed}^{+} : 7.01 kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N54, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.9·V(180°)H2+1.5·N(R)1.

M_{Ed}^{-}: Valor de cálculo del momento flector. M_{Ed}^{-} : 19.93 kN·m

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$M_{c,Rd}$: 164.48 kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : 1

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico de la sección. $W_{pl,y}$: 628.00 cm³

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.05

Resistencia a pandeo lateral: (Código Estructural, Artículo 6.3.2)

Si la esbeltez $\bar{\lambda}_{LT} \leq 0.4$ o la relación $M_{Ed} / M_{cr} \leq 0.16$ se puede ignorar el efecto del pandeo, y comprobar únicamente la resistencia de la sección transversal.

$\bar{\lambda}_{LT}$: Esbeltez reducida.

$\bar{\lambda}_{LT}^{+}$: 0.45

$\bar{\lambda}_{LT}^{-}$: 0.58

M_{Ed} / M_{cr}: Relación de momentos.

M_{Ed}^{+} / M_{cr}^{+} : 0.008

M_{Ed}^{-} / M_{cr}^{-} : 0.039

Donde:

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico de la sección. $W_{pl,y}$: 628.00 cm³

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

M_{cr}: Momento crítico elástico de pandeo lateral. M_{cr}^{+} : 857.64 kN·m

M_{cr}^{-} : 504.80 kN·m

El momento crítico elástico de pandeo lateral 'M_{cr}' se determina de la siguiente forma:

Siendo:

I_z: Inercia a flexión alrededor del eje Z. I_z : 604.00 cm4

I_t: Módulo de torsión uniforme I_t : 19.92 cm4

I_w: Constante de alabeo.	**I_w** :	*126000.00*	cm6
E: Módulo de elasticidad longitudinal.	**E** :	*210000*	MPa
G: Módulo de elasticidad transversal.	**G** :	*81000*	MPa
L_c^+: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior.	**L_c^+** :	*1.500*	m
L_c^-: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior.	**L_c^-** :	*2.000*	m
C_1: Coeficiente que depende de la carga y de las condiciones de vinculación de los extremos.	**C_1** :	*1.00*	
C_2: Coeficiente que depende de la carga y de las condiciones de vinculación de los extremos.	**C_2** :	*1.00*	
C_3: Coeficiente que depende de la carga y de las condiciones de vinculación de los extremos.	**C_3** :	*1.00*	
k_z: Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al giro de la sección transversal en los extremos de la barra.	**k_z^+** :	*0.10*	
	k_z^- :	*0.13*	
k_w: Coeficiente de longitud eficaz, que depende de las restricciones al alabeo en los extremos de la barra.	**k_w^+** :	*0.10*	
	k_w^- :	*0.13*	
z_g: Distancia entre el punto de aplicación de la carga y el centro de esfuerzos cortantes, respecto al eje Z.	**z_g** :	*0.00*	mm

Siendo:

z_a: Distancia en la dirección del eje Z entre el punto de aplicación de la carga y el centro geométrico.	**z_a** :	*0.00*	mm
z_s: Distancia en la dirección del eje Z entre el centro de esfuerzos cortantes y el centro geométrico.	**z_s** :	*0.00*	mm
z_j: Parámetro de asimetría de la sección, respecto al eje Y.	**z_j** :	*0.00*	mm

Resistencia a flexión eje Z (Código Estructural, Artículo A22.6.2.5)

Se debe satisfacer:

η : ***0.027*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N4, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.9·V(90°)H1+1.5·N(EI).

M_{Ed}^+: Valor de cálculo del momento flector. **M_{Ed}^+** : *0.88* kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N4, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(180°)H1.

M_{Ed}^-: Valor de cálculo del momento flector. **M_{Ed}^-** : *0.74* kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$M_{c,Rd}$: *32.74* kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico de la sección. $W_{pl,z}$: 125.00 cm³

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.05

Resistencia a corte Z (Código Estructural, Artículo A22.6.2.6)

Se debe satisfacer:

η : **0.037** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N54, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.9·V(180°)H2+1.5·N(R)1.

V_{Ed}: Valor de cálculo del esfuerzo cortante. V_{Ed} : 14.19 kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$V_{c,Rd}$: 388.15 kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. A_v : 25.67 cm²

Siendo:

- **A**: Área de la sección transversal. **A** : 53.80 cm²
- **b**: Ancho total de la sección. **b** : 150.00 mm
- t_f: Espesor del ala. t_f : 10.70 mm
- t_w: Espesor del alma. t_w : 7.10 mm
- **r**: Radio de acuerdo entre ala y alma. **r** : 15.00 mm

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.05

Abolladura por cortante del alma: (Código estructural, Artículo A25.5)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

35.01 < **55.46** ✓

Donde:

λ_w: Esbeltez del alma. λ_w : 35.01

$\lambda_{máx}$: Esbeltez máxima. $\lambda_{máx}$: *55.46*

η: Coeficiente que permite considerar la resistencia adicional en régimen plástico debida al endurecimiento por deformación del material. η : *1.20*

ε: Factor de reducción. ε : *0.92*

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. f_{ref} : *235.00* MPa

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

Resistencia a corte Y (Código Estructural, Artículo A22.6.2.6)

Se debe satisfacer:

η : ***0.001*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N4, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(90°)H1+0.75·N(EI).

V_{Ed}: Valor de cálculo del esfuerzo cortante. V_{Ed} : *0.67* kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$V_{c,Rd}$: *514.41* kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. A_v : *34.02* cm²

Siendo:

A: Área de la sección bruta. A : *53.80* cm²

d: Altura del alma. d : *278.60* mm

t_w: Espesor del alma. t_w : *7.10* mm

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.05*

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (Código Estructural, Artículo A22.6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

12.90 kN ≤ 194.08 kN ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·N(EI).

$\mathbf{V_{Ed}}$: Valor de cálculo del esfuerzo cortante. $\mathbf{V_{Ed}}$: *12.90* kN

$\mathbf{V_{c,Rd}}$: Valor de cálculo de la resistencia a esfuerzo cortante. $\mathbf{V_{c,Rd}}$: *388.15* kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (Código Estructural, Artículo A22.6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

0.67 kN ≤ 257.21 kN ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(90°)H1+0.75·N(EI).

$\mathbf{V_{Ed}}$: Valor de cálculo del esfuerzo cortante. $\mathbf{V_{Ed}}$: *0.67* kN

$\mathbf{V_{c,Rd}}$: Valor de cálculo de la resistencia a esfuerzo cortante. $\mathbf{V_{c,Rd}}$: *514.41* kN

Resistencia a flexión y axil combinados (Código Estructural, Artículo A22.6.2.9)

Se debe satisfacer:

η : ***0.026*** ✓

η : ***0.164*** ✓

η : ***0.164*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N54, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.9·V(180°)H2+1.5·N(R)1.

Donde:

$N_{t,Ed}$: Valor de cálculo del esfuerzo axil de tracción.	**$N_{t,Ed}$** :	*44.97*	kN
$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Valores de cálculo de los momentos solicitantes pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.	**$M_{y,Ed}^-$** :	*19.93*	kN·m
	$M_{z,Ed}^-$:	*0.36*	kN·m
Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.	**Clase** :	*1*	
$M_{N,Rd,y}$, $M_{N,Rd,z}$: Momentos resistentes plásticos reducidos debido al esfuerzo axil, según los ejes Y y Z, respectivamente.	**$M_{N,Rd,y}$** :	*164.48*	kN·m
	$M_{N,Rd,z}$:	*32.74*	kN·m

	α :	*2.000*	
	β :	*1.000*	

Siendo:

	n :	*0.032*	
$N_{pl,Rd}$: Resistencia a tracción.	**$N_{pl,Rd}$** :	*1409.05*	kN
$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.	**$M_{pl,Rd,y}$** :	*164.48*	kN·m
	$M_{pl,Rd,z}$:	*32.74*	kN·m
	a :	*0.40*	
A: Área de la sección bruta.	**A** :	*53.80*	cm²
b: Ancho total de la sección.	**b** :	*15.00*	cm
t_f: Espesor del ala.	**t_f** :	*10.70*	mm

Resistencia a pandeo: (Código Estructural, Artículo 6.3.3)

A: Área de la sección bruta.	**A** :	*53.80*	cm²
$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra con mayor tensión, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.	**$W_{pl,y}$** :	*628.00*	cm³
	$W_{pl,z}$:	*125.00*	cm³
f_y: Límite elástico.	**f_y** :	*275.00*	MPa
γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material.	γ_{M1} :	*1.05*	
K_{yy}, K_{yz}, K_{zy}, K_{zz}: Coeficientes de interacción.	**K_{yy}** :	*1.00*	
	K_{yz} :	*1.00*	
	K_{zy} :	*1.00*	
	K_{zz} :	*1.00*	
χ_{LT}: Coeficiente de reducción para pandeo lateral torsional.	χ_{LT} :	*1.00*	

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (Código Estructural, Artículo A22.6.2.10)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·N(EI).

12.90 kN ≤ 193.80 kN ✓

Donde:

$\mathbf{V_{Ed,z}}$: Valor de cálculo del esfuerzo cortante. $\mathbf{V_{Ed,z}}$: *12.90* kN

$\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: Valor de cálculo de la resistencia a esfuerzo cortante. $\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: *387.60* kN

Resistencia a torsión (Código Estructural, Artículo A22.6.2.7)

Se debe satisfacer:

η : ***0.004*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·N(EI).

$\mathbf{T_{Ed}}$: Valor de cálculo de los momentos a torsión totales. $\mathbf{T_{Ed}}$: *0.01* kN·m

El momento torsor resistente de cálculo $\mathbf{T_{Rd}}$ viene dado por:

$\mathbf{T_{Rd}}$: *2.82* kN·m

Donde:

$\mathbf{W_T}$: Módulo de resistencia a torsión. $\mathbf{W_T}$: *18.62* cm³

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. $\mathbf{f_y}$: *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.05*

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (Código Estructural, Artículo A22.6.2.7)

Se debe satisfacer:

η : ***0.037*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N54, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.9·V(180°)H2+1.5·N(R)1.

V_{Ed}: Valor de cálculo del esfuerzo cortante. V_{Ed} : 14.19 kN

T_{Ed}: Valor de cálculo de los momentos a torsión totales. T_{Ed} : 0.01 kN·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$V_{pl,T,Rd}$: 387.82 kN

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Valor de cálculo de la resistencia plástica a cortante. $V_{pl,Rd}$: 388.15 kN

$\tau_{t,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. $\tau_{t,Ed}$: 0.33 MPa

Siendo:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. W_T : 18.62 cm³

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.05

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (Código Estructural, Artículo A22.6.2.7)

Se debe satisfacer:

η : **0.001** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N4, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(90°)H1+0.75·N(EI).

V_{Ed}: Valor de cálculo del esfuerzo cortante. V_{Ed} : 0.67 kN

T_{Ed}: Valor de cálculo de los momentos a torsión totales. T_{Ed} : 0.01 kN·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$V_{pl,T,Rd}$: 513.91 kN

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Valor de cálculo de la resistencia plástica a cortante. $V_{pl,Rd}$: 514.41 kN

$\tau_{t,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. $\tau_{t,Ed}$: 0.37 MPa

Siendo:

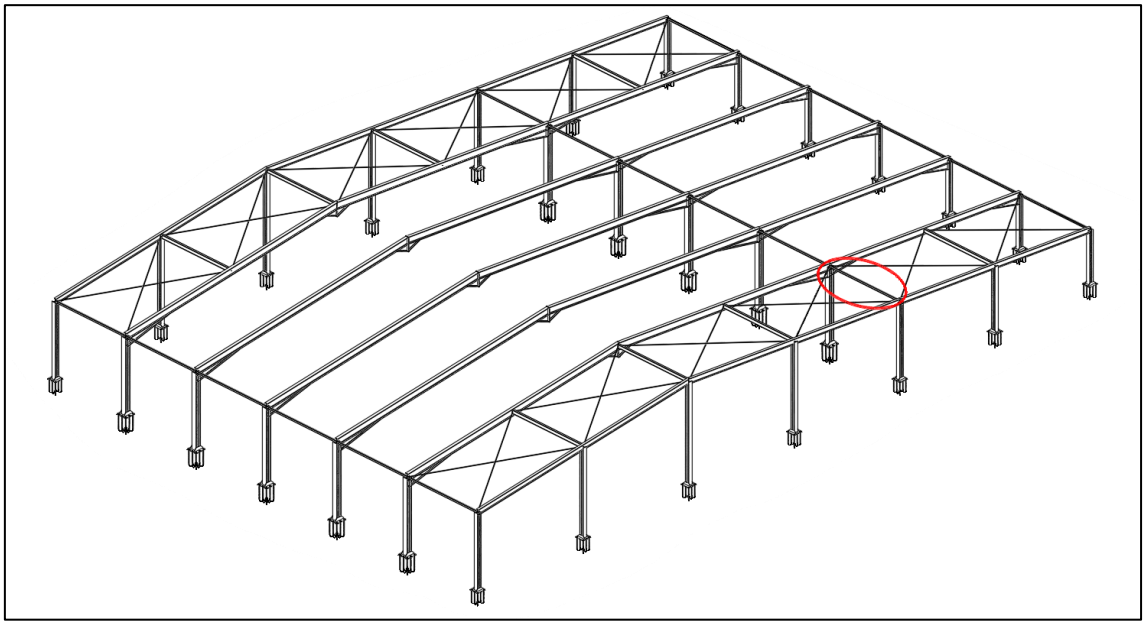
W_T: Módulo de resistencia a torsión. W_T : 18.62 cm³

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.05

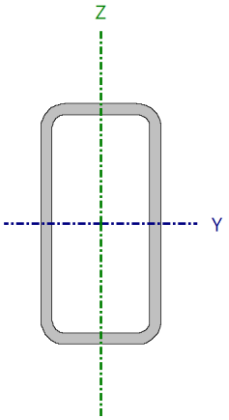
8.6. Cálculo y comprobación de las vigas de atado

También presentan uniones rígidas.



Barra N39/N46

Perfil: RHS 100x50x5.0
Material: Acero (S275 (UNE-EN 10025-2))



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	$I_y^{(1)}$ (cm4)	$I_z^{(1)}$ (cm4)	$I_t^{(2)}$ (cm4)
N39	N46	5.000	13.34	157.28	51.97	134.46

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.00	1.00	0.00	0.00
L_K	5.000	5.000	0.000	0.000
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
β: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Barra	COMPROBACIONES (CÓDIGO ESTRUCTURAL)													Estado
	λ_w	N_t	N_c	M_Y	M_Z	V_Z	V_Y	M_YV_Z	M_ZV_Y	NM_YM_Z	$NM_YM_ZV_YV_Z$	M_t	M_tV_Z	M_tV_Y	
N39/N46	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	η = 1.8	η = 87.8	x: 0 m η = 7.1	x: 5 m η = 1.5	x: 0 m η = 0.4	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 91.6	η < 0.1	η = 0.8	x: 0 m η = 0.4	η = 0.1	**CUMPLE η = 91.6**

Barra	COMPROBACIONES (CÓDIGO ESTRUCTURAL)														Estado
	λ_w	N_t	N_c	M_Y	M_Z	V_Z	V_Y	M_YV_Z	M_ZV_Y	NM_YM_Z	$NM_YM_ZV_YV_Z$	M_t	M_tV_Z	M_tV_Y	

Notación:
λ_w: Abolladura del alma inducida por el ala comprimida
N_t: Resistencia a tracción
N_c: Resistencia a compresión
M_Y: Resistencia a flexión eje Y
M_Z: Resistencia a flexión eje Z
V_Z: Resistencia a corte Z
V_Y: Resistencia a corte Y
M_YV_Z: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados
M_ZV_Y: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados
NM_YM_Z: Resistencia a flexión y axil combinados
$NM_YM_ZV_YV_Z$: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados
M_t: Resistencia a torsión
M_tV_Z: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados
M_tV_Y: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados
x: Distancia al origen de la barra
η: Coeficiente de aprovechamiento (%)

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Código estructural, Artículo A25.8)

Se debe satisfacer:

$$\mathbf{18.00 \leq 434.67}$$ ✓

Donde:

h_w: Canto del alma	**h_w** :	*90.00*	mm
t_w: Espesor del alma.	**t_w** :	*5.00*	mm
A_w: Área del alma.	**A_w** :	*9.00*	cm²
A_{fc}: Área eficaz del ala comprimida.	**A_{fc}** :	*2.50*	cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección.	**k** :	*0.30*	
E: Módulo de elasticidad longitudinal.	**E** :	*210000*	MPa
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida.	**f_{yf}** :	*275.00*	MPa

Siendo:

Resistencia a tracción (Código Estructural, Artículo A22.6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \mathbf{0.018}$$ ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(180°)H1+0.75·N(R)2.

N_{Ed}: Valor de cálculo del esfuerzo axil de tracción. **N_{Ed}** : *6.33* kN

La resistencia de cálculo a tracción **$N_{t,Rd}$** viene dada por:

$N_{t,Rd}$: *349.41* kN

Donde:

A: Área de la sección transversal. **A** : *13.34* cm²

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.05

Resistencia a compresión (Código Estructural, Artículo A22.6.2.4)

Se debe satisfacer:

η : **0.088** ✓

η : **0.878** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+0.9·V(270°)H1+1.5·N(EI).

$N_{c,Ed}$: Valor de cálculo de la fuerza de compresión. $N_{c,Ed}$: 30.68 kN

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$N_{c,Rd}$: 349.41 kN

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : 1

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : 13.34 cm²

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : 1.05

Resistencia a pandeo: (Código Estructural, Artículo 6.3.1)

La resistencia de cálculo a pandeo $N_{b,Rd}$ en una barra comprimida viene dada por:

$N_{b,Rd}$: 34.96 kN

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : 13.34 cm²

f_y: Límite elástico. f_y : 275.00 MPa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M1} : 1.05

χ: Coeficiente de reducción por pandeo.

χ_y : 0.26

χ_z : 0.10

Siendo:

ϕ_y : 2.27

ϕ_z : 5.42

α: Coeficiente de imperfección.

α_y : 0.49

α_z : 0.49

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

$\bar{\lambda}_y$: 1.68

$\bar{\lambda}_z$: 2.92

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. **N_{cr}** : 43.08 kN

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. **$N_{cr,y}$** : 130.39 kN

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. **$N_{cr,z}$** : 43.08 kN

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. **$N_{cr,T}$** : ∞

Donde:

I_y: Inercia a flexión alrededor del eje Y. **I_y** : 157.28 cm4

I_z: Inercia a flexión alrededor del eje Z. **I_z** : 51.97 cm4

I_t: Módulo de torsión uniforme **I_t** : 134.46 cm4

I_w: Constante de alabeo de la sección. **I_w** : 0.00 cm6

E: Módulo de elasticidad longitudinal. **E** : 210000 MPa

G: Módulo de elasticidad transversal. **G** : 81000 MPa

L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. **L_{ky}** : 5.000 m

L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. **L_{kz}** : 5.000 m

L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión. **L_{kt}** : 0.000 m

i_0: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión. **i_0** : 3.96 cm

Siendo:

i_y : 3.43 cm

i_y , i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

i_z : *1.97* cm

y_0 , z_0: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

y_0 : *0.00* mm

z_0 : *0.00* mm

Resistencia a flexión eje Y (Código Estructural, Artículo A22.6.2.5)

Se debe satisfacer:

η : ***0.071*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N39, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(90°)H1.

M_{Ed}^+: Valor de cálculo del momento flector. M_{Ed}^+ : *0.29* kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N39, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(270°)H1+0.75·N(EI).

M_{Ed}^-: Valor de cálculo del momento flector. M_{Ed}^- : *0.76* kN·m

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$M_{c,Rd}$: *10.66* kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico de la sección. $W_{pl,y}$: *40.72* cm³

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.05*

Resistencia a pandeo lateral: (Código Estructural, Artículo 6.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z (Código Estructural, Artículo A22.6.2.5)

Se debe satisfacer:

η : ***0.015*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N46, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.9·V(0°)H2+1.5·N(EI).

M_{Ed}^+: Valor de cálculo del momento flector. **M_{Ed}^+** : *0.10* kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N46, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(270°)H1.

M_{Ed}^-: Valor de cálculo del momento flector. **M_{Ed}^-** : *0.06* kN·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$M_{c,Rd}$: *6.51* kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico de la sección. **$W_{pl,z}$** : *24.87* cm³

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

Resistencia a corte Z (Código Estructural, Artículo A22.6.2.6)

Se debe satisfacer:

η : ***0.004*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N39, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(270°)H1+0.75·N(EI).

V_{Ed}: Valor de cálculo del esfuerzo cortante. **V_{Ed}** : *0.51* kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$V_{c,Rd}$: *136.09* kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. **A_v** : *9.00* cm²

Siendo:

d: Altura del alma. **d** : *90.00* mm

t_w: Espesor del alma. **t_w** : *5.00* mm

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.05*

Abolladura por cortante del alma: (Código estructural, Artículo A25.5)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

18.00 < **55.46** ✓

Donde:

λ_w: Esbeltez del alma. λ_w : *18.00*

$\lambda_{máx}$: Esbeltez máxima. $\lambda_{máx}$: *55.46*

η: Coeficiente que permite considerar la resistencia adicional en régimen plástico debida al endurecimiento por deformación del material. η : *1.20*

ε: Factor de reducción. ε : *0.92*

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. f_{ref} : *235.00* MPa

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

Resistencia a corte Y (Código Estructural, Artículo A22.6.2.6)

Se debe satisfacer:

η : ***0.001*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+0.9·V(0°)H2+1.5·N(EI).

V_{Ed}: Valor de cálculo del esfuerzo cortante. V_{Ed} : *0.04* kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$V_{c,Rd}$: *65.64* kN

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. A_v : *4.34* cm²

Siendo:

A: Área de la sección bruta. **A** : *13.34* cm²
d: Altura del alma. **d** : *90.00* mm
$\mathbf{t_w}$: Espesor del alma. $\mathbf{t_w}$: *5.00* mm

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. $\mathbf{f_y}$: *275.00* MPa
γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.05*

Abolladura por cortante del alma: (Código estructural, Artículo A25.5)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

10.00 < **55.46** ✓

Donde:

λ_w: Esbeltez del alma. λ_w : *10.00*

$\lambda_{máx}$: Esbeltez máxima. $\lambda_{máx}$: *55.46*

η: Coeficiente que permite considerar la resistencia adicional en régimen plástico debida al endurecimiento por deformación del material. η : *1.20*
ε: Factor de reducción. ε : *0.92*

Siendo:

$\mathbf{f_{ref}}$: Límite elástico de referencia. $\mathbf{f_{ref}}$: *235.00* MPa
$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. $\mathbf{f_y}$: *275.00* MPa

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (Código Estructural, Artículo A22.6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

0.51 kN ≤ **68.04 kN** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(270°)H1+0.75·N(EI).

$\mathbf{V_{Ed}}$: Valor de cálculo del esfuerzo cortante. $\mathbf{V_{Ed}}$: *0.51* kN

$V_{c,Rd}$: Valor de cálculo de la resistencia a esfuerzo cortante. **$V_{c,Rd}$** : *136.09* kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (Código Estructural, Artículo A22.6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **$V_{c,Rd}$**.

0.04 kN ≤ 32.82 kN ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+0.9·V(0°)H2+1.5·N(EI).

V_{Ed}: Valor de cálculo del esfuerzo cortante. **V_{Ed}** : *0.04* kN

$V_{c,Rd}$: Valor de cálculo de la resistencia a esfuerzo cortante. **$V_{c,Rd}$** : *65.64* kN

Resistencia a flexión y axil combinados (Código Estructural, Artículo A22.6.2.9)

Se debe satisfacer:

η : ***0.009*** ✓

η : ***0.433*** ✓

η : ***0.916*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N39, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.9·V(270°)H1+1.5·N(EI).

Donde:

$N_{c,Ed}$: Valor de cálculo de la fuerza de compresión. **$N_{c,Ed}$** : *30.68* kN

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Valores de cálculo de los momentos solicitantes pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$M_{y,Ed}^{-}$: *0.65* kN·m

$M_{z,Ed}^{-}$: *0.03* kN·m

Clase : *1*

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

$M_{N,Rd,y}$, $M_{N,Rd,z}$: Momentos resistentes plásticos reducidos debido al esfuerzo axil, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$M_{N,Rd,y}$: *10.66* kN·m

$M_{N,Rd,z}$: *6.51* kN·m

α : *1.675*

β : *1.675*

Siendo:

n : *0.088*

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta.

$N_{pl,Rd}$: *349.41* kN

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$M_{pl,Rd,y}$: *10.66* kN·m

$M_{pl,Rd,z}$: *6.51* kN·m

a_w : *0.50*

a_f : *0.25*

A: Área de la sección bruta. **A** : *13.34* cm²

b: Ancho total de la sección. **b** : *5.00* cm

h: Canto de la sección. **h** : *100.0* mm

t_f: Espesor del ala. t_f : *5.00* mm

t_w: Espesor del alma. t_w : *5.00* mm

Resistencia a pandeo: (Código Estructural, Artículo 6.3.3)

A: Área de la sección bruta. **A** : *13.34* cm²

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra con mayor tensión, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$W_{pl,y}$: *40.72* cm³

$W_{pl,z}$: *24.87* cm³

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M1} : *1.05*

K_{yy}, K_{yz}, K_{zy}, K_{zz}: Coeficientes de interacción.

K_{yy} : *1.38*

K_{yz} : *3.39*

K_{zy} : *0.52*

K_{zz} : *1.29*

Términos auxiliares:

μ_y : *0.82*

μ_z : *0.31*

C_{yy} : *0.77*

C_{yz} : *0.48*

C_{zy} : *0.48*

C_{zz} : *0.84*

a_{LT} : *0.15*

b_{LT} : *0.00*

c_{LT} : *0.00*

d_{LT} : *0.00*

e_{LT} : *0.00*

w_y : *1.29*

w_z : *1.20*

n_{pl} : *0.09*

Puesto que:

0.00 ≤ **0.14**

$C_{m,y}$: *1.00*

$C_{m,z}$: *1.00*

$C_{m,LT}$: *1.00*

$C_{m,y,0}$, $C_{m,z,0}$: Coeficientes para la obtención de la distribución uniforme del momento equivalente.
$C_{m,y,0}$: *1.00*
$C_{m,z,0}$: *1.00*

C_1: Coeficiente que depende de la carga y de las condiciones de vinculación de los extremos.
C_1 : *1.00*

χ_y, χ_z: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.
χ_y : *0.26*
χ_z : *0.10*

χ_{LT}: Coeficiente de reducción para pandeo lateral torsional.
χ_{LT} : *1.00*

$\bar{\lambda}_{máx}$: Esbeltez máxima entre $\bar{\lambda}_y$ y $\bar{\lambda}_z$.
$\bar{\lambda}_{máx}$: *2.92*

$\bar{\lambda}_y$, $\bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.
$\bar{\lambda}_y$: *1.68*
$\bar{\lambda}_z$: *2.92*

$\bar{\lambda}_{LT}$: Esbeltez adimensional de pandeo lateral.
$\bar{\lambda}_{LT}$: *0.00*

$\bar{\lambda}_0$: Esbeltez adimensional de pandeo lateral cuando actúa un momento uniforme.
$\bar{\lambda}_0$: *0.00*

$W_{el,y}$, $W_{el,z}$: Módulos resistentes elásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.
$W_{el,y}$: *31.46* cm³
$W_{el,z}$: *20.79* cm³

$N_{cr,y}$: Esfuerzo axil crítico elástico por pandeo por flexión alrededor del eje Y.
$N_{cr,y}$: *130.39* kN

$N_{cr,z}$: Esfuerzo axil crítico elástico por pandeo por flexión alrededor del eje Z.
$N_{cr,z}$: *43.08* kN

I_y: Inercia a flexión alrededor del eje Y.
I_y : *157.28* cm4

I_t: Módulo de torsión uniforme
I_t : *134.46* cm4

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (Código Estructural, Artículo A22.6.2.10)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(270°)H1+0.75·N(EI).

0.51 kN ≤ **67.89 kN** ✓

Donde:

$V_{Ed,z}$: Valor de cálculo del esfuerzo cortante. **$V_{Ed,z}$** : *0.51* kN

$V_{c,Rd,z}$: Valor de cálculo de la resistencia a esfuerzo cortante. **$V_{c,Rd,z}$** : *135.78* kN

Resistencia a torsión (Código Estructural, Artículo A22.6.2.7)

Se debe satisfacer:

η : ***0.008*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·N(EI).

T_{Ed}: Valor de cálculo de los momentos a torsión totales. **T_{Ed}** : *0.05* kN·m

El momento torsor resistente de cálculo **T_{Rd}** viene dado por:

T_{Rd} : *6.46* kN·m

Donde:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. **W_T** : *42.75* cm³

f_y: Límite elástico. **f_y** : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.05*

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (Código Estructural, Artículo A22.6.2.7)

Se debe satisfacer:

η : ***0.004*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N39, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(270°)H1+0.75·N(EI).

V_{Ed}: Valor de cálculo del esfuerzo cortante. **V_{Ed}** : *0.51* kN

T_{Ed}: Valor de cálculo de los momentos a torsión totales. **T_{Ed}** : *0.01* kN·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$V_{pl,T,Rd}$: *135.78* kN

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Valor de cálculo de la resistencia plástica a cortante. $V_{pl,Rd}$: *136.09* kN

$\tau_{t,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. $\tau_{t,Ed}$: *0.34* MPa

Siendo:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. W_T : *42.75* cm³

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.05*

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (Código Estructural, Artículo A22.6.2.7)

Se debe satisfacer:

η : ***0.001*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+0.9·V(0°)H2+1.5·N(EI).

V_{Ed}: Valor de cálculo del esfuerzo cortante. V_{Ed} : *0.04* kN

T_{Ed}: Valor de cálculo de los momentos a torsión totales. T_{Ed} : *0.04* kN·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$V_{pl,T,Rd}$: *65.21* kN

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Valor de cálculo de la resistencia plástica a cortante. $V_{pl,Rd}$: *65.64* kN

$\tau_{t,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. $\tau_{t,Ed}$: *1.00* MPa

Siendo:

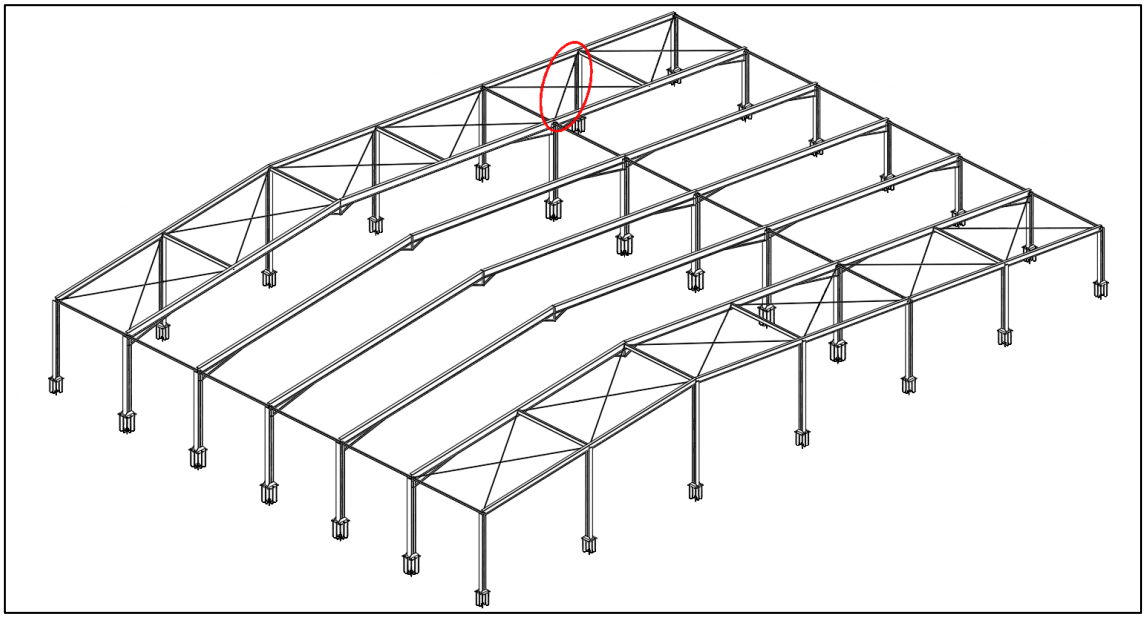
W_T: Módulo de resistencia a torsión. W_T : *42.75* cm³

f_y: Límite elástico. f_y : *275.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.05*

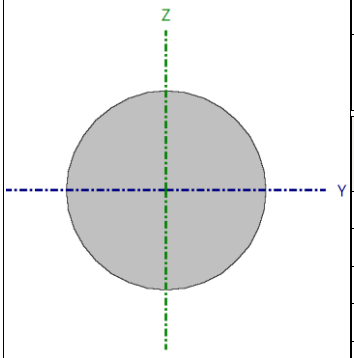
8.7. Cálculo y comprobación de tirantes

Su función será de arriostramiento.



Barra N68/N4

Perfil: R 20
Material: Acero (S275 (UNE-EN 10025-2))



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y(1) (cm4)	I_z(1) (cm4)	I_t(2) (cm4)
N68	N4	8.427	3.14	0.79	0.79	1.57

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	0.00	0.00	0.00	0.00
L_K	0.000	0.000	0.000	0.000
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
β: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Barra	COMPROBACIONES (CÓDIGO ESTRUCTURAL)												Estado
	N_t	N_c	M_Y	M_Z	V_Z	V_Y	M_YV_Z	M_ZV_Y	NM_YM_Z	$NM_YM_ZV_YV_Z$	M_t	M_tV_Z	M_tV_Y	
N68/N4	η = 50.8	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	N.P.(4)	N.P.(4)	N.P.(5)	N.P.(6)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(8)	**CUMPLE η = 50.8**

Barra	COMPROBACIONES (CÓDIGO ESTRUCTURAL)												Estado
	N_t	N_c	M_Y	M_Z	V_Z	V_Y	M_YV_Z	M_ZV_Y	NM_YM_Z	$NM_YM_ZV_YV_Z$	M_t	M_tV_Z	M_tV_Y	

Notación:
N_t: Resistencia a tracción
N_c: Resistencia a compresión
M_Y: Resistencia a flexión eje Y
M_Z: Resistencia a flexión eje Z
V_Z: Resistencia a corte Z
V_Y: Resistencia a corte Y
M_YV_Z: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados
M_ZV_Y: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados
NM_YM_Z: Resistencia a flexión y axil combinados
$NM_YM_ZV_YV_Z$: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados
M_t: Resistencia a torsión
M_tV_Z: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados
M_tV_Y: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados
x: Distancia al origen de la barra
η: Coeficiente de aprovechamiento (%)
N.P.: No procede

Comprobaciones que no proceden (N.P.):
(1) La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.
(2) La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.
(3) La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.
(4) No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.
(5) No hay interacción entre axil y momento flector ni entre momentos flectores en ambas direcciones para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.
(6) No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.
(7) La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.
(8) No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a tracción (Código Estructural, Artículo A22.6.2.3)

Se debe satisfacer:

η : ***0.508*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·N(EI).

N_{Ed}: Valor de cálculo del esfuerzo axil de tracción. **N_{Ed}** : *40.31* kN

La resistencia de cálculo a tracción **$N_{t,Rd}$** viene dada por:

$N_{t,Rd}$: *79.29* kN

Donde:

A: Área de la sección transversal. **A** : *3.14* cm²

f_y: Límite elástico. **f_y** : *265.00* MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : *1.05*

Resistencia a compresión (Código Estructural, Artículo A22.6.2.4)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.

Resistencia a flexión eje Y (Código Estructural, Artículo A22.6.2.5)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a flexión eje Z (Código Estructural, Artículo A22.6.2.5)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a corte Z (Código Estructural, Artículo A22.6.2.6)
La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a corte Y (Código Estructural, Artículo A22.6.2.6)
La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (Código Estructural, Artículo A22.6.2.8)
No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (Código Estructural, Artículo A22.6.2.8)
No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a flexión y axil combinados (Código Estructural, Artículo A22.6.2.9)
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.

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (Código Estructural, Artículo A22.6.2.10)
No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a torsión (Código Estructural, Artículo A22.6.2.7)
La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (Código Estructural, Artículo A22.6.2.7)
No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (Código Estructural, Artículo A22.6.2.7)
No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

8.8. Resumen de comprobaciones de barras

Tras ver en detalle las comprobaciones de las barras más solicitadas, se adjunta una tabla resumen de las comprobaciones de todas las barras de la estructura:

Barras	COMPROBACIONES (CÓDIGO ESTRUCTURAL)														Estado
	λ_w	N_t	N_c	M_Y	M_Z	V_Z	V_Y	M_YV_Z	M_ZV_Y	NM_YM_Z	$NM_YM_ZV_YV_Z$	M_t	M_tV_Z	M_tV_Y	
N1/N2	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 4.5 m η = 0.2	x: 0 m η = 0.7	x: 0 m η = 5.3	x: 0 m η = 9.6	x: 0 m η = 1.4	x: 0 m η = 0.8	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 11.6	η < 0.1	η = 0.5	x: 0 m η = 1.4	x: 0 m η = 0.8	**CUMPLE η = 11.6**
N3/N4	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 4.5 m η = 0.4	x: 0 m η = 1.1	x: 0 m η = 4.6	x: 0 m η = 14.0	η = 0.9	x: 0 m η = 1.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 14.5	η < 0.1	η = 0.2	η = 0.9	x: 0 m η = 1.1	**CUMPLE η = 14.5**
N2/N57	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 7.537 m η = 0.3	x: 0 m η = 0.7	x: 7.537 m η = 12.7	x: 2.638 m η = 2.2	x: 7.537 m η = 3.8	x: 0 m η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 7.537 m η = 13.5	η < 0.1	η = 0.4	x: 7.537 m η = 3.8	x: 0 m η = 0.1	**CUMPLE η = 13.5**
N57/N5	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 7.537 m η = 1.6	x: 0 m η = 1.1	x: 0 m η = 10.6	x: 0 m η = 2.4	x: 0 m η = 3.5	x: 0 m η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 7.537 m η = 13.2	η < 0.1	η = 0.4	x: 0 m η = 3.5	x: 0 m η = 0.1	**CUMPLE η = 13.2**
N4/N54	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 7.537 m η = 3.6	x: 0 m η = 1.2	x: 7.537 m η = 12.1	x: 0 m η = 2.7	x: 7.537 m η = 3.7	x: 0 m η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 7.537 m η = 16.4	η < 0.1	η = 0.4	x: 7.537 m η = 3.7	x: 0 m η = 0.1	**CUMPLE η = 16.4**
N54/N5	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 7.537 m η = 2.8	x: 0 m η = 1.1	x: 7.537 m η = 10.3	x: 7.537 m η = 3.7	x: 0 m η = 3.5	x: 0 m η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 7.537 m η = 16.2	η < 0.1	η = 0.4	x: 0 m η = 3.5	x: 0 m η = 0.1	**CUMPLE η = 16.2**
N6/N7	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 3.15 m η = 0.2	x: 0 m η = 0.6	x: 0 m η = 8.3	x: 0 m η = 5.4	x: 0 m η = 2.3	x: 0 m η = 0.6	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 10.6	η < 0.1	η = 0.3	x: 0 m η = 2.3	x: 0 m η = 0.6	**CUMPLE η = 10.6**
N7/N61	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 6.784 m η = 0.4	x: 0 m η = 0.7	x: 6.784 m η = 10.3	x: 6.784 m η = 1.8	x: 6.784 m η = 3.5	x: 0 m η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 6.784 m η = 10.7	η < 0.1	η = 0.1	x: 6.784 m η = 2.5	x: 0 m η = 0.1	**CUMPLE η = 10.7**
N61/N4	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 6.784 m η = 2.0	x: 0 m η = 0.8	x: 6.784 m η = 10.1	x: 6.784 m η = 2.7	x: 6.784 m η = 3.2	x: 0 m η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 6.784 m η = 12.6	η < 0.1	η = 0.1	x: 6.784 m η = 3.2	x: 0 m η = 0.1	**CUMPLE η = 12.6**
N8/N9	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 4.5 m η = 0.5	x: 0 m η = 2.7	x: 4.5 m η = 75.4	x: 0 m η = 5.9	η = 20.3	η = 0.2	η < 0.1	η < 0.1	x: 4.5 m η = 77.8	η < 0.1	η = 0.5	η = 20.3	η = 0.2	**CUMPLE η = 77.8**
N10/N11	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 4.5 m η = 0.8	x: 0 m η = 3.9	x: 4.5 m η = 44.9	x: 0 m η = 5.9	η = 11.7	η = 0.2	η < 0.1	η < 0.1	x: 4.5 m η = 48.6	η < 0.1	η = 0.3	η = 11.7	η = 0.2	**CUMPLE η = 48.6**
N9/N64	x: 0.749 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 7.537 m η = 1.6	x: 2.999 m η = 7.7	x: 0 m η = 46.6	x: 7.537 m η = 0.8	x: 2.812 m η = 9.2	x: 2.999 m η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 3.001 m η = 52.5	η < 0.1	x: 3.001 m η = 2.2	x: 2.812 m η = 9.2	x: 2.999 m η < 0.1	**CUMPLE η = 52.5**
N64/N12	x: 7.338 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 6.738 m η = 2.4	x: 0 m η = 8.2	x: 4.492 m η = 31.0	x: 6.736 m η = 1.4	x: 0 m η = 4.6	x: 0 m η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 4.492 m η = 40.3	η < 0.1	x: 6.738 m η = 3.1	x: 0 m η = 4.6	x: 6.738 m η < 0.1	**CUMPLE η = 40.3**
N11/N66	x: 0.749 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 7.537 m η = 2.3	x: 2.999 m η = 9.6	x: 0 m η = 47.4	x: 0 m η = 1.9	x: 3.001 m η = 9.1	x: 2.999 m η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 3.001 m η = 58.9	η < 0.1	x: 3.001 m η = 2.1	x: 3.001 m η = 9.2	x: 2.999 m η < 0.1	**CUMPLE η = 58.9**
N66/N12	x: 7.338 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 6.738 m η = 2.8	x: 0 m η = 8.9	x: 4.492 m η = 30.3	x: 6.736 m η = 0.6	x: 0 m η = 4.7	x: 0 m η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 4.492 m η = 40.1	η < 0.1	x: 6.738 m η = 2.1	x: 0 m η = 4.8	x: 0 m η < 0.1	**CUMPLE η = 40.1**
N13/N14	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 3.15 m η = 0.4	x: 0 m η = 1.9	x: 3.15 m η = 34.4	x: 0 m η = 3.3	η = 11.8	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 36.5	η < 0.1	η = 0.1	η = 11.8	η = 0.1	**CUMPLE η = 36.5**
N14/N68	x: 0.499 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 6.784 m η = 0.9	x: 1.999 m η = 4.9	x: 0 m η = 14.3	x: 6.784 m η = 0.6	x: 2.001 m η = 5.1	x: 1.999 m η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 5.759 m η = 17.3	η < 0.1	x: 1.999 m η = 0.2	x: 2.001 m η = 5.1	x: 1.999 m η < 0.1	**CUMPLE η = 17.3**
N68/N11	x: 6.285 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 4.785 m η = 1.5	x: 0 m η = 6.4	x: 4.783 m η = 29.0	x: 6.784 m η = 2.3	x: 4.909 m η = 7.5	x: 0 m η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 4.783 m η = 34.3	η < 0.1	x: 4.785 m η = 0.6	x: 4.909 m η = 7.5	x: 0 m η = 0.1	**CUMPLE η = 34.3**
N15/N16	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 4.5 m η = 0.5	x: 0 m η = 3.0	x: 4.5 m η = 87.4	x: 0 m η = 5.6	η = 23.8	η = 0.2	η < 0.1	η < 0.1	x: 4.5 m η = 90.0	η < 0.1	η < 0.1	η = 23.8	η = 0.2	**CUMPLE η = 90.0**
N17/N18	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 4.5 m η = 0.7	x: 0 m η = 4.1	x: 4.5 m η = 55.3	x: 0 m η = 5.5	η = 14.4	η = 0.2	η < 0.1	η < 0.1	x: 4.5 m η = 59.2	η < 0.1	η < 0.1	η = 11.1	η = 0.2	**CUMPLE η = 59.2**
N16/N19	x: 14.876 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 14.274 m η = 1.8	x: 2.999 m η = 13.4	x: 0 m η = 54.3	x: 3.001 m η = 0.1	x: 2.812 m η = 10.4	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 3.001 m η = 71.6	η < 0.1	x: 2.999 m η < 0.1	x: 2.812 m η = 8.5	x: 0 m η < 0.1	**CUMPLE η = 71.6**
N18/N19	x: 14.876 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 14.276 m η = 1.8	x: 2.999 m η = 13.4	x: 3.001 m η = 55.4	x: 2.999 m η < 0.1	x: 2.812 m η = 10.5	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 3.001 m η = 73.3	η < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(2)	**CUMPLE η = 73.3**
N20/N21	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 3.15 m η = 0.4	x: 0 m η = 1.9	x: 0 m η = 41.1	x: 0 m η = 3.0	η = 13.4	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 43.2	η < 0.1	η < 0.1	η = 13.4	η = 0.1	**CUMPLE η = 43.2**
N21/N18	x: 0.499 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 11.568 m η = 1.0	x: 1.999 m η = 3.6	x: 11.566 m η = 31.0	x: 11.568 m η = 0.1	x: 11.692 m η = 8.0	x: 1.999 m η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 11.566 m η = 33.5	η < 0.1	x: 2.001 m η = 0.1	x: 11.566 m η = 5.4	x: 2.001 m η < 0.1	**CUMPLE η = 33.5**
N22/N23	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 4.5 m η = 0.5	x: 0 m η = 3.0	x: 4.5 m η = 87.4	x: 0 m η = 5.5	η = 23.8	η = 0.2	η < 0.1	η < 0.1	x: 4.5 m η = 89.9	η < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(2)	**CUMPLE η = 89.9**
N24/N25	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 4.5 m η = 0.7	x: 0 m η = 4.1	x: 4.5 m η = 55.3	x: 0 m η = 5.2	η = 14.4	η = 0.2	η < 0.1	η < 0.1	x: 4.5 m η = 59.1	η < 0.1	η < 0.1	η = 11.1	η = 0.2	**CUMPLE η = 59.1**
N23/N26	x: 14.876 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 14.274 m η = 1.7	x: 2.999 m η = 13.4	x: 0 m η = 54.3	x: 14.274 m η < 0.1	x: 2.812 m η = 10.4	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	η < 0.1	N.P.(4)	x: 3.001 m η = 71.6	η < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(2)	**CUMPLE η = 71.6**
N25/N26	x: 14.876 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 14.276 m η = 1.7	x: 2.999 m η = 13.4	x: 3.001 m η = 55.4	x: 2.999 m η < 0.1	x: 2.812 m η = 10.5	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	η < 0.1	N.P.(4)	x: 3.001 m η = 73.3	η < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(2)	**CUMPLE η = 73.3**
N27/N28	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 3.15 m η = 0.4	x: 0 m η = 1.9	x: 0 m η = 41.1	x: 0 m η = 2.8	η = 13.4	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 42.7	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 10.9	η = 0.1	**CUMPLE η = 42.7**
N28/N25	x: 0.499 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 11.568 m η = 0.9	x: 1.999 m η = 3.6	x: 11.566 m η = 31.0	x: 1.999 m η < 0.1	x: 11.692 m η = 8.0	x: 1.999 m η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η < 0.1	x: 11.566 m η = 33.5	η < 0.1	x: 2.001 m η < 0.1	x: 11.566 m η = 5.4	x: 2.001 m η < 0.1	**CUMPLE η = 33.5**
N29/N30	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 4.5 m η = 0.5	x: 0 m η = 3.0	x: 4.5 m η = 87.4	x: 0 m η = 5.6	η = 23.8	η = 0.2	η < 0.1	η < 0.1	x: 4.5 m η = 90.0	η < 0.1	η < 0.1	η = 23.8	η = 0.2	**CUMPLE η = 90.0**
N31/N32	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 4.5 m η = 0.7	x: 0 m η = 4.1	x: 4.5 m η = 55.3	x: 0 m η = 5.5	η = 14.4	η = 0.2	η < 0.1	η < 0.1	x: 4.5 m η = 59.2	η < 0.1	η < 0.1	η = 11.1	η = 0.2	**CUMPLE η = 59.2**
N30/N33	x: 14.876 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 14.274 m η = 1.8	x: 2.999 m η = 13.4	x: 0 m η = 54.3	x: 3.001 m η = 0.1	x: 2.812 m η = 10.4	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 3.001 m η = 71.6	η < 0.1	x: 2.999 m η < 0.1	x: 2.812 m η = 8.5	x: 0 m η < 0.1	**CUMPLE η = 71.6**

Barras	COMPROBACIONES (CÓDIGO ESTRUCTURAL)														Estado
	λ_w	N_t	N_c	M_Y	M_Z	V_Z	V_Y	M_YV_Z	M_ZV_Y	NM_YM_Z	$NM_YM_ZV_YV_Z$	M_t	M_tV_Z	M_tV_Y	
N32/N33	x: 14.876 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 14.276 m η = 1.8	x: 2.999 m η = 13.4	x: 3.001 m η = 55.4	x: 2.999 m η < 0.1	x: 2.812 m η = 10.5	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 3.001 m η = 73.3	η < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(2)	**CUMPLE η = 73.3**
N34/N35	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 3.15 m η = 0.4	x: 0 m η = 1.9	x: 0 m η = 41.1	x: 0 m η = 3.0	η = 13.4	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 43.2	η < 0.1	η < 0.1	η = 13.4	η = 0.1	**CUMPLE η = 43.2**
N35/N32	x: 0.499 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 11.568 m η = 1.0	x: 1.999 m η = 3.6	x: 11.566 m η = 31.0	x: 11.568 m η = 0.1	x: 11.692 m η = 8.0	x: 1.999 m η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 11.566 m η = 33.5	η < 0.1	x: 2.001 m η = 0.1	x: 11.566 m η = 5.4	x: 2.001 m η < 0.1	**CUMPLE η = 33.5**
N43/N44	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 4.5 m η = 0.2	x: 0 m η = 0.7	x: 0 m η = 5.3	x: 0 m η = 9.6	x: 0 m η = 1.4	x: 0 m η = 0.8	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 11.6	η < 0.1	η = 0.5	x: 0 m η = 1.4	x: 0 m η = 0.8	**CUMPLE η = 11.6**
N45/N46	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 4.5 m η = 0.4	x: 0 m η = 1.1	x: 0 m η = 4.6	x: 0 m η = 14.0	η = 0.9	x: 0 m η = 1.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 14.5	η < 0.1	η = 0.2	η = 0.9	x: 0 m η = 1.1	**CUMPLE η = 14.5**
N44/N59	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 7.537 m η = 0.3	x: 0 m η = 0.7	x: 7.537 m η = 12.7	x: 2.638 m η = 2.2	x: 7.537 m η = 3.8	x: 0 m η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 7.537 m η = 13.5	η < 0.1	η = 0.4	x: 7.537 m η = 3.8	x: 0 m η = 0.1	**CUMPLE η = 13.5**
N59/N47	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 7.537 m η = 1.6	x: 0 m η = 1.1	x: 0 m η = 10.6	x: 0 m η = 2.4	x: 0 m η = 3.5	x: 0 m η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 7.537 m η = 13.2	η < 0.1	η = 0.4	x: 0 m η = 3.5	x: 0 m η = 0.1	**CUMPLE η = 13.2**
N46/N55	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 7.537 m η = 3.6	x: 0 m η = 1.2	x: 7.537 m η = 12.1	x: 0 m η = 2.7	x: 7.537 m η = 3.7	x: 0 m η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 7.537 m η = 16.4	η < 0.1	η = 0.4	x: 7.537 m η = 3.7	x: 0 m η = 0.1	**CUMPLE η = 16.4**
N55/N47	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 7.537 m η = 2.8	x: 0 m η = 1.1	x: 7.537 m η = 10.3	x: 7.537 m η = 3.7	x: 0 m η = 3.5	x: 0 m η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 7.537 m η = 16.2	η < 0.1	η = 0.4	x: 0 m η = 3.5	x: 0 m η = 0.1	**CUMPLE η = 16.2**
N48/N49	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 3.15 m η = 0.2	x: 0 m η = 0.6	x: 0 m η = 8.3	x: 0 m η = 5.4	x: 0 m η = 2.3	x: 0 m η = 0.6	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 10.6	η < 0.1	η = 0.3	x: 0 m η = 2.3	x: 0 m η = 0.6	**CUMPLE η = 10.6**
N49/N63	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 6.784 m η = 0.4	x: 0 m η = 0.7	x: 6.784 m η = 10.3	x: 6.784 m η = 1.8	x: 6.784 m η = 3.5	x: 0 m η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 6.784 m η = 10.7	η < 0.1	η = 0.1	x: 6.784 m η = 2.5	x: 0 m η = 0.1	**CUMPLE η = 10.7**
N63/N46	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 6.784 m η = 2.0	x: 0 m η = 0.8	x: 6.784 m η = 10.1	x: 6.784 m η = 2.7	x: 6.784 m η = 3.2	x: 0 m η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 6.784 m η = 12.6	η < 0.1	η = 0.1	x: 6.784 m η = 3.2	x: 0 m η = 0.1	**CUMPLE η = 12.6**
N51/N47	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 6 m η = 0.6	x: 0 m η = 1.8	x: 0 m η = 22.5	x: 6 m η = 3.9	x: 0 m η = 4.6	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 24.2	η < 0.1	η = 0.1	x: 0 m η = 4.6	η = 0.1	**CUMPLE η = 24.2**
N50/N5	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 6 m η = 0.6	x: 0 m η = 1.8	x: 0 m η = 22.5	x: 6 m η = 3.9	x: 0 m η = 4.6	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 24.2	η < 0.1	η = 0.1	x: 0 m η = 4.6	η = 0.1	**CUMPLE η = 24.2**
N53/N55	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 5.25 m η = 0.4	x: 0 m η = 1.4	x: 0 m η = 18.2	x: 0 m η = 2.9	x: 0 m η = 4.4	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 19.2	η < 0.1	η = 0.3	x: 0 m η = 4.4	η = 0.1	**CUMPLE η = 19.2**
N52/N54	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 5.25 m η = 0.4	x: 0 m η = 1.4	x: 0 m η = 18.2	x: 0 m η = 2.9	x: 0 m η = 4.4	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 19.2	η < 0.1	η = 0.3	x: 0 m η = 4.4	η = 0.1	**CUMPLE η = 19.2**
N58/N59	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 5.25 m η = 0.4	x: 0 m η = 1.4	x: 0 m η = 18.1	x: 0 m η = 3.1	x: 0 m η = 4.4	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 19.2	η < 0.1	η = 0.4	x: 0 m η = 4.4	η = 0.1	**CUMPLE η = 19.2**
N56/N57	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 5.25 m η = 0.4	x: 0 m η = 1.4	x: 0 m η = 18.1	x: 0 m η = 3.1	x: 0 m η = 4.4	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 19.2	η < 0.1	η = 0.4	x: 0 m η = 4.4	η = 0.1	**CUMPLE η = 19.2**
N62/N63	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 3.825 m η = 0.4	x: 0 m η = 1.1	x: 0 m η = 9.0	x: 0 m η = 6.2	x: 0 m η = 3.1	η = 0.3	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 10.1	η < 0.1	η = 0.1	x: 0 m η = 3.1	η = 0.3	**CUMPLE η = 10.1**
N60/N61	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 3.825 m η = 0.4	x: 0 m η = 1.1	x: 0 m η = 9.0	x: 0 m η = 6.2	x: 0 m η = 3.1	η = 0.3	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 10.1	η < 0.1	η = 0.1	x: 0 m η = 3.1	η = 0.3	**CUMPLE η = 10.1**
N2/N9	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	η = 1.8	η = 40.5	x: 5 m η = 7.5	x: 0 m η = 3.4	x: 0 m η = 0.4	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 5 m η = 47.5	η < 0.1	η = 1.1	x: 0 m η = 0.4	η = 0.1	**CUMPLE η = 47.5**
N9/N16	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	η = 5.8	η = 31.7	x: 5 m η = 8.0	x: 0 m η = 1.4	x: 5 m η = 0.4	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 5 m η = 37.1	η < 0.1	η = 0.1	x: 5 m η = 0.4	η < 0.1	**CUMPLE η = 37.1**
N16/N23	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	η = 5.7	η = 23.2	x: 5 m η = 7.8	x: 0 m η = 0.2	x: 5 m η = 0.4	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η < 0.1	x: 5 m η = 27.9	η < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(2)	**CUMPLE η = 27.9**
N23/N30	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	η = 5.7	η = 23.2	x: 0 m η = 7.8	x: 5 m η = 0.2	x: 0 m η = 0.4	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η < 0.1	x: 0 m η = 27.9	η < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(2)	**CUMPLE η = 27.9**
N30/N37	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	η = 5.8	η = 31.7	x: 0 m η = 8.0	x: 5 m η = 1.4	x: 0 m η = 0.4	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 37.1	η < 0.1	η = 0.1	x: 0 m η = 0.4	η < 0.1	**CUMPLE η = 37.1**
N37/N44	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	η = 1.8	η = 40.5	x: 0 m η = 7.5	x: 5 m η = 3.4	x: 5 m η = 0.4	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 47.5	η < 0.1	η = 1.1	x: 5 m η = 0.4	η = 0.1	**CUMPLE η = 47.5**
N4/N11	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	η = 1.8	η = 87.8	x: 5 m η = 7.1	x: 0 m η = 1.5	x: 5 m η = 0.4	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 5 m η = 91.6	η < 0.1	η = 0.8	x: 5 m η = 0.4	η = 0.1	**CUMPLE η = 91.6**
N11/N18	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	η = 5.8	η = 86.3	x: 5 m η = 8.0	x: 0 m η = 1.0	x: 5 m η = 0.4	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 5 m η = 88.3	η < 0.1	η = 0.2	x: 5 m η = 0.4	η < 0.1	**CUMPLE η = 88.3**
N18/N25	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	η = 5.7	η = 85.3	x: 5 m η = 7.6	x: 5 m η = 0.1	x: 5 m η = 0.4	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η < 0.1	x: 5 m η = 86.9	η < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(2)	**CUMPLE η = 86.9**
N25/N32	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	η = 5.7	η = 85.3	x: 0 m η = 7.6	x: 0 m η = 0.1	x: 0 m η = 0.4	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η < 0.1	x: 0 m η = 86.9	η < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(2)	**CUMPLE η = 86.9**
N32/N39	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	η = 5.8	η = 86.3	x: 0 m η = 8.0	x: 5 m η = 1.0	x: 0 m η = 0.4	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 88.3	η < 0.1	η = 0.2	x: 0 m η = 0.4	η < 0.1	**CUMPLE η = 88.3**
N39/N46	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	η = 1.8	η = 87.8	x: 0 m η = 7.1	x: 5 m η = 1.5	x: 0 m η = 0.4	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 91.6	η < 0.1	η = 0.8	x: 0 m η = 0.4	η = 0.1	**CUMPLE η = 91.6**
N7/N14	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	η = 1.2	η = 24.8	x: 0 m η = 5.1	x: 0 m η = 2.9	x: 0 m η = 0.3	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 5 m η = 28.8	η < 0.1	η = 0.2	x: 0 m η = 0.3	η = 0.1	**CUMPLE η = 28.8**
N14/N21	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	η = 6.4	η = 20.8	x: 0 m η = 5.2	x: 0 m η = 1.0	x: 0 m η = 0.3	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 5 m η = 24.1	η < 0.1	η = 0.3	x: 0 m η = 0.3	η < 0.1	**CUMPLE η = 24.1**
N21/N28	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	η = 6.3	η = 16.9	x: 0 m η = 5.0	x: 0 m η = 0.3	x: 0 m η = 0.3	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 5 m η = 19.7	η < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(2)	**CUMPLE η = 19.7**
N28/N35	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	η = 6.3	η = 16.9	x: 5 m η = 5.0	x: 5 m η = 0.3	x: 5 m η = 0.3	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 19.7	η < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(2)	**CUMPLE η = 19.7**
N35/N42	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	η = 6.4	η = 20.8	x: 5 m η = 5.2	x: 5 m η = 1.0	x: 5 m η = 0.3	η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 24.1	η < 0.1	η = 0.3	x: 5 m η = 0.3	η < 0.1	**CUMPLE η = 24.1**
N42/N49	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	η = 1.2	η = 24.8	x: 5 m η = 5.1	x: 5 m η = 2.9	x: 5 m η = 0.3	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 28.8	η < 0.1	η = 0.2	x: 5 m η = 0.3	η = 0.1	**CUMPLE η = 28.8**
N36/N37	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 4.5 m η = 0.5	x: 0 m η = 2.7	x: 4.5 m η = 75.4	x: 0 m η = 5.9	η = 20.3	η = 0.2	η < 0.1	η < 0.1	x: 4.5 m η = 77.8	η < 0.1	η = 0.5	η = 20.3	η = 0.2	**CUMPLE η = 77.8**
N38/N39	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 4.5 m η = 0.8	x: 0 m η = 3.9	x: 4.5 m η = 44.9	x: 0 m η = 5.9	η = 11.7	η = 0.2	η < 0.1	η < 0.1	x: 4.5 m η = 48.6	η < 0.1	η = 0.3	η = 11.7	η = 0.2	**CUMPLE η = 48.6**
N37/N65	x: 0.749 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 7.537 m η = 1.6	x: 2.999 m η = 7.7	x: 0 m η = 46.6	x: 7.537 m η = 0.8	x: 2.812 m η = 9.2	x: 2.999 m η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 3.001 m η = 52.5	η < 0.1	x: 3.001 m η = 2.2	x: 2.812 m η = 9.2	x: 2.999 m η < 0.1	**CUMPLE η = 52.5**
N65/N40	x: 7.338 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 6.738 m η = 2.4	x: 0 m η = 8.2	x: 4.492 m η = 31.0	x: 6.736 m η = 1.4	x: 0 m η = 4.6	x: 0 m η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 4.492 m η = 40.3	η < 0.1	x: 6.738 m η = 3.1	x: 0 m η = 4.6	x: 6.738 m η < 0.1	**CUMPLE η = 40.3**

Barras	COMPROBACIONES (CÓDIGO ESTRUCTURAL)														Estado
	λ_w	N_t	N_c	M_Y	M_Z	V_Z	V_Y	M_YV_Z	M_ZV_Y	NM_YM_Z	$NM_YM_ZV_YV_Z$	M_t	M_tV_Z	M_tV_Y	
N39/N67	x: 0.749 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 7.537 m η = 2.3	x: 2.999 m η = 9.6	x: 0 m η = 47.4	x: 0 m η = 1.9	x: 3.001 m η = 9.1	x: 2.999 m η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 3.001 m η = 58.9	η < 0.1	x: 3.001 m η = 2.1	x: 3.001 m η = 9.2	x: 2.999 m η < 0.1	**CUMPLE η = 58.9**
N67/N40	x: 7.338 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 6.738 m η = 2.8	x: 0 m η = 8.9	x: 4.492 m η = 30.3	x: 6.736 m η = 0.6	x: 0 m η = 4.7	x: 0 m η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 4.492 m η = 40.1	η < 0.1	x: 6.738 m η = 2.1	x: 0 m η = 4.8	x: 0 m η < 0.1	**CUMPLE η = 40.1**
N41/N42	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 3.15 m η = 0.4	x: 0 m η = 1.9	x: 3.15 m η = 34.4	x: 0 m η = 3.3	η = 11.8	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 36.5	η < 0.1	η = 0.1	η = 11.8	η = 0.1	**CUMPLE η = 36.5**
N42/N69	x: 0.499 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 6.784 m η = 0.9	x: 1.999 m η = 4.9	x: 0 m η = 14.3	x: 6.784 m η = 0.6	x: 2.001 m η = 5.1	x: 1.999 m η < 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 5.759 m η = 17.3	η < 0.1	x: 1.999 m η = 0.2	x: 2.001 m η = 5.1	x: 1.999 m η < 0.1	**CUMPLE η = 17.3**
N69/N39	x: 6.285 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 4.785 m η = 1.5	x: 0 m η = 6.4	x: 4.783 m η = 29.0	x: 6.784 m η = 2.3	x: 4.909 m η = 7.5	x: 0 m η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 4.783 m η = 34.3	η < 0.1	x: 4.785 m η = 0.6	x: 4.909 m η = 7.5	x: 0 m η = 0.1	**CUMPLE η = 34.3**
N65/N59	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	η < 0.1	η = 2.2	x: 5 m η = 41.1	x: 0 m η = 3.7	x: 5 m η = 1.6	η = 0.2	η < 0.1	η < 0.1	x: 5 m η = 43.5	η < 0.1	η = 9.0	x: 5 m η = 1.8	η = 0.2	**CUMPLE η = 43.5**
N67/N55	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	η < 0.1	η = 1.8	x: 5 m η = 37.5	x: 5 m η = 5.0	x: 5 m η = 1.5	η = 0.3	η < 0.1	η < 0.1	x: 5 m η = 41.3	η < 0.1	η = 9.0	x: 5 m η = 1.7	η = 0.3	**CUMPLE η = 41.3**
N69/N63	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	η < 0.1	η = 11.5	x: 5 m η = 7.9	x: 0 m η = 5.7	x: 5 m η = 0.5	η = 0.3	η < 0.1	η < 0.1	x: 5 m η = 22.4	η < 0.1	η = 0.9	x: 5 m η = 0.5	η = 0.3	**CUMPLE η = 22.4**
N57/N64	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	η < 0.1	η = 2.2	x: 0 m η = 41.1	x: 5 m η = 3.7	x: 0 m η = 1.6	η = 0.2	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 43.5	η < 0.1	η = 9.0	x: 0 m η = 1.8	η = 0.2	**CUMPLE η = 43.5**
N54/N66	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	η < 0.1	η = 1.8	x: 0 m η = 37.5	x: 0 m η = 5.0	x: 0 m η = 1.5	η = 0.3	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 41.3	η < 0.1	η = 9.0	x: 0 m η = 1.7	η = 0.3	**CUMPLE η = 41.3**
N61/N68	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	η < 0.1	η = 11.5	x: 0 m η = 7.9	x: 5 m η = 5.7	x: 0 m η = 0.5	η = 0.3	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 22.4	η < 0.1	η = 0.9	x: 0 m η = 0.5	η = 0.3	**CUMPLE η = 22.4**
N5/N12	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	η < 0.1	η = 0.8	x: 0 m η = 55.0	x: 5 m η = 1.4	x: 0 m η = 2.0	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0 m η = 57.2	η < 0.1	η = 1.8	x: 0 m η = 2.0	η = 0.1	**CUMPLE η = 57.2**
N40/N47	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	η < 0.1	η = 0.8	x: 5 m η = 55.0	x: 0 m η = 1.4	x: 5 m η = 2.0	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 5 m η = 57.2	η < 0.1	η = 1.8	x: 5 m η = 2.0	η = 0.1	**CUMPLE η = 57.2**

Barras	COMPROBACIONES (CÓDIGO ESTRUCTURAL)													Estado
	N_t	N_c	M_Y	M_Z	V_Z	V_Y	M_YV_Z	M_ZV_Y	NM_YM_Z	$NM_YM_ZV_YV_Z$	M_t	M_tV_Z	M_tV_Y	
N44/N65	η = 24.9	N_{Ed} = 0.00 N.P.(5)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	N.P.(4)	N.P.(4)	N.P.(7)	N.P.(8)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(2)	**CUMPLE η = 24.9**
N65/N47	η = 26.5	N_{Ed} = 0.00 N.P.(5)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	N.P.(4)	N.P.(4)	N.P.(7)	N.P.(8)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(2)	**CUMPLE η = 26.5**
N67/N47	η = 12.3	N_{Ed} = 0.00 N.P.(5)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	N.P.(4)	N.P.(4)	N.P.(7)	N.P.(8)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(2)	**CUMPLE η = 12.3**
N46/N67	η = 20.7	N_{Ed} = 0.00 N.P.(5)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	N.P.(4)	N.P.(4)	N.P.(7)	N.P.(8)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(2)	**CUMPLE η = 20.7**
N69/N46	η = 50.8	N_{Ed} = 0.00 N.P.(5)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	N.P.(4)	N.P.(4)	N.P.(7)	N.P.(8)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(2)	**CUMPLE η = 50.8**
N49/N69	η = 14.9	N_{Ed} = 0.00 N.P.(5)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	N.P.(4)	N.P.(4)	N.P.(7)	N.P.(8)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(2)	**CUMPLE η = 14.9**
N42/N63	η = 50.0	N_{Ed} = 0.00 N.P.(5)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	N.P.(4)	N.P.(4)	N.P.(7)	N.P.(8)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(2)	**CUMPLE η = 50.0**
N63/N39	η = 13.3	N_{Ed} = 0.00 N.P.(5)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	N.P.(4)	N.P.(4)	N.P.(7)	N.P.(8)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(2)	**CUMPLE η = 13.3**
N39/N55	η = 21.1	N_{Ed} = 0.00 N.P.(5)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	N.P.(4)	N.P.(4)	N.P.(7)	N.P.(8)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(2)	**CUMPLE η = 21.1**
N55/N40	η = 22.7	N_{Ed} = 0.00 N.P.(5)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	N.P.(4)	N.P.(4)	N.P.(7)	N.P.(8)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(2)	**CUMPLE η = 22.7**
N59/N40	η = 12.4	N_{Ed} = 0.00 N.P.(5)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	N.P.(4)	N.P.(4)	N.P.(7)	N.P.(8)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(2)	**CUMPLE η = 12.4**
N37/N59	η = 39.5	N_{Ed} = 0.00 N.P.(5)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	N.P.(4)	N.P.(4)	N.P.(7)	N.P.(8)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(2)	**CUMPLE η = 39.5**
N2/N64	η = 24.9	N_{Ed} = 0.00 N.P.(5)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	N.P.(4)	N.P.(4)	N.P.(7)	N.P.(8)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(2)	**CUMPLE η = 24.9**
N64/N5	η = 26.5	N_{Ed} = 0.00 N.P.(5)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	N.P.(4)	N.P.(4)	N.P.(7)	N.P.(8)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(2)	**CUMPLE η = 26.5**
N66/N5	η = 12.3	N_{Ed} = 0.00 N.P.(5)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	N.P.(4)	N.P.(4)	N.P.(7)	N.P.(8)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(2)	**CUMPLE η = 12.3**
N4/N66	η = 20.7	N_{Ed} = 0.00 N.P.(5)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	N.P.(4)	N.P.(4)	N.P.(7)	N.P.(8)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(2)	**CUMPLE η = 20.7**
N68/N4	η = 50.8	N_{Ed} = 0.00 N.P.(5)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	N.P.(4)	N.P.(4)	N.P.(7)	N.P.(8)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(2)	**CUMPLE η = 50.8**
N7/N68	η = 14.9	N_{Ed} = 0.00 N.P.(5)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	N.P.(4)	N.P.(4)	N.P.(7)	N.P.(8)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(2)	**CUMPLE η = 14.9**
N14/N61	η = 50.0	N_{Ed} = 0.00 N.P.(5)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	N.P.(4)	N.P.(4)	N.P.(7)	N.P.(8)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(2)	**CUMPLE η = 50.0**
N61/N11	η = 13.3	N_{Ed} = 0.00 N.P.(5)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	N.P.(4)	N.P.(4)	N.P.(7)	N.P.(8)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(2)	**CUMPLE η = 13.3**
N11/N54	η = 21.1	N_{Ed} = 0.00 N.P.(5)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	N.P.(4)	N.P.(4)	N.P.(7)	N.P.(8)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(2)	**CUMPLE η = 21.1**
N54/N12	η = 22.7	N_{Ed} = 0.00 N.P.(5)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	N.P.(4)	N.P.(4)	N.P.(7)	N.P.(8)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(2)	**CUMPLE η = 22.7**

Barras	COMPROBACIONES (CÓDIGO ESTRUCTURAL)													Estado
	N_t	N_c	M_Y	M_Z	V_Z	V_Y	M_YV_Z	M_ZV_Y	NM_YM_Z	$NM_YM_ZV_YV_Z$	M_t	M_tV_Z	M_tV_Y	
N57/N12	η = 12.4	N_{Ed} = 0.00 N.P.(5)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	N.P.(4)	N.P.(4)	N.P.(7)	N.P.(8)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(2)	**CUMPLE η = 12.4**
N9/N57	η = 39.5	N_{Ed} = 0.00 N.P.(5)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(6)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	N.P.(4)	N.P.(4)	N.P.(7)	N.P.(8)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(2)	**CUMPLE η = 39.5**

Notación:
λ_w: Abolladura del alma inducida por el ala comprimida
N_t: Resistencia a tracción
N_c: Resistencia a compresión
M_Y: Resistencia a flexión eje Y
M_Z: Resistencia a flexión eje Z
V_Z: Resistencia a corte Z
V_Y: Resistencia a corte Y
M_YV_Z: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados
M_ZV_Y: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados
NM_YM_Z: Resistencia a flexión y axil combinados
$NM_YM_ZV_YV_Z$: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados
M_t: Resistencia a torsión
M_tV_Z: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados
M_tV_Y: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados
x: Distancia al origen de la barra
η: Coeficiente de aprovechamiento (%)
N.P.: No procede

Comprobaciones que no proceden (N.P.):
(1) La comprobación no procede, ya que no hay 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 esfuerzo cortante.
(4) No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.
(5) La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.
(6) La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.
(7) No hay interacción entre axil y momento flector ni entre momentos flectores en ambas direcciones para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.
(8) No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

8.9. Tipos de perfiles y resumen de medición

A continuación, se expone el resumen de los perfiles empleados y sus mediciones:

Materiales utilizados

Material		E (MPa)	ν	G (MPa)	f_y (MPa)	$\alpha_{\cdot t}$ (m/m°C)	γ (kN/m³)
Tipo	Designación						
Acero laminado	S275 (UNE-EN 10025-2)	210000.00	0.300	81000.00	275.00	0.000012	77.01

Notación:
E: Módulo de elasticidad
ν: Módulo de Poisson
G: Módulo de cortadura
f_y: Límite elástico
$\alpha_{\cdot t}$: Coeficiente de dilatación
γ: Peso específico

Descripción

Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	β_{xy}	β_{xz}	$Lb_{Sup.}$ (m)	$Lb_{Inf.}$ (m)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275 (UNE-EN 10025-2)	N1/N2	N1/N2	HE 240 B (HEB)	4.500	0.00	0.67	1.000	1.000

Descripción									
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	β_{xy}	β_{xz}	$Lb_{Sup.}$ (m)	$Lb_{Inf.}$ (m)
Tipo	Designación								
		N3/N4	N3/N4	HE 240 B (HEB)	4.500	0.70	0.67	1.000	1.000
		N2/N57	N2/N5	IPE 300 (IPE)	7.537	0.10	1.06	1.500	2.000
		N57/N5	N2/N5	IPE 300 (IPE)	7.537	0.10	1.06	1.500	2.000
		N4/N54	N4/N5	IPE 300 (IPE)	7.537	0.10	1.06	1.500	2.000
		N54/N5	N4/N5	IPE 300 (IPE)	7.537	0.10	1.06	1.500	2.000
		N6/N7	N6/N7	HE 240 B (HEB)	3.150	0.00	0.67	1.000	1.000
		N7/N61	N7/N4	IPE 300 (IPE)	6.784	0.11	0.71	1.500	2.000
		N61/N4	N7/N4	IPE 300 (IPE)	6.784	0.11	0.71	1.500	2.000
		N8/N9	N8/N9	HE 300 B (HEB)	4.500	0.00	0.67	1.000	1.000
		N10/N11	N10/N11	HE 300 B (HEB)	4.500	0.70	0.67	1.000	1.000
		N9/N64	N9/N12	IPE 400 (IPE)	7.537	0.10	1.06	1.500	2.000
		N64/N12	N9/N12	IPE 400 (IPE)	7.537	0.10	1.06	1.500	2.000
		N11/N66	N11/N12	IPE 400 (IPE)	7.537	0.10	1.06	1.500	2.000
		N66/N12	N11/N12	IPE 400 (IPE)	7.537	0.10	1.06	1.500	2.000
		N13/N14	N13/N14	HE 240 B (HEB)	3.150	0.00	0.67	1.000	1.000
		N14/N68	N14/N11	IPE 360 (IPE)	6.784	0.11	0.71	1.500	2.000
		N68/N11	N14/N11	IPE 360 (IPE)	6.784	0.11	0.71	1.500	2.000
		N15/N16	N15/N16	HE 300 B (HEB)	4.500	0.00	0.67	1.000	1.000
		N17/N18	N17/N18	HE 300 B (HEB)	4.500	0.70	0.67	1.000	1.000
		N16/N19	N16/N19	IPE 400 (IPE)	15.075	0.10	1.06	1.500	2.000
		N18/N19	N18/N19	IPE 400 (IPE)	15.075	0.10	1.06	1.500	2.000
		N20/N21	N20/N21	HE 240 B (HEB)	3.150	0.00	0.67	1.000	1.000
		N21/N18	N21/N18	IPE 360 (IPE)	13.567	0.11	0.71	1.500	2.000
		N22/N23	N22/N23	HE 300 B (HEB)	4.500	0.00	0.67	1.000	1.000
		N24/N25	N24/N25	HE 300 B (HEB)	4.500	0.70	0.67	1.000	1.000
		N23/N26	N23/N26	IPE 400 (IPE)	15.075	0.10	1.06	1.500	2.000
		N25/N26	N25/N26	IPE 400 (IPE)	15.075	0.10	1.06	1.500	2.000
		N27/N28	N27/N28	HE 240 B (HEB)	3.150	0.00	0.67	1.000	1.000
		N28/N25	N28/N25	IPE 360 (IPE)	13.567	0.11	0.71	1.500	2.000
		N29/N30	N29/N30	HE 300 B (HEB)	4.500	0.00	0.67	1.000	1.000
		N31/N32	N31/N32	HE 300 B (HEB)	4.500	0.70	0.67	1.000	1.000
		N30/N33	N30/N33	IPE 400 (IPE)	15.075	0.10	1.06	1.500	2.000
		N32/N33	N32/N33	IPE 400 (IPE)	15.075	0.10	1.06	1.500	2.000
		N34/N35	N34/N35	HE 240 B (HEB)	3.150	0.00	0.67	1.000	1.000
		N35/N32	N35/N32	IPE 360 (IPE)	13.567	0.11	0.71	1.500	2.000

Descripción									
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	β_{xy}	β_{xz}	$Lb_{Sup.}$ (m)	$Lb_{Inf.}$ (m)
Tipo	Designación								
		N43/N44	N43/N44	HE 240 B (HEB)	4.500	0.00	0.67	1.000	1.000
		N45/N46	N45/N46	HE 240 B (HEB)	4.500	0.70	0.67	1.000	1.000
		N44/N59	N44/N47	IPE 300 (IPE)	7.537	0.10	1.06	1.500	2.000
		N59/N47	N44/N47	IPE 300 (IPE)	7.537	0.10	1.06	1.500	2.000
		N46/N55	N46/N47	IPE 300 (IPE)	7.537	0.10	1.06	1.500	2.000
		N55/N47	N46/N47	IPE 300 (IPE)	7.537	0.10	1.06	1.500	2.000
		N48/N49	N48/N49	HE 240 B (HEB)	3.150	0.00	0.67	1.000	1.000
		N49/N63	N49/N46	IPE 300 (IPE)	6.784	0.11	0.71	1.500	2.000
		N63/N46	N49/N46	IPE 300 (IPE)	6.784	0.11	0.71	1.500	2.000
		N51/N47	N51/N47	HE 240 B (HEB)	6.000	1.00	1.00	1.000	1.000
		N50/N5	N50/N5	HE 240 B (HEB)	6.000	1.00	1.00	1.000	1.000
		N53/N55	N53/N55	HE 240 B (HEB)	5.250	1.00	1.00	1.000	1.000
		N52/N54	N52/N54	HE 240 B (HEB)	5.250	1.00	1.00	1.000	1.000
		N58/N59	N58/N59	HE 240 B (HEB)	5.250	1.00	1.00	1.000	1.000
		N56/N57	N56/N57	HE 240 B (HEB)	5.250	1.00	1.00	1.000	1.000
		N62/N63	N62/N63	HE 240 B (HEB)	3.825	1.00	1.00	1.000	1.000
		N60/N61	N60/N61	HE 240 B (HEB)	3.825	1.00	1.00	1.000	1.000
		N2/N9	N2/N44	RHS 100x50x5.0 (RHS)	5.000	1.00	1.00	-	-
		N9/N16	N2/N44	RHS 100x50x5.0 (RHS)	5.000	1.00	1.00	-	-
		N16/N23	N2/N44	RHS 100x50x5.0 (RHS)	5.000	1.00	1.00	-	-
		N23/N30	N2/N44	RHS 100x50x5.0 (RHS)	5.000	1.00	1.00	-	-
		N30/N37	N2/N44	RHS 100x50x5.0 (RHS)	5.000	1.00	1.00	-	-
		N37/N44	N2/N44	RHS 100x50x5.0 (RHS)	5.000	1.00	1.00	-	-
		N4/N11	N4/N46	RHS 100x50x5.0 (RHS)	5.000	1.00	1.00	-	-
		N11/N18	N4/N46	RHS 100x50x5.0 (RHS)	5.000	1.00	1.00	-	-

Descripción									
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	β_{xy}	β_{xz}	$Lb_{Sup.}$ (m)	$Lb_{Inf.}$ (m)
Tipo	Designación								
		N18/N25	N4/N46	RHS 100x50x5.0 (RHS)	5.000	1.00	1.00	-	-
		N25/N32	N4/N46	RHS 100x50x5.0 (RHS)	5.000	1.00	1.00	-	-
		N32/N39	N4/N46	RHS 100x50x5.0 (RHS)	5.000	1.00	1.00	-	-
		N39/N46	N4/N46	RHS 100x50x5.0 (RHS)	5.000	1.00	1.00	-	-
		N7/N14	N7/N49	RHS 100x50x5.0 (RHS)	5.000	1.00	1.00	-	-
		N14/N21	N7/N49	RHS 100x50x5.0 (RHS)	5.000	1.00	1.00	-	-
		N21/N28	N7/N49	RHS 100x50x5.0 (RHS)	5.000	1.00	1.00	-	-
		N28/N35	N7/N49	RHS 100x50x5.0 (RHS)	5.000	1.00	1.00	-	-
		N35/N42	N7/N49	RHS 100x50x5.0 (RHS)	5.000	1.00	1.00	-	-
		N42/N49	N7/N49	RHS 100x50x5.0 (RHS)	5.000	1.00	1.00	-	-
		N36/N37	N36/N37	HE 300 B (HEB)	4.500	0.00	0.67	1.000	1.000
		N38/N39	N38/N39	HE 300 B (HEB)	4.500	0.70	0.67	1.000	1.000
		N37/N65	N37/N40	IPE 400 (IPE)	7.537	0.10	1.06	1.500	2.000
		N65/N40	N37/N40	IPE 400 (IPE)	7.537	0.10	1.06	1.500	2.000
		N39/N67	N39/N40	IPE 400 (IPE)	7.537	0.10	1.06	1.500	2.000
		N67/N40	N39/N40	IPE 400 (IPE)	7.537	0.10	1.06	1.500	2.000
		N41/N42	N41/N42	HE 240 B (HEB)	3.150	0.00	0.67	1.000	1.000
		N42/N69	N42/N39	IPE 360 (IPE)	6.784	0.11	0.71	1.500	2.000
		N69/N39	N42/N39	IPE 360 (IPE)	6.784	0.11	0.71	1.500	2.000
		N65/N59	N65/N59	RHS 200x100x4.0 (RHS)	5.000	1.00	1.00	-	-
		N67/N55	N67/N55	RHS 200x100x4.0 (RHS)	5.000	1.00	1.00	-	-
		N69/N63	N69/N63	RHS 200x100x4.0 (RHS)	5.000	1.00	1.00	-	-
		N57/N64	N57/N64	RHS 200x100x4.0 (RHS)	5.000	1.00	1.00	-	-

Descripción									
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	β_{xy}	β_{xz}	$Lb_{Sup.}$ (m)	$Lb_{Inf.}$ (m)
Tipo	Designación								
		N54/N66	N54/N66	RHS 200x100x4.0 (RHS)	5.000	1.00	1.00	-	-
		N61/N68	N61/N68	RHS 200x100x4.0 (RHS)	5.000	1.00	1.00	-	-
		N44/N65	N44/N65	R 20 (R)	9.045	0.00	0.00	-	-
		N65/N47	N65/N47	R 20 (R)	9.045	0.00	0.00	-	-
		N67/N47	N67/N47	R 20 (R)	9.045	0.00	0.00	-	-
		N46/N67	N46/N67	R 20 (R)	9.045	0.00	0.00	-	-
		N69/N46	N69/N46	R 20 (R)	8.427	0.00	0.00	-	-
		N49/N69	N49/N69	R 20 (R)	8.427	0.00	0.00	-	-
		N42/N63	N42/N63	R 20 (R)	8.427	0.00	0.00	-	-
		N63/N39	N63/N39	R 20 (R)	8.427	0.00	0.00	-	-
		N39/N55	N39/N55	R 20 (R)	9.045	0.00	0.00	-	-
		N55/N40	N55/N40	R 20 (R)	9.045	0.00	0.00	-	-
		N59/N40	N59/N40	R 20 (R)	9.045	0.00	0.00	-	-
		N37/N59	N37/N59	R 20 (R)	9.045	0.00	0.00	-	-
		N2/N64	N2/N64	R 20 (R)	9.045	0.00	0.00	-	-
		N64/N5	N64/N5	R 20 (R)	9.045	0.00	0.00	-	-
		N66/N5	N66/N5	R 20 (R)	9.045	0.00	0.00	-	-
		N4/N66	N4/N66	R 20 (R)	9.045	0.00	0.00	-	-
		N68/N4	N68/N4	R 20 (R)	8.427	0.00	0.00	-	-
		N7/N68	N7/N68	R 20 (R)	8.427	0.00	0.00	-	-
		N14/N61	N14/N61	R 20 (R)	8.427	0.00	0.00	-	-
		N61/N11	N61/N11	R 20 (R)	8.427	0.00	0.00	-	-
		N11/N54	N11/N54	R 20 (R)	9.045	0.00	0.00	-	-
		N54/N12	N54/N12	R 20 (R)	9.045	0.00	0.00	-	-
		N57/N12	N57/N12	R 20 (R)	9.045	0.00	0.00	-	-
		N9/N57	N9/N57	R 20 (R)	9.045	0.00	0.00	-	-
		N5/N12	N5/N12	RHS 200x100x8.0 (RHS)	5.000	1.00	1.00	-	-
		N40/N47	N40/N47	RHS 200x100x8.0 (RHS)	5.000	1.00	1.00	-	-

Notación:
Ni: Nudo inicial
Nf: Nudo final
β_{xy}: Coeficiente de pandeo en el plano 'XY'
β_{xz}: Coeficiente de pandeo en el plano 'XZ'
$Lb_{Sup.}$: Separación entre arriostramientos del ala superior
$Lb_{Inf.}$: Separación entre arriostramientos del ala inferior

Tipos de pieza	
Ref.	Piezas
1	N1/N2, N3/N4, N6/N7, N13/N14, N20/N21, N27/N28, N34/N35, N43/N44, N45/N46, N48/N49, N51/N47, N50/N5, N53/N55, N52/N54, N58/N59, N56/N57, N62/N63, N60/N61 y N41/N42
2	N2/N5, N4/N5, N7/N4, N44/N47, N46/N47 y N49/N46
3	N8/N9, N10/N11, N15/N16, N17/N18, N22/N23, N24/N25, N29/N30, N31/N32, N36/N37 y N38/N39
4	N9/N12, N11/N12, N16/N19, N18/N19, N23/N26, N25/N26, N30/N33, N32/N33, N37/N40 y N39/N40
5	N14/N11, N21/N18, N28/N25, N35/N32 y N42/N39
6	N2/N44, N4/N46 y N7/N49
7	N65/N59, N67/N55, N69/N63, N57/N64, N54/N66 y N61/N68
8	N44/N65, N65/N47, N67/N47, N46/N67, N69/N46, N49/N69, N42/N63, N63/N39, N39/N55, N55/N40, N59/N40, N37/N59, N2/N64, N64/N5, N66/N5, N4/N66, N68/N4, N7/N68, N14/N61, N61/N11, N11/N54, N54/N12, N57/N12 y N9/N57
9	N5/N12 y N40/N47

Características mecánicas

Material		Ref.	Descripción	A (cm²)	Avy (cm²)	Avz (cm²)	Iyy (cm4)	Izz (cm4)	It (cm4)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275 (UNE-EN 10025-2)	1	HE 240 B, (HEB)	106.00	61.20	18.54	11260.00	3923.00	103.88
		2	IPE 300, (IPE)	53.80	24.07	17.80	8356.00	604.00	19.92
		3	HE 300 B, (HEB)	149.10	85.50	25.94	25170.00	8563.00	189.18
		4	IPE 400, Simple con cartelas, (IPE) Cartela inicial inferior: 3.00 m. Cartela final inferior: 0.80 m.	84.50	36.45	28.87	23130.00	1318.00	51.28
		5	IPE 360, Simple con cartelas, (IPE) Cartela inicial inferior: 2.00 m. Cartela final inferior: 2.00 m.	72.70	32.38	24.09	16270.00	1043.00	37.44
		6	RHS 100x50x5.0, (RHS)	13.34	3.75	7.92	157.28	51.97	134.46
		7	RHS 200x100x4.0, (RHS)	22.94	6.40	13.07	1198.16	410.10	985.18
		8	R 20, (R)	3.14	2.83	2.83	0.79	0.79	1.57
		9	RHS 200x100x8.0, (RHS)	43.75	12.27	25.60	2137.93	714.92	1804.78

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.

Tabla de medición

Material		Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	Volumen (m³)	Peso (kg)
Tipo	Designación					
Acero laminado	S275 (UNE-EN 10025-2)	N1/N2	HE 240 B (HEB)	4.500	0.048	374.44
		N3/N4	HE 240 B (HEB)	4.500	0.048	374.44
		N2/N5	IPE 300 (IPE)	15.075	0.081	636.65
		N4/N5	IPE 300 (IPE)	15.075	0.081	636.65
		N6/N7	HE 240 B (HEB)	3.150	0.033	262.11
		N7/N4	IPE 300 (IPE)	13.567	0.073	572.99
		N8/N9	HE 300 B (HEB)	4.500	0.067	526.70

Tabla de medición

Material		Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	Volumen (m³)	Peso (kg)
Tipo	Designación					
		N10/N11	HE 300 B (HEB)	4.500	0.067	526.70
		N9/N12	IPE 400 (IPE)	15.075	0.212	1120.25
		N11/N12	IPE 400 (IPE)	15.075	0.212	1120.25
		N13/N14	HE 240 B (HEB)	3.150	0.033	262.11
		N14/N11	IPE 360 (IPE)	13.567	0.164	884.07
		N15/N16	HE 300 B (HEB)	4.500	0.067	526.70
		N17/N18	HE 300 B (HEB)	4.500	0.067	526.70
		N16/N19	IPE 400 (IPE)	15.075	0.212	1120.25
		N18/N19	IPE 400 (IPE)	15.075	0.212	1120.25
		N20/N21	HE 240 B (HEB)	3.150	0.033	262.11
		N21/N18	IPE 360 (IPE)	13.567	0.164	884.07
		N22/N23	HE 300 B (HEB)	4.500	0.067	526.70
		N24/N25	HE 300 B (HEB)	4.500	0.067	526.70
		N23/N26	IPE 400 (IPE)	15.075	0.212	1120.25
		N25/N26	IPE 400 (IPE)	15.075	0.212	1120.25
		N27/N28	HE 240 B (HEB)	3.150	0.033	262.11
		N28/N25	IPE 360 (IPE)	13.567	0.164	884.07
		N29/N30	HE 300 B (HEB)	4.500	0.067	526.70
		N31/N32	HE 300 B (HEB)	4.500	0.067	526.70
		N30/N33	IPE 400 (IPE)	15.075	0.212	1120.25
		N32/N33	IPE 400 (IPE)	15.075	0.212	1120.25
		N34/N35	HE 240 B (HEB)	3.150	0.033	262.11
		N35/N32	IPE 360 (IPE)	13.567	0.164	884.07
		N43/N44	HE 240 B (HEB)	4.500	0.048	374.44
		N45/N46	HE 240 B (HEB)	4.500	0.048	374.44
		N44/N47	IPE 300 (IPE)	15.075	0.081	636.65
		N46/N47	IPE 300 (IPE)	15.075	0.081	636.65
		N48/N49	HE 240 B (HEB)	3.150	0.033	262.11
		N49/N46	IPE 300 (IPE)	13.567	0.073	572.99
		N51/N47	HE 240 B (HEB)	6.000	0.064	499.26
		N50/N5	HE 240 B (HEB)	6.000	0.064	499.26
		N53/N55	HE 240 B (HEB)	5.250	0.056	436.85
		N52/N54	HE 240 B (HEB)	5.250	0.056	436.85
		N58/N59	HE 240 B (HEB)	5.250	0.056	436.85
		N56/N57	HE 240 B (HEB)	5.250	0.056	436.85
		N62/N63	HE 240 B (HEB)	3.825	0.041	318.28
		N60/N61	HE 240 B (HEB)	3.825	0.041	318.28
		N2/N44	RHS 100x50x5.0 (RHS)	30.000	0.040	314.18
		N4/N46	RHS 100x50x5.0 (RHS)	30.000	0.040	314.18
		N7/N49	RHS 100x50x5.0 (RHS)	30.000	0.040	314.18
		N36/N37	HE 300 B (HEB)	4.500	0.067	526.70
		N38/N39	HE 300 B (HEB)	4.500	0.067	526.70
		N37/N40	IPE 400 (IPE)	15.075	0.212	1120.25
		N39/N40	IPE 400 (IPE)	15.075	0.212	1120.25
		N41/N42	HE 240 B (HEB)	3.150	0.033	262.11

Tabla de medición

Material		Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	Volumen (m³)	Peso (kg)
Tipo	Designación					
		N42/N39	IPE 360 (IPE)	13.567	0.164	884.07
		N65/N59	RHS 200x100x4.0 (RHS)	5.000	0.011	90.03
		N67/N55	RHS 200x100x4.0 (RHS)	5.000	0.011	90.03
		N69/N63	RHS 200x100x4.0 (RHS)	5.000	0.011	90.03
		N57/N64	RHS 200x100x4.0 (RHS)	5.000	0.011	90.03
		N54/N66	RHS 200x100x4.0 (RHS)	5.000	0.011	90.03
		N61/N68	RHS 200x100x4.0 (RHS)	5.000	0.011	90.03
		N44/N65	R 20 (R)	9.045	0.003	22.31
		N65/N47	R 20 (R)	9.045	0.003	22.31
		N67/N47	R 20 (R)	9.045	0.003	22.31
		N46/N67	R 20 (R)	9.045	0.003	22.31
		N69/N46	R 20 (R)	8.427	0.003	20.78
		N49/N69	R 20 (R)	8.427	0.003	20.78
		N42/N63	R 20 (R)	8.427	0.003	20.78
		N63/N39	R 20 (R)	8.427	0.003	20.78
		N39/N55	R 20 (R)	9.045	0.003	22.31
		N55/N40	R 20 (R)	9.045	0.003	22.31
		N59/N40	R 20 (R)	9.045	0.003	22.31
		N37/N59	R 20 (R)	9.045	0.003	22.31
		N2/N64	R 20 (R)	9.045	0.003	22.31
		N64/N5	R 20 (R)	9.045	0.003	22.31
		N66/N5	R 20 (R)	9.045	0.003	22.31
		N4/N66	R 20 (R)	9.045	0.003	22.31
		N68/N4	R 20 (R)	8.427	0.003	20.78
		N7/N68	R 20 (R)	8.427	0.003	20.78
		N14/N61	R 20 (R)	8.427	0.003	20.78
		N61/N11	R 20 (R)	8.427	0.003	20.78
		N11/N54	R 20 (R)	9.045	0.003	22.31
		N54/N12	R 20 (R)	9.045	0.003	22.31
		N57/N12	R 20 (R)	9.045	0.003	22.31
		N9/N57	R 20 (R)	9.045	0.003	22.31
		N5/N12	RHS 200x100x8.0 (RHS)	5.000	0.022	171.73
		N40/N47	RHS 200x100x8.0 (RHS)	5.000	0.022	171.73

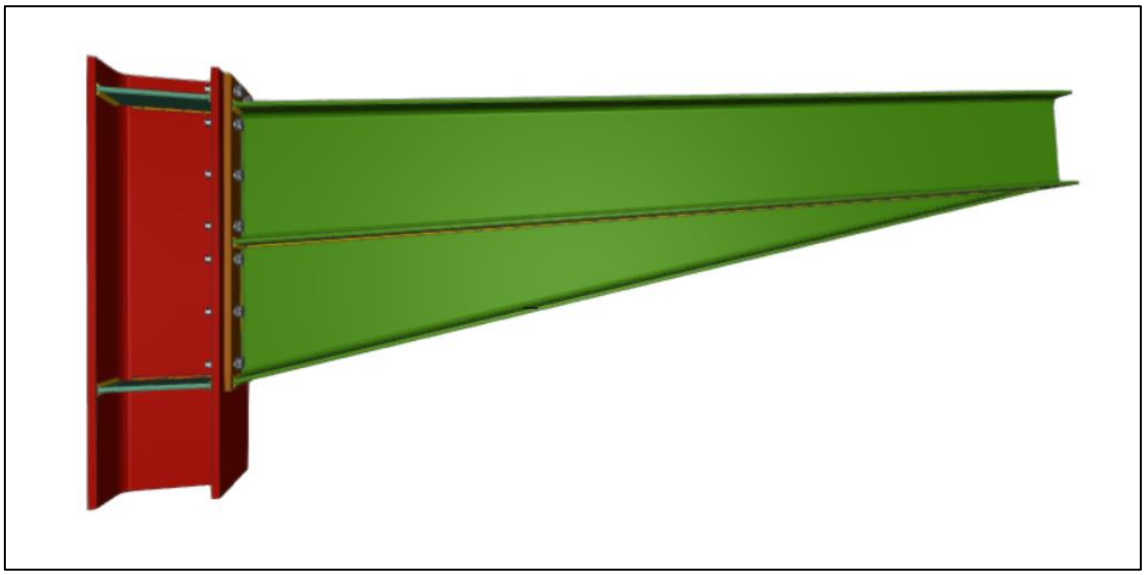
Notación:
Ni: Nudo inicial
Nf: Nudo final

Resumen de medición													
Material		Serie	Perfil	Longitud			Volumen			Peso			
Tipo	Designación			Perfil (m)	Serie (m)	Material (m)	Perfil (m³)	Serie (m³)	Material (m³)	Perfil (kg)	Serie (kg)	Material (kg)	
			HE 240 B	80.700			0.855			6715.05			
			HE 300 B	45.000			0.671			5266.96			
		HEB			125.700			1.526			11982.00		
			IPE 300	87.434			0.470			3692.60			
			IPE 400, Simple con cartelas	150.748			2.124			11202.51			
			IPE 360, Simple con cartelas	67.837			0.821			4420.37			
		IPE			306.019			3.415			19315.47		
			RHS 100x50x5.0	90.000			0.120			942.55			
			RHS 200x100x4.0	30.000			0.069			540.20			
			RHS 200x100x8.0	10.000			0.044			343.46			
		RHS			130.000			0.233			1826.21		
			R 20	212.138			0.067			523.16			
		R			212.138			0.067			523.16		
Acero laminado	S275 (UNE-EN 10025-2)					773.857			5.241			33646.85	

9. CÁLCULO DE UNIONES

Seguidamente, se muestran los cálculos y comprobaciones de las uniones de los elementos de la estructura.

9.3. Unión pilar-dintel



1) Pilar HE 300 B

– Panel

Esbeltez del alma del pilar (Código Estructural, A26 6.2.6.1)

La esbeltez del alma del pilar debe satisfacer la condición:

23.82 ≤ 63.78 ✓

donde:

d_{wc}: Canto exterior del alma — **d_{wc}** : *262* mm

t_{wc}: Espesor del alma — **t_{wc}** : *11.0* mm

ε : *0.92*

f_y: Límite elástico — **f_y** : *275.00* N/mm²

Panel del alma de un pilar a cortante (Código Estructural, A26 6.2.6.1)

Debe cumplirse:

1123.59 kN ≤ 1195.67 kN ✓

donde:

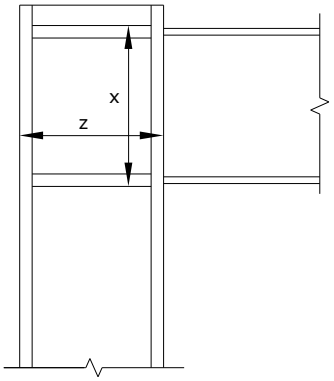
donde:

A_{vc}: Área de cortante

$V_{wp,Ed}$: Valor de cálculo del esfuerzo cortante. — **$V_{wp,Ed}$** : *1123.59* kN

$V_{wp,Rd}$: Valor de cálculo de la resistencia a esfuerzo cortante. — **$V_{wp,Rd}$** : *1195.67* kN

Dirección	A_{vc} (mm²)	$V_{wp,Ed}$ (kN)	$V_{wp,Rd}$ (kN)	Aprov. (%)
z	3300	402.34	449.10	89.59
x	8786	1123.59	1195.67	93.97



– Rigidizador superior

Tensión de Von Mises en rigidizador (Código Estructural, A22 6.2.1)

Debe cumplirse:

136.91 N/mm² ≤ 261.90 N/mm² ✓

donde:

σ: Tensión normal	σ : *-136.91* N/mm²
$F_\perp$: Esfuerzo de cálculo normal de la sección	$F_\perp$: *-146.63* kN
$L_\perp$: Anchura efectiva para esfuerzos normales	$L_\perp$: *77* mm
τ: Tensión tangencial	τ : *0.00* N/mm²
$F_{\parallel}$: Esfuerzo de cálculo tangencial de la sección	$F_{\parallel}$: *0.00* kN
$L_{\parallel}$: Anchura efectiva para esfuerzos tangenciales	$L_{\parallel}$: *113* mm
t: Espesor	t : *14.0* mm
f_y: Límite elástico	f_y : *275.00* N/mm²
γ_{M0}: Coeficiente parcial para la resistencia de las secciones transversales	γ_{M0} : *1.05*

– Rigidizador inferior

Tensión de Von Mises en rigidizador (Código Estructural, A22 6.2.1)

Debe cumplirse:

161.38 N/mm² ≤ 261.90 N/mm² ✓

donde:

σ: Tensión normal	σ : *161.38* N/mm²
$F_\perp$: Esfuerzo de cálculo normal de la sección	$F_\perp$: *206.73* kN
$L_\perp$: Anchura efectiva para esfuerzos normales	$L_\perp$: *92* mm
τ: Tensión tangencial	τ : *0.00* N/mm²
$F_{\parallel}$: Esfuerzo de cálculo tangencial de la sección	$F_{\parallel}$: *0.00* kN
$L_{\parallel}$: Anchura efectiva para esfuerzos tangenciales	$L_{\parallel}$: *113* mm
t: Espesor	t : *14.0* mm
f_y: Límite elástico	f_y : *275.00* N/mm²
γ_{M0}: Coeficiente parcial para la resistencia de las secciones transversales	γ_{M0} : *1.05*

– Rigidizador superior

Tensión de Von Mises en rigidizador (Código Estructural, A22 6.2.1)

Debe cumplirse:

136.91 N/mm² ≤ 261.90 N/mm² ✓

donde:

σ: Tensión normal — σ : -136.91 N/mm²

$F_\perp$: Esfuerzo de cálculo normal de la sección — $F_\perp$: -146.63 kN
$L_\perp$: Anchura efectiva para esfuerzos normales — $L_\perp$: 77 mm
τ: Tensión tangencial — τ : 0.00 N/mm²

$F_{||}$: Esfuerzo de cálculo tangencial de la sección — $F_{||}$: 0.00 kN
$L_{||}$: Anchura efectiva para esfuerzos tangenciales — $L_{||}$: 113 mm
t: Espesor — t : 14.0 mm
f_y: Límite elástico — f_y : 275.00 N/mm²
γ_{M0}: Coeficiente parcial para la resistencia de las secciones transversales — γ_{M0} : 1.05

– Rigidizador inferior

Tensión de Von Mises en rigidizador (Código Estructural, A22 6.2.1)

Debe cumplirse:

161.38 N/mm² ≤ 261.90 N/mm² ✓

donde:

σ: Tensión normal — σ : 161.38 N/mm²

$F_\perp$: Esfuerzo de cálculo normal de la sección — $F_\perp$: 206.73 kN
$L_\perp$: Anchura efectiva para esfuerzos normales — $L_\perp$: 92 mm
τ: Tensión tangencial — τ : 0.00 N/mm²

$F_{||}$: Esfuerzo de cálculo tangencial de la sección — $F_{||}$: 0.00 kN
$L_{||}$: Anchura efectiva para esfuerzos tangenciales — $L_{||}$: 113 mm
t: Espesor — t : 14.0 mm
f_y: Límite elástico — f_y : 275.00 N/mm²
γ_{M0}: Coeficiente parcial para la resistencia de las secciones transversales — γ_{M0} : 1.05

– Comprobaciones por unión con elemento ''

– Ala

Cortante en el ala por los rigidizadores (Código Estructural, A22 6.2.1)

Debe cumplirse:

237.14 N/mm² ≤ 261.90 N/mm² ✓

donde:

σ: Tensión normal — σ : *237.14* N/mm²

τ: Tensión tangencial — τ : *0.00* N/mm²

f_y: Límite elástico — f_y : *275.00* N/mm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial para la resistencia de las secciones transversales — γ_{M0} : *1.05*

– Comprobaciones por unión con elemento 'Viga IPE 400'

– Ala

Sección en T equivalente (Código Estructural, A26 6.2.6.5)

Debe cumplirse:

0.54 ≤ 1 ✓

donde:

$F_{T,Ed}$: Valor de cálculo de la solicitación a tracción — $F_{T,Ed}$: *151.10* kN

$F_{T,Rd}$: Resistencia a tracción del ala de una sección en T equivalente — $F_{T,Rd}$: *282.24* kN

La resistencia a tracción de cálculo de un ala de la sección en T $F_{T,Rd}$, deberá tomarse como el menor valor de los tres modos de fallo posibles, 1, 2 y 3.

La menor resistencia se ha obtenido en la fila: 7.

$F_{T,Rd}$: *282.24* kN

Resistencia de cálculo $F_{t,Rd}$ del ala de la sección en T. (Tabla A26.6.2)	
	Con fuerzas de palanca:
Modo 1	$F_{T,1,Rd}$: 564.48 kN
Modo 2	$F_{T,2,Rd}$: 323.71 kN
Modo 3	$F_{T,3,Rd}$: 282.24 kN

donde:

Modo 1: Ala totalmente plastificada

Modo 2: Fallo del tornillo por plastificación del ala

Modo 3: Fallo de tornillo

$M_{pl,1,Rd}$: *3.37* kN·m

$M_{pl,2,Rd}$: *4.49* kN·m

$\Sigma F_{t,Rd}$: Valor total de $F_{t,Rd}$ para todos los tornillos de la sección en T — $\Sigma F_{t,Rd}$: *282.24* kN

t_f: Espesor del ala de la sección en T — t_f : *19.0* mm

m: Distancia del eje del tornillo a la rótula o charnela — **m** : *24* mm

n: Igual e_{min} pero $n \leq 1{,}25 \cdot m$ — **n** : *30* mm

$\Sigma l_{eff,1}$: Suma de las longitudes eficaces para el modo 1 — $\Sigma l_{eff,1}$: *143* mm

$\Sigma l_{eff,2}$: Suma de las longitudes eficaces para el modo 2 — $\Sigma l_{eff,2}$: *190* mm

f_y: Límite elástico — f_y : *275.00* N/mm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial para la resistencia de las secciones transversales — γ_{M0} : *1.05*

Tracción (Código Estructural, A22 6.2.3)

(1) El valor de cálculo del esfuerzo axil de tracción N_{Ed} en toda sección debe cumplir:

donde:

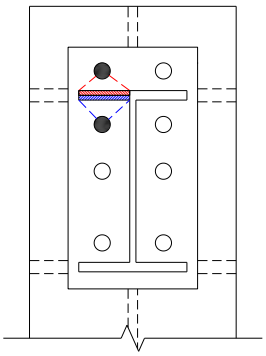
N_{Ed}: Valor de cálculo del esfuerzo axil de tracción

$N_{t,Rd}$: Valor de cálculo de la resistencia a tracción

f_y: Límite elástico — f_y : *275.00* N/mm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial para la resistencia de las secciones transversales — γ_{M0} : *1.05*

Fila	Área (mm²)	N_{Ed} (kN)	$N_{t,Rd}$ (kN)	Aprov. (%)
Filas exteriores	1492	32.27	390.63	8.26
Filas interiores	1512	27.31	395.89	6.90
Σ		59.57	393.03	15.16



– Alma

Tracción (Código Estructural, A22 6.2.3)

(1) El valor de cálculo del esfuerzo axil de tracción N_{Ed} en toda sección debe cumplir:

0.46 ≤ 1 ✓

donde:

N_{Ed}: Valor de cálculo del esfuerzo axil de tracción — **N_{Ed}** : *86.57* kN

$N_{t,Rd}$: Valor de cálculo de la resistencia a tracción — **$N_{t,Rd}$** : *189.76* kN

A: Área — **A** : *725.00* mm²

f_y: Límite elástico — **f_y** : *275.00* N/mm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial para la resistencia de las secciones transversales — **γ_{M0}** : *1.05*

Uniones soldadas

Generalidades (Código Estructural, A26 4.1(1))
Estas especificaciones se aplican a aceros estructurales soldables, de acuerdo con el Anejo 22, y con un espesor de 4 mm o superior.

Generalidades (Código Estructural, A26 4.3.2.1(1))
Las soldaduras en ángulo pueden emplearse para unir piezas cuyas caras forman un ángulo comprendido entre 60° e 120°.

Longitud de las soldaduras (Código Estructural, A26 4.5.1(2))
No se considerarán portantes las soldaduras en ángulo con longitud efectiva menor que el mayor de los dos siguientes valores: 30 mm o 6 veces el espesor de garganta.

Espesor eficaz de garganta de la soldadura (Código Estructural, A26 4.5.2(2))
El espesor eficaz de garganta de una soldadura en ángulo no deberá ser menor de 3 mm.

Resistencia de cálculo de las soldaduras en ángulo (Código Estructural, A26 4.5.3)

4.5.3.1 *Generalidades*

(1) La resistencia de cálculo de un cordón de una soldadura en ángulo deberá determinarse, bien empleando el método direccional descrito en el apartado 4.5.3.2, bien el método simplificado del apartado 4.5.3.3.

4.5.3.2 *Método direccional*

(6) La resistencia de cálculo del cordón de la soldadura en ángulo será suficiente siempre que se cumplan las dos condiciones siguientes:

donde:

$\sigma_\perp$: Tensión normal perpendicular a la garganta de la soldadura

$\tau_\perp$: Tensión tangencial (en el plano de la garganta) perpendicular al eje de la soldadura

$\tau_{||}$: Tensión tangencial (en el plano de la garganta) paralela al eje de la soldadura

f_u: Resistencia nominal última a tracción de la parte más débil de la unión

β_w: Coeficiente de correlación para soldaduras en ángulo

γ_{M2}: Resistencia de soldaduras γ_{M2} : 1.25

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	7	113	14.0	90.00
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	5	208	11.0	90.00
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	7	113	14.0	90.00
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	5	208	11.0	90.00
Soldadura del rigidizador superior a las alas	En ángulo	7	113	14.0	90.00
Soldadura del rigidizador superior al alma	En ángulo	5	208	11.0	90.00
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	En ángulo	7	113	14.0	90.00
Soldadura del rigidizador inferior al alma	En ángulo	5	208	11.0	90.00

a: Espesor de garganta
l: Longitud del cordón de soldadura
t: Espesor de la pieza

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm²)	β_w
	$\sigma_\perp$ (N/mm²)	$\tau_\perp$ (N/mm²)	$\tau_{\|\|}$ (N/mm²)	Valor (N/mm²)	Aprov. (%)	$\sigma_\perp$ (N/mm²)	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador superior a las alas	96.8	96.8	0.0	193.6	50.18	96.8	32.79	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	70.5	122.1	31.64	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	114.1	114.1	0.0	228.2	59.15	114.1	38.66	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	99.4	172.2	44.61	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior a las alas	96.8	96.8	0.0	193.6	50.18	96.8	32.79	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	0.0	0.0	70.5	122.1	31.64	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	114.1	114.1	0.0	228.2	59.15	114.1	38.66	410.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	0.0	0.0	99.4	172.2	44.61	0.0	0.00	410.0	0.85

2) Viga IPE 400

- Chapa frontal

Sección en T equivalente (Código Estructural, A26 6.2.6.5)

Debe cumplirse:

0.72 ≤ 1 ✓

donde:

$F_{T,Ed}$: Valor de cálculo de la solicitación a tracción — **$F_{T,Ed}$** : *151.10* kN

$F_{T,Rd}$: Resistencia a tracción del ala de una sección en T equivalente — **$F_{T,Rd}$** : *211.01* kN

La resistencia a tracción de cálculo de un ala de la sección en T $F_{T,Rd}$, deberá tomarse como el menor valor de los tres modos de fallo posibles, 1, 2 y 3.

La menor resistencia se ha obtenido en la fila: 7.

$F_{T,Rd}$: *211.01* kN

Resistencia de cálculo $F_{t,Rd}$ del ala de la sección en T. (Tabla A26.6.2)	
	Con fuerzas de palanca:
Modo 1	$F_{T,1,Rd}$: 273.95 kN
Modo 2	$F_{T,2,Rd}$: 211.01 kN
Modo 3	$F_{T,3,Rd}$: 282.24 kN

donde:

Modo 1: Ala totalmente plastificada

Modo 2: Fallo del tornillo por plastificación del ala

Modo 3: Fallo de tornillo

$M_{pl,1,Rd}$: *2.23* kN·m

$M_{pl,2,Rd}$: *2.23* kN·m

$\sum F_{t,Rd}$: Valor total de $F_{t,Rd}$ para todos los tornillos de la sección en T — **$\sum F_{t,Rd}$** : *282.24* kN

t_f: Espesor del ala de la sección en T — **t_f** : *18.0* mm

m: Distancia del eje del tornillo a la rótula o charnela — **m** : *33* mm

n: Igual e_{min} pero $n \leq 1{,}25 \cdot m$ — **n** : *34* mm

$\sum l_{eff,1}$: Suma de las longitudes eficaces para el modo 1 — **$\sum l_{eff,1}$** : *105* mm

$\sum l_{eff,2}$: Suma de las longitudes eficaces para el modo 2 — **$\sum l_{eff,2}$** : *105* mm

f_y: Límite elástico — **f_y** : *275.00* N/mm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial para la resistencia de las secciones transversales — **γ_{M0}** : *1.05*

– Ala

Compresión en perfil base (Criterio de CYPE, basado en Código Estructural, A22 6.2)

El valor de cálculo de la fuerza de compresión N_{Ed} deberá cumplir en toda sección:

0.68 ≤ 1 ✓

donde:

N_{Ed}: Valor de cálculo del esfuerzo axil de compresión — **N_{Ed}** : *444.88* kN

$N_{c,Rd}$: Valor de cálculo de la resistencia a compresión — **$N_{c,Rd}$** : *652.78* kN

A: Área sometida a compresión — **A** : *2492* mm²

f'$_y$: Límite elástico reducido — **f'$_y$** : *275.00* N/mm²

f_y: Límite elástico — **f_y** : *275.00* N/mm²

ρ: Coeficiente de reducción del valor de cálculo de la resistencia a flexión, considerando la existencia de cortantes. — ρ : *0.000*

γ_{M0}: Coeficiente parcial para la resistencia de las secciones transversales — **γ_{M0}** : *1.05*

Reducción de la resistencia de cálculo por acciones combinadas
Cuando el esfuerzo cortante sea menor que la mitad de la resistencia plástica de cálculo a cortante, su efecto sobre la resistencia a flexión puede despreciarse

Tracción (Código Estructural, A22 6.2.3)

(1) El valor de cálculo del esfuerzo axil de tracción N_{Ed} en toda sección debe cumplir:

donde:

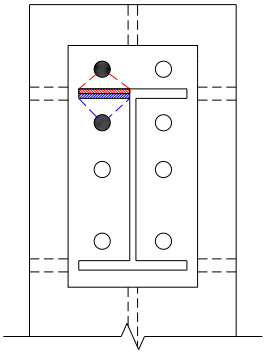
N_{Ed}: Valor de cálculo del esfuerzo axil de tracción

$N_{t,Rd}$: Valor de cálculo de la resistencia a tracción

f_y: Límite elástico — **f_y** : *275.00* N/mm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial para la resistencia de las secciones transversales — **γ_{M0}** : *1.05*

Fila	Área (mm²)	N_{Ed} (kN)	$N_{t,Rd}$ (kN)	Aprov. (%)
Filas exteriores	1215	75.55	318.21	23.74
Filas interiores	1215	36.10	318.21	11.35
Σ		111.65	318.21	35.09



- Alma

Resistencia a cargas concentradas transversales (Código Estructural, A25 6)

Debe cumplirse:

0.12 ≤ 1 ✓

donde:

F_{Ed}: Carga transversal de cálculo — **F_{Ed}** : *41.54* kN

F_{Rd}: Resistencia de cálculo frente a abolladura local con cargas concentradas transversales — **F_{Rd}** : *358.41* kN

donde:

t_w: Espesor del alma — **t_w** : *9* mm

f_{yw}: Límite elástico del alma; — **f_{yw}** : *275.00* N/mm²

L_{eff}: Longitud efectiva para el cálculo frente a cargas concentradas transversales, que se determinan mediante la siguiente expresión: — **L_{eff}** : *159.00* mm

donde:

l_y: Longitud efectiva de carga — **l_y** : *159* mm

χ_F: Coeficiente de reducción de abolladura local frente a cargas concentradas — **χ_F** : *1.00*

El coeficiente de reducción χ_F se obtiene mediante la siguiente expresión:

donde:

$\bar{\lambda}_F$: *0.47*

F_{cr} : *1936.24* kN

Para almas sin rigidizadores longitudinales, el coeficiente k_f debe obtenerse a partir de las siguientes disposiciones:

$\mathbf{k_f}$: *6.01*

La longitud efectiva de carga l_y se debería calcular como se muestra a continuación;

$\mathbf{m_1}$: *20.93*

donde:

b_f: Anchura del ala — $\mathbf{b_f}$: *180.00* mm

si $\bar{\lambda}_F \leq 0{,}5$ — $\mathbf{m_2}$: *0.00*

l_y se debería obtener como:

siendo $l_y \leq$ la distancia entre rigidizadores transversales adyacentes. (6.10) — $\mathbf{l_y}$: *159* mm

Tracción (Código Estructural, A22 6.2.3)

(1) El valor de cálculo del esfuerzo axil de tracción N_{Ed} en toda sección debe cumplir:

0.30 ≤ 1 ✓

donde:

N_{Ed}: Valor de cálculo del esfuerzo axil de tracción — $\mathbf{N_{Ed}}$: *96.73* kN

$N_{t,Rd}$: Valor de cálculo de la resistencia a tracción — $\mathbf{N_{t,Rd}}$: *326.42* kN

A: Área — **A** : *1246.00* mm²

f_y: Límite elástico — $\mathbf{f_y}$: *275.00* N/mm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial para la resistencia de las secciones transversales — γ_{M0} : *1.05*

Uniones soldadas

Generalidades (Código Estructural, A26 4.1(1))
Estas especificaciones se aplican a aceros estructurales soldables, de acuerdo con el Anejo 22, y con un espesor de 4 mm o superior.

Generalidades (Código Estructural, A26 4.3.2.1(1))
Las soldaduras en ángulo pueden emplearse para unir piezas cuyas caras forman un ángulo comprendido entre 60° e 120°.

Longitud de las soldaduras (Código Estructural, A26 4.5.1(2))

No se considerarán portantes las soldaduras en ángulo con longitud efectiva menor que el mayor de los dos siguientes valores: 30 mm o 6 veces el espesor de garganta.

Espesor eficaz de garganta de la soldadura (Código Estructural, A26 4.5.2(2))
El espesor eficaz de garganta de una soldadura en ángulo no deberá ser menor de 3 mm.

Resistencia de cálculo de las soldaduras en ángulo (Código Estructural, A26 4.5.3)

4.5.3.1 *Generalidades*

(1) La resistencia de cálculo de un cordón de una soldadura en ángulo deberá determinarse, bien empleando el método direccional descrito en el apartado 4.5.3.2, bien el método simplificado del apartado 4.5.3.3.

4.5.3.2 *Método direccional*

(6) La resistencia de cálculo del cordón de la soldadura en ángulo será suficiente siempre que se cumplan las dos condiciones siguientes:

donde:

$\sigma_\perp$: Tensión normal perpendicular a la garganta de la soldadura

$\tau_\perp$: Tensión tangencial (en el plano de la garganta) perpendicular al eje de la soldadura

$\tau_{||}$: Tensión tangencial (en el plano de la garganta) paralela al eje de la soldadura

f_u: Resistencia nominal última a tracción de la parte más débil de la unión

β_w: Coeficiente de correlación para soldaduras en ángulo

γ_{M2}: Resistencia de soldaduras γ_{M2} : *1.25*

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del ala superior	En ángulo	7	180	13.5	84.29
Soldadura del alma	En ángulo	4	333	8.6	90.00
Soldadura del ala inferior	En ángulo	7	180	13.5	84.29
Soldadura del alma de la cartela	En ángulo	4	361	8.6	90.00
Soldadura del ala de la cartela	En ángulo	7	180	13.5	77.15
Soldadura del alma de la cartela al ala inferior	En ángulo	6	3000	8.6	90.00
Soldadura del ala de la cartela al ala inferior	En ángulo	9	180	13.5	82.86

a: Espesor de garganta
l: Longitud del cordón de soldadura
t: Espesor de la pieza

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm²)	β_w
	$\sigma_\perp$ (N/mm²)	$\tau_\perp$ (N/mm²)	$\tau_{\|\|}$ (N/mm²)	Valor (N/mm²)	Aprov. (%)	$\sigma_\perp$ (N/mm²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	109.7	99.3	1.1	204.1	52.88	109.7	37.17	410.0	0.85
Soldadura del alma	93.6	93.6	18.6	190.0	49.24	93.6	31.72	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	31.3	28.3	0.6	58.2	15.07	31.3	10.60	410.0	0.85

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm²)	β_w
	$\sigma_\perp$ (N/mm²)	$\tau_\perp$ (N/mm²)	$\tau_{\parallel}$ (N/mm²)	Valor (N/mm²)	Aprov. (%)	$\sigma_\perp$ (N/mm²)	Aprov. (%)		
Soldadura del alma de la cartela	116.9	116.9	18.6	236.1	61.17	116.9	39.61	410.0	0.85
Soldadura del ala de la cartela	113.0	141.7	0.2	270.2	70.02	135.0	45.75	410.0	0.85
Soldadura del alma de la cartela al ala inferior	0.0	0.0	9.3	16.0	4.15	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del ala de la cartela al ala inferior	La comprobación no procede.							410.0	0.85

Comprobaciones para los tornillos

Disposición de los taladros para los tornillos (Código Estructural, 3.5)
Separación mínima y máxima, distancias al borde frontal y al borde lateral.

Disposiciones constructivas							
Distancias	Al borde del elemento		Entre agujeros		Entre tornillos		
						Tracción	
	e_1[(1)]	e_2[(2)]	p_1[(1)]	p_2[(2)]	Compresión	Filas exteriores	Filas interiores
Mínimo	$1.2d_0$	$1.2d_0$	$2.2d_0$	$2.4d_0$	p_1 y p_2	$p_{1,e}$	$p_{1,i}$
Máximo[(3)]	4·t + 40 mm		14·t; 200 mm		14·t; 200 mm	14·t; 200 mm	14·t; 200 mm

Notas:
(1) En la dirección del esfuerzo a transmitir
(2) En la dirección perpendicular al esfuerzo a transmitir
(3) Se considera el menor valor
d_0: Diámetro del agujero
t: Menor espesor de las piezas a unir.

Resistencia de cálculo de los elementos individuales de unión (Código Estructural, 3.6)

3.6.1 *Tornillos*

(5) Los tornillos M12 y M14 pueden emplearse también en taladros con holguras de 2 mm siempre que la resistencia de cálculo del grupo de tornillos, funcionando como pasadores, sea menor o igual que la resistencia de cálculo del grupo de tornillos trabajando a corte. Además, para las clases de tornillos 4.8, 5.8, 6.8, 8.8 y 10.9 la resistencia de cálculo al cortante $F_{v,Rd}$ deberá tomarse como 0,85 veces el valor dado en la tabla A26.3.3.

(9) La tolerancia del taladro empleado para tornillos calibrados deberá estar de acuerdo con el Capítulo 21 del Código Estructural.

(12) Cuando los tornillos que transmiten cortantes atraviesan un espesor total t_p de más de 1/3 del diámetro nominal d, véase la figura A26.3.4, la resistencia de cálculo a cortante $F_{v,Rd}$, calculada como se especifica en la tabla A26.3.3, deberá multiplicarse por un coeficiente reductor β_p dado por:

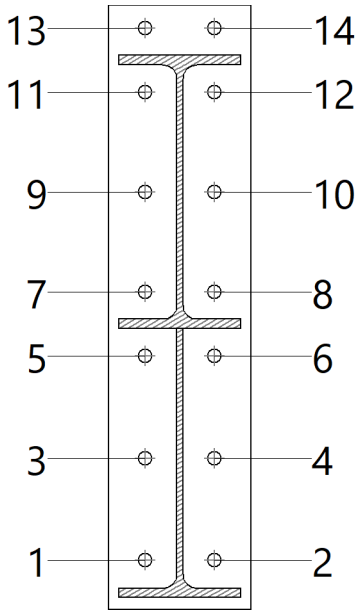
pero con $\beta_p \leq 1$ (3.3)

Tabla A26.3.3 Resistencia de cálculo para elementos de unión sujetos a cortante y/o tracción	
Modo de fallo	Tornillo
Resistencia a cortante	- cuando el plano de cortante atraviesa la parte no roscada del tornillo (A es la sección bruta del tornillo): $\alpha_v = 0,6$
Capacidad resistente (aplastamiento)	donde α_b es el menor de o 1,0; en la dirección de transmisión de la carga: - para tornillos exteriores: - para tornillos interiores: en la dirección perpendicular a la transmisión de la carga: - para tornillos exteriores: k_1 es el menor de o 2,5 - para tornillos interiores: k_1 es el menor de o 2,5
Resistencia a tracción	donde $k_2 = 0,63$ para tornillos de cabeza avellanada, en otros casos $k_2 = 0,9$.
Resistencia a punzonamiento	
Combinación de cortante y tracción	

Uniones largas (Código Estructural, A26 3.8)

(1) Cuando la distancia L_j entre los centros de los extremos de los elementos de unión en un empalme, medida en la dirección de la transmisión de la carga (véase la figura A26.3.7), sea mayor que 15 d, la resistencia de cálculo a cortante $F_{v,Rd}$ de todos los elementos de unión calculada según la tabla A26.3.3 deberá afectarse con un coeficiente reductor β_{Lf}, dado por:

siendo $\beta_{Lf} \leq 1,0$ y $\beta_{Lf} \geq 0,75$.



Disposición							
Tornillo	Denominación	d_0 (mm)	e_1 (mm)	e_2 (mm)	p_1 (mm)	p_2 (mm)	m (mm)
1	ISO 4014-M20x80-8.8	22.0	--	54	150	102	41.0
2	ISO 4014-M20x80-8.8	22.0	--	54	150	102	41.0
3	ISO 4014-M20x80-8.8	22.0	--	54	150	102	45.5
4	ISO 4014-M20x80-8.8	22.0	--	54	150	102	45.5
5	ISO 4014-M20x80-8.8	22.0	--	54	95	102	41.0
6	ISO 4014-M20x80-8.8	22.0	--	54	95	102	41.0
7	ISO 4014-M20x80-8.8	22.0	--	54	95	102	40.2
8	ISO 4014-M20x80-8.8	22.0	--	54	95	102	40.2
9	ISO 4014-M20x80-8.8	22.0	--	54	147	102	45.5
10	ISO 4014-M20x80-8.8	22.0	--	54	147	102	45.5
11	ISO 4014-M20x80-8.8	22.0	--	54	95	102	41.0
12	ISO 4014-M20x80-8.8	22.0	--	54	95	102	41.0
13	ISO 4014-M20x80-8.8	22.0	34	54	95	102	33.8
14	ISO 4014-M20x80-8.8	22.0	34	54	95	102	33.8

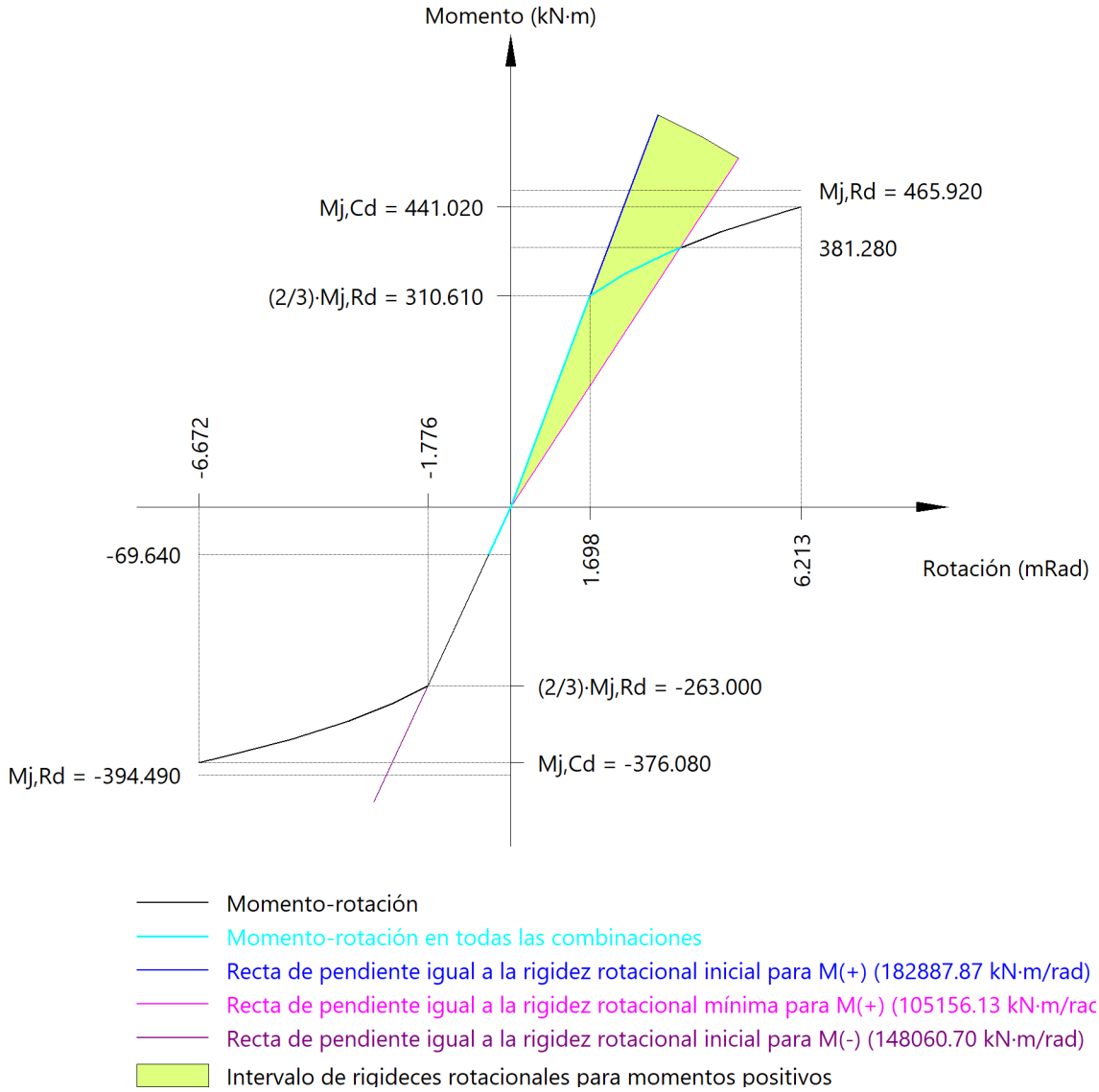
--: La comprobación no procede.

Resistencia										
Tornillo	Cortante				Tracción				Interacción tracción y cortante	Aprov. Máx. (%)
	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)	
1	Sección transversal	51.571	120.637	42.75	Vástago	26.355	141.120	18.68	42.75	42.75
	Aplastamiento	51.571	295.200	17.47	Punzonamiento	26.355	353.506	7.46		
2	Sección transversal	51.571	120.637	42.75	Vástago	26.355	141.120	18.68	42.75	42.75
	Aplastamiento	51.571	295.200	17.47	Punzonamiento	26.355	353.506	7.46		

Resistencia										
Tornillo	Cortante				Tracción				Interacción tracción y cortante	Aprov. Máx. (%)
	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)	
3	Sección transversal	0.062	120.637	0.05	Vástago	25.360	141.120	17.97	12.84	17.97
	Aplastamiento	0.062	295.200	0.02	Punzonamiento	25.360	353.506	7.17		
4	Sección transversal	0.062	120.637	0.05	Vástago	25.360	141.120	17.97	12.84	17.97
	Aplastamiento	0.062	295.200	0.02	Punzonamiento	25.360	353.506	7.17		
5	Sección transversal	0.062	120.637	0.05	Vástago	21.272	141.120	15.07	10.77	15.07
	Aplastamiento	0.062	295.200	0.02	Punzonamiento	21.272	353.506	6.02		
6	Sección transversal	0.062	120.637	0.05	Vástago	21.272	141.120	15.07	10.77	15.07
	Aplastamiento	0.062	295.200	0.02	Punzonamiento	21.272	353.506	6.02		
7	Sección transversal	0.062	120.637	0.05	Vástago	37.105	141.120	26.29	18.78	26.29
	Aplastamiento	0.062	295.200	0.02	Punzonamiento	37.105	353.506	10.50		
8	Sección transversal	0.062	120.637	0.05	Vástago	37.105	141.120	26.29	18.78	26.29
	Aplastamiento	0.062	295.200	0.02	Punzonamiento	37.105	353.506	10.50		
9	Sección transversal	0.062	120.637	0.05	Vástago	61.219	141.120	43.38	30.99	43.38
	Aplastamiento	0.062	295.200	0.02	Punzonamiento	61.219	353.506	17.32		
10	Sección transversal	0.062	120.637	0.05	Vástago	61.219	141.120	43.38	30.99	43.38
	Aplastamiento	0.062	295.200	0.02	Punzonamiento	61.219	353.506	17.32		
11	Sección transversal	4.816	120.637	3.99	Vástago	65.175	141.120	46.18	32.99	46.18
	Aplastamiento	4.816	295.200	1.63	Punzonamiento	65.175	353.506	18.44		
12	Sección transversal	4.816	120.637	3.99	Vástago	65.175	141.120	46.18	32.99	46.18
	Aplastamiento	4.816	295.200	1.63	Punzonamiento	65.175	353.506	18.44		
13	Sección transversal	4.816	120.637	3.99	Vástago	101.057	141.120	71.61	51.15	71.61
	Aplastamiento	4.816	295.200	1.63	Punzonamiento	101.057	353.506	28.59		
14	Sección transversal	4.816	120.637	3.99	Vástago	101.057	141.120	71.61	51.15	71.61
	Aplastamiento	4.816	295.200	1.63	Punzonamiento	101.057	353.506	28.59		

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (kN·m/rad)	Plano xz (kN·m/rad)
Calculada para momentos positivos	17628.04	182887.87
Calculada para momentos negativos	17628.04	148060.70

Comportamiento de la unión para flexión simple en el plano xz



Relación entre la resistencia del ala del casquillo en T en modo 1 y modo 3 (Criterio de CYPE, basado en ENV 1993-1-1:1996, Anejo J.3.8)

Debe cumplirse:

1.05 ≤ 1.80 ✓

β : *1.05*

donde:

$F_{T,Rd1}$: Resistencia a tracción del ala de una sección en T equivalente en modo 1

$F_{T,Rd1}$: *297.03* kN

$F_{T,Rd3}$: Resistencia a tracción del ala de una sección en T equivalente en modo 3

$F_{T,Rd3}$: *282.24* kN

Momento resistente de las uniones viga-pilar y empalmes (Código Estructural, A26 6.2.7)

El momento de cálculo aplicado $M_{j,Ed}$, deberá cumplir:

0.82 ≤ 1.0 ✓

El momento resistente $M_{j,Rd}$ de una unión atornillada viga-pilar con chapa frontal atornillada puede determinarse a partir de:

donde:

$F_{tr,Rd}$: Resistencia de cálculo a tracción eficaz de una fila de tornillos r

h_r: Distancia de la fila de tornillos r al centro de compresión

r: Número de la fila de tornillos

Capacidad de giro (Criterio de CYPE, basado en ENV 1993-1-1:1996, Anejo J.3.8)

Debe cumplirse:

0.58 ≤ 0.67 ✓

ϕ_{Ed}: Rotación correspondiente al momento solicitante — **ϕ_{Ed}** : *3.63* mRad

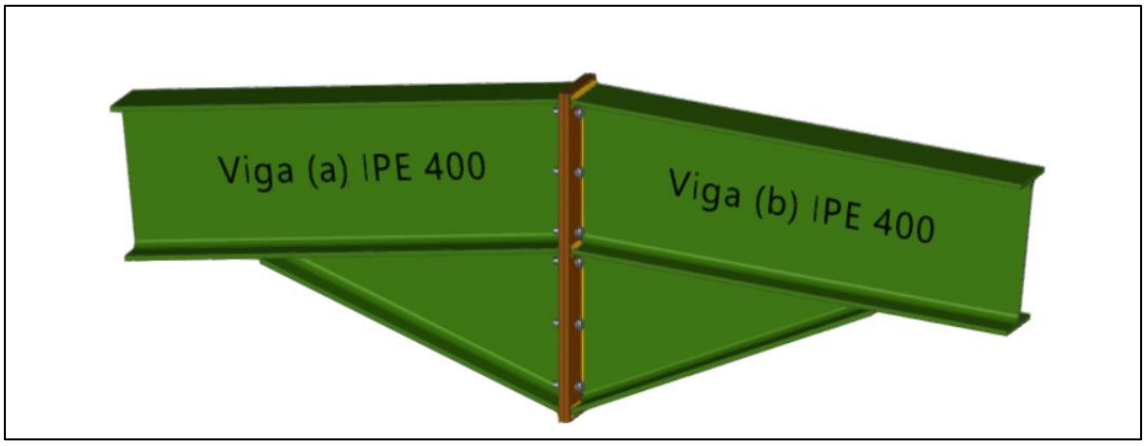
ϕ_{Cd}: Capacidad de rotación de la unión — **ϕ_{Cd}** : *6.21* mRad

donde:

h: Distancia de la fila al centro de compresiones — **h** : *832* mm

β: Relación entre la resistencia de la fila en modo 1 y en modo 3 — β : *0.97*

9.4. Unión dintel-dintel (refuerzo en clave)



1) Viga (a) IPE 400

- Chapa frontal

Sección en T equivalente (Código Estructural, A26 6.2.6.5)

Debe cumplirse:

0.29 ≤ 1 ✓

donde:

$F_{T,Ed}$: Valor de cálculo de la solicitación a tracción — **$F_{T,Ed}$** : *53.25* kN

$F_{T,Rd}$: Resistencia a tracción del ala de una sección en T equivalente — **$F_{T,Rd}$** : *180.86* kN

La resistencia a tracción de cálculo de un ala de la sección en T $F_{T,Rd}$, deberá tomarse como el menor valor de los tres modos de fallo posibles, 1, 2 y 3.

La menor resistencia se ha obtenido en la fila: 1.

$F_{T,Rd}$: *180.86* kN

Resistencia de cálculo $F_{t,Rd}$ del ala de la sección en T. (Tabla A26.6.2)		
	Con fuerzas de palanca:	
Modo 1	$F_{T,1,Rd}$: 322.54 kN	
Modo 2	$F_{T,2,Rd}$: 183.99 kN	
Modo 3	$F_{T,3,Rd}$: 180.86 kN	

donde:

Modo 1: Ala totalmente plastificada

Modo 2: Fallo del tornillo por plastificación del ala

Modo 3: Fallo de tornillo

$M_{pl,1,Rd}$: *2.51* kN·m

$M_{pl,2,Rd}$: *2.93* kN·m

$\sum F_{t,Rd}$: Valor total de $F_{t,Rd}$ para todos los tornillos de la sección en T — **$\sum F_{t,Rd}$** : *180.86* kN

t_f: Espesor del ala de la sección en T — **t_f** : *14.0* mm

m: Distancia del eje del tornillo a la rótula o charnela — **m** : *31* mm

n: Igual e_{min} pero n ≤ 1,25·m — **n** : *39* mm

$\sum l_{eff,1}$: Suma de las longitudes eficaces para el modo 1 — **$\sum l_{eff,1}$** : *196* mm

$\sum l_{eff,2}$: Suma de las longitudes eficaces para el modo 2 — **$\sum l_{eff,2}$** : *228* mm

f_y: Límite elástico — **f_y** : *275.00* N/mm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial para la resistencia de las secciones transversales — γ_{M0} : *1.05*

– Ala

Compresión en perfil base (Criterio de CYPE, basado en Código Estructural, A22 6.2)

El valor de cálculo de la fuerza de compresión N_{Ed} deberá cumplir en toda sección:

0.34 ≤ 1 ✓

donde:

N_{Ed}: Valor de cálculo del esfuerzo axil de compresión — **N_{Ed}** : *220.19* kN

$N_{c,Rd}$: Valor de cálculo de la resistencia a compresión — **$N_{c,Rd}$** : *639.60* kN

A: Área sometida a compresión — **A** : *2442* mm²

f'_y: Límite elástico reducido — **f'_y** : *275.00* N/mm²

f_y: Límite elástico — **f_y** : *275.00* N/mm²

ρ: Coeficiente de reducción del valor de cálculo de la resistencia a flexión, considerando la existencia de cortantes. — ρ : *0.000*

γ_{M0}: Coeficiente parcial para la resistencia de las secciones transversales — γ_{M0} : *1.05*

Reducción de la resistencia de cálculo por acciones combinadas
Cuando el esfuerzo cortante sea menor que la mitad de la resistencia plástica de cálculo a cortante, su efecto sobre la resistencia a flexión puede despreciarse

Tracción (Código Estructural, A22 6.2.3)

(1) El valor de cálculo del esfuerzo axil de tracción N_{Ed} en toda sección debe cumplir:

donde:

N_{Ed}: Valor de cálculo del esfuerzo axil de tracción

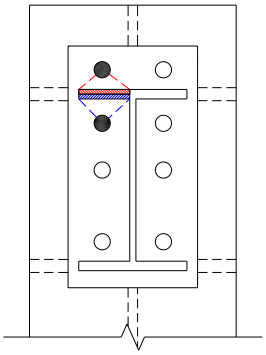
$N_{t,Rd}$: Valor de cálculo de la resistencia a tracción

f_y: Límite elástico — **f_y** : *275.00* N/mm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial para la resistencia de las secciones transversales — γ_{M0} : *1.05*

Fila	Área (mm²)	N_{Ed} (kN)	$N_{t,Rd}$ (kN)	Aprov. (%)
Filas exteriores	1113	5.27	291.46	1.81
Filas interiores	1117	7.12	292.43	2.44

Fila	Área (mm²)	N_{Ed} (kN)	$N_{t,Rd}$ (kN)	Aprov. (%)
Σ		12.39	292.02	4.24



– Alma

Resistencia a cargas concentradas transversales (Código Estructural, A25 6)

Debe cumplirse:

0.08 ≤ 1 ✓

donde:

F_{Ed}: Carga transversal de cálculo — **F_{Ed}** : *27.69* kN

F_{Rd}: Resistencia de cálculo frente a abolladura local con cargas concentradas transversales — **F_{Rd}** : *358.41* kN

donde:

t_w: Espesor del alma — **t_w** : *9* mm

f_{yw}: Límite elástico del alma; — **f_{yw}** : *275.00* N/mm²

L_{eff}: Longitud efectiva para el cálculo frente a cargas concentradas transversales, que se determinan mediante la siguiente expresión: — **L_{eff}** : *159.00* mm

donde:

l_y: Longitud efectiva de carga — **l_y** : *159* mm

χ_F: Coeficiente de reducción de abolladura local frente a cargas concentradas — χ_F : *1.00*

El coeficiente de reducción χ_F se obtiene mediante la siguiente expresión:

donde:

$\bar{\lambda}_F$: *0.46*

F_{cr} : *1968.78* kN

Para almas sin rigidizadores longitudinales, el coeficiente k_f debe obtenerse a partir de las siguientes disposiciones:

k_f : *6.11*

La longitud efectiva de carga l_y se debería calcular como se muestra a continuación;

m_1 : *20.93*

donde:

b_f: Anchura del ala — **b_f** : *180.00* mm

si $\bar{\lambda}_F \leq 0{,}5$ — **m_2** : *0.00*

l_y se debería obtener como:

siendo $l_y \leq$ la distancia entre rigidizadores transversales adyacentes. (6.10) — **l_y** : *159* mm

Tracción (Código Estructural, A22 6.2.3)

(1) El valor de cálculo del esfuerzo axil de tracción N_{Ed} en toda sección debe cumplir:

0.16 ≤ 1 ✓

donde:

N_{Ed}: Valor de cálculo del esfuerzo axil de tracción — **N_{Ed}** : *39.35* kN

$N_{t,Rd}$: Valor de cálculo de la resistencia a tracción — **$N_{t,Rd}$** : *242.93* kN

A: Área — **A** : *928.00* mm²

f_y: Límite elástico — **f_y** : *275.00* N/mm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial para la resistencia de las secciones transversales — **γ_{M0}** : *1.05*

Uniones soldadas

Generalidades (Código Estructural, A26 4.1(1))
Estas especificaciones se aplican a aceros estructurales soldables, de acuerdo con el Anejo 22, y con un espesor de 4 mm o superior.

Generalidades (Código Estructural, A26 4.3.2.1(1))

Las soldaduras en ángulo pueden emplearse para unir piezas cuyas caras forman un ángulo comprendido entre 60° e 120°.

Longitud de las soldaduras (Código Estructural, A26 4.5.1(2))
No se considerarán portantes las soldaduras en ángulo con longitud efectiva menor que el mayor de los dos siguientes valores: 30 mm o 6 veces el espesor de garganta.

Espesor eficaz de garganta de la soldadura (Código Estructural, A26 4.5.2(2))
El espesor eficaz de garganta de una soldadura en ángulo no deberá ser menor de 3 mm.

Resistencia de cálculo de las soldaduras en ángulo (Código Estructural, A26 4.5.3)

4.5.3.1 *Generalidades*

(1) La resistencia de cálculo de un cordón de una soldadura en ángulo deberá determinarse, bien empleando el método direccional descrito en el apartado 4.5.3.2, bien el método simplificado del apartado 4.5.3.3.

4.5.3.2 *Método direccional*

(6) La resistencia de cálculo del cordón de la soldadura en ángulo será suficiente siempre que se cumplan las dos condiciones siguientes:

donde:

$\sigma_\perp$: Tensión normal perpendicular a la garganta de la soldadura

$\tau_\perp$: Tensión tangencial (en el plano de la garganta) perpendicular al eje de la soldadura

$\tau_{||}$: Tensión tangencial (en el plano de la garganta) paralela al eje de la soldadura

f_u: Resistencia nominal última a tracción de la parte más débil de la unión

β_w: Coeficiente de correlación para soldaduras en ángulo

γ_{M2}: Resistencia de soldaduras γ_{M2} : *1.25*

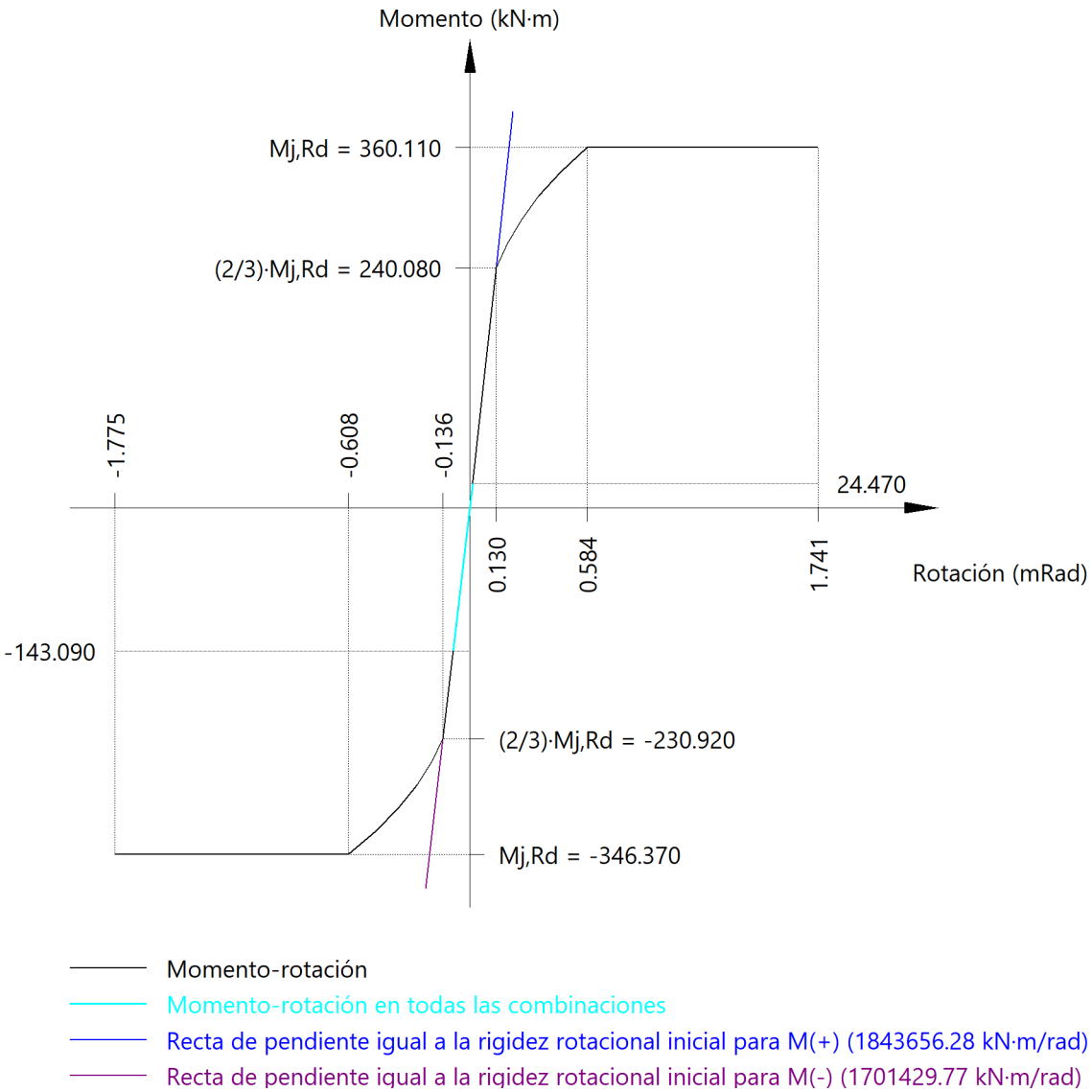
Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del ala superior	En ángulo	7	180	13.5	84.29
Soldadura del alma	En ángulo	4	333	8.6	90.00
Soldadura del ala inferior	En ángulo	7	180	13.5	84.29
Soldadura del alma de la cartela	En ángulo	4	380	8.6	90.00
Soldadura del ala de la cartela	En ángulo	7	180	13.5	67.92
Soldadura del alma de la cartela al ala inferior	En ángulo	6	800	8.6	90.00
Soldadura del ala de la cartela al ala inferior	En ángulo	9	180	13.5	62.21

a: Espesor de garganta
l: Longitud del cordón de soldadura
t: Espesor de la pieza

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm²)	β_w
	$\sigma_\perp$ (N/mm²)	$\tau_\perp$ (N/mm²)	$\tau_{\parallel}$ (N/mm²)	Valor (N/mm²)	Aprov. (%)	$\sigma_\perp$ (N/mm²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	49.8	55.0	1.1	107.5	27.87	52.8	17.88	410.0	0.85
Soldadura del alma	48.3	48.3	0.7	96.6	25.04	48.3	16.36	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	11.4	12.6	0.6	24.7	6.40	11.4	3.87	410.0	0.85
Soldadura del alma de la cartela	32.7	32.7	0.7	65.4	16.96	32.7	11.08	410.0	0.85
Soldadura del ala de la cartela	26.8	39.8	0.1	73.9	19.15	37.1	12.57	410.0	0.85
Soldadura del alma de la cartela al ala inferior	0.0	0.0	2.4	4.2	1.09	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del ala de la cartela al ala inferior	La comprobación no procede.							410.0	0.85

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (kN·m/rad)	Plano xz (kN·m/rad)
Calculada para momentos positivos	121319.09	1843656.28
Calculada para momentos negativos	121319.09	1701429.77

Comportamiento de la unión para flexión simple en el plano xz



Relación entre la resistencia del ala del casquillo en T en modo 1 y modo 3 (Criterio de CYPE, basado en ENV 1993-1-1:1996, Anejo J.3.8)

Debe cumplirse:

1.78 ≤ 1.80 ✓

β : *1.78*

donde:

$F_{T,Rd1}$: Resistencia a tracción del ala de una sección en T equivalente en modo 1

$F_{T,Rd1}$: *322.54* kN

$F_{T,Rd3}$: Resistencia a tracción del ala de una sección en T equivalente en modo 3

$F_{T,Rd3}$: *180.86* kN

Momento resistente de las uniones viga-pilar y empalmes (Código Estructural, A26 6.2.7)

El momento de cálculo aplicado $M_{j,Ed}$, deberá cumplir:

0.41 ≤ 1.0 ✓

El momento resistente $M_{j,Rd}$ de una unión atornillada viga-pilar con chapa frontal atornillada puede determinarse a partir de:

donde:

$F_{tr,Rd}$: Resistencia de cálculo a tracción eficaz de una fila de tornillos r

h_r: Distancia de la fila de tornillos r al centro de compresión

r: Número de la fila de tornillos

Capacidad de giro (Criterio de CYPE, basado en ENV 1993-1-1:1996, Anejo J.3.8)

Debe cumplirse:

0.05 ≤ 0.67 ✓

ϕ_{Ed}: Rotación correspondiente al momento solicitante — ϕ_{Ed} : *0.08* mRad

ϕ_{Cd}: Capacidad de rotación de la unión — ϕ_{Cd} : *1.78* mRad

donde:

h: Distancia de la fila al centro de compresiones — **h** : *751* mm

β: Relación entre la resistencia de la fila en modo 1 y en modo 3 — β : *1.78*

2) Viga (b) IPE 400

– Chapa frontal

Sección en T equivalente (Código Estructural, A26 6.2.6.5)

Debe cumplirse:

0.29 ≤ 1 ✓

donde:

$F_{T,Ed}$: Valor de cálculo de la solicitación a tracción — **$F_{T,Ed}$** : *53.25* kN

$F_{T,Rd}$: Resistencia a tracción del ala de una sección en T equivalente — **$F_{T,Rd}$** : *180.86* kN

La resistencia a tracción de cálculo de un ala de la sección en T $F_{T,Rd}$, deberá tomarse como el menor valor de los tres modos de fallo posibles, 1, 2 y 3.

La menor resistencia se ha obtenido en la fila: 1.

$F_{T,Rd}$: *180.86* kN

Resistencia de cálculo $F_{t,Rd}$ del ala de la sección en T. (Tabla A26.6.2)	
	Con fuerzas de palanca:
Modo 1	$F_{T,1,Rd}$: 322.54 kN
Modo 2	$F_{T,2,Rd}$: 183.99 kN
Modo 3	$F_{T,3,Rd}$: 180.86 kN

donde:

Modo 1: Ala totalmente plastificada

Modo 2: Fallo del tornillo por plastificación del ala

Modo 3: Fallo de tornillo

$\mathbf{M_{pl,1,Rd}}$: *2.51* kN·m

$\mathbf{M_{pl,2,Rd}}$: *2.93* kN·m

$\mathbf{\Sigma F_{t,Rd}}$: Valor total de $F_{t,Rd}$ para todos los tornillos de la sección en T	$\mathbf{\Sigma F_{t,Rd}}$: *180.86* kN
$\mathbf{t_f}$: Espesor del ala de la sección en T	$\mathbf{t_f}$: *14.0* mm
m: Distancia del eje del tornillo a la rótula o charnela	**m** : *31* mm
n: Igual e_{min} pero $n \leq 1{,}25 \cdot m$	**n** : *39* mm
$\mathbf{\Sigma l_{eff,1}}$: Suma de las longitudes eficaces para el modo 1	$\mathbf{\Sigma l_{eff,1}}$: *196* mm
$\mathbf{\Sigma l_{eff,2}}$: Suma de las longitudes eficaces para el modo 2	$\mathbf{\Sigma l_{eff,2}}$: *228* mm
$\mathbf{f_y}$: Límite elástico	$\mathbf{f_y}$: *275.00* N/mm²
$\mathbf{\gamma_{M0}}$: Coeficiente parcial para la resistencia de las secciones transversales	$\mathbf{\gamma_{M0}}$: *1.05*

– Ala

Compresión en perfil base (Criterio de CYPE, basado en Código Estructural, A22 6.2)

El valor de cálculo de la fuerza de compresión N_{Ed} deberá cumplir en toda sección:

0.34 ≤ 1 ✓

donde:

$\mathbf{N_{Ed}}$: Valor de cálculo del esfuerzo axil de compresión	$\mathbf{N_{Ed}}$: *220.19* kN
$\mathbf{N_{c,Rd}}$: Valor de cálculo de la resistencia a compresión	$\mathbf{N_{c,Rd}}$: *639.60* kN

A: Área sometida a compresión	**A** : *2442* mm²
$\mathbf{f'_y}$: Límite elástico reducido	$\mathbf{f'_y}$: *275.00* N/mm²
$\mathbf{f_y}$: Límite elástico	$\mathbf{f_y}$: *275.00* N/mm²

ρ: Coeficiente de reducción del valor de cálculo de la resistencia a flexión, considerando la existencia de cortantes. ρ : *0.000*

γ_{M0}: Coeficiente parcial para la resistencia de las secciones transversales γ_{M0} : *1.05*

Reducción de la resistencia de cálculo por acciones combinadas
Cuando el esfuerzo cortante sea menor que la mitad de la resistencia plástica de cálculo a cortante, su efecto sobre la resistencia a flexión puede despreciarse

Tracción (Código Estructural, A22 6.2.3)

(1) El valor de cálculo del esfuerzo axil de tracción N_{Ed} en toda sección debe cumplir:

donde:

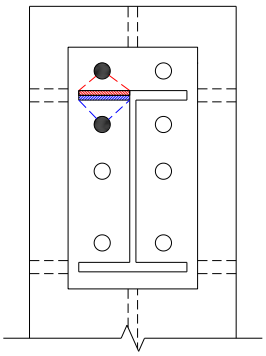
N_{Ed}: Valor de cálculo del esfuerzo axil de tracción

$N_{t,Rd}$: Valor de cálculo de la resistencia a tracción

f_y: Límite elástico **f_y** : *275.00* N/mm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial para la resistencia de las secciones transversales γ_{M0} : *1.05*

Fila	Área (mm²)	N_{Ed} (kN)	$N_{t,Rd}$ (kN)	Aprov. (%)
Filas exteriores	1113	5.27	291.46	1.81
Filas interiores	1117	7.12	292.43	2.44
Σ		12.39	292.02	4.24



– Alma

Resistencia a cargas concentradas transversales (Código Estructural, A25 6)

Debe cumplirse:

0.08 ≤ 1 ✓

donde:

F_{Ed}: Carga transversal de cálculo — **F_{Ed}** : *28.24* kN

F_{Rd}: Resistencia de cálculo frente a abolladura local con cargas concentradas transversales — **F_{Rd}** : *358.41* kN

donde:

t_w: Espesor del alma — **t_w** : *9* mm

f_{yw}: Límite elástico del alma; — **f_{yw}** : *275.00* N/mm²

L_{eff}: Longitud efectiva para el cálculo frente a cargas concentradas transversales, que se determinan mediante la siguiente expresión: — **L_{eff}** : *159.00* mm

donde:

l_y: Longitud efectiva de carga — **l_y** : *159* mm

χ_F: Coeficiente de reducción de abolladura local frente a cargas concentradas — χ_F : *1.00*

El coeficiente de reducción χ_F se obtiene mediante la siguiente expresión:

donde:

$\bar{\lambda}_F$: *0.46*

F_{cr} : *1968.78* kN

Para almas sin rigidizadores longitudinales, el coeficiente k_f debe obtenerse a partir de las siguientes disposiciones:

k_f : *6.11*

La longitud efectiva de carga l_y se debería calcular como se muestra a continuación;

m_1 : *20.93*

donde:

b_f: Anchura del ala — **b_f** : *180.00* mm

si $\bar{\lambda}_F \leq 0{,}5$ — **m_2** : *0.00*

l_y se debería obtener como:

siendo $l_y \leq$ la distancia entre rigidizadores transversales adyacentes. (6.10) — **l_y** : *159* mm

Tracción (Código Estructural, A22 6.2.3)

(1) El valor de cálculo del esfuerzo axil de tracción N_{Ed} en toda sección debe cumplir:

0.16 ≤ 1 ✓

donde:

N_{Ed}: Valor de cálculo del esfuerzo axil de tracción — **N_{Ed}** : *39.35* kN

$N_{t,Rd}$: Valor de cálculo de la resistencia a tracción — **$N_{t,Rd}$** : *242.93* kN

A: Área — **A** : *928.00* mm²

f_y: Límite elástico — **f_y** : *275.00* N/mm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial para la resistencia de las secciones transversales — **γ_{M0}** : *1.05*

Uniones soldadas

Generalidades (Código Estructural, A26 4.1(1))
Estas especificaciones se aplican a aceros estructurales soldables, de acuerdo con el Anejo 22, y con un espesor de 4 mm o superior.

Generalidades (Código Estructural, A26 4.3.2.1(1))
Las soldaduras en ángulo pueden emplearse para unir piezas cuyas caras forman un ángulo comprendido entre 60° e 120°.

Longitud de las soldaduras (Código Estructural, A26 4.5.1(2))
No se considerarán portantes las soldaduras en ángulo con longitud efectiva menor que el mayor de los dos siguientes valores: 30 mm o 6 veces el espesor de garganta.

Espesor eficaz de garganta de la soldadura (Código Estructural, A26 4.5.2(2))
El espesor eficaz de garganta de una soldadura en ángulo no deberá ser menor de 3 mm.

Resistencia de cálculo de las soldaduras en ángulo (Código Estructural, A26 4.5.3)

4.5.3.1 *Generalidades*

(1) La resistencia de cálculo de un cordón de una soldadura en ángulo deberá determinarse, bien empleando el método direccional descrito en el apartado 4.5.3.2, bien el método simplificado del apartado 4.5.3.3.

4.5.3.2 *Método direccional*

(6) La resistencia de cálculo del cordón de la soldadura en ángulo será suficiente siempre que se cumplan las dos condiciones siguientes:

donde:

$\sigma_\perp$: Tensión normal perpendicular a la garganta de la soldadura

$\tau_\perp$: Tensión tangencial (en el plano de la garganta) perpendicular al eje de la soldadura

$\tau_{||}$: Tensión tangencial (en el plano de la garganta) paralela al eje de la soldadura

f_u: Resistencia nominal última a tracción de la parte más débil de la unión

β_w: Coeficiente de correlación para soldaduras en ángulo

γ_{M2}: Resistencia de soldaduras γ_{M2} : *1.25*

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del ala superior	En ángulo	7	180	13.5	84.29
Soldadura del alma	En ángulo	4	333	8.6	90.00
Soldadura del ala inferior	En ángulo	7	180	13.5	84.29
Soldadura del alma de la cartela	En ángulo	4	380	8.6	90.00
Soldadura del ala de la cartela	En ángulo	7	180	13.5	67.92
Soldadura del alma de la cartela al ala inferior	En ángulo	6	800	8.6	90.00
Soldadura del ala de la cartela al ala inferior	En ángulo	9	180	13.5	62.21

a: Espesor de garganta
l: Longitud del cordón de soldadura
t: Espesor de la pieza

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm²)	β_w
	$\sigma_\perp$ (N/mm²)	$\tau_\perp$ (N/mm²)	$\tau_{\|\|}$ (N/mm²)	Valor (N/mm²)	Aprov. (%)	$\sigma_\perp$ (N/mm²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	49.8	55.0	1.1	107.5	27.87	52.8	17.88	410.0	0.85
Soldadura del alma	48.3	48.3	0.7	96.6	25.04	48.3	16.37	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	11.4	12.6	0.6	24.7	6.40	11.4	3.87	410.0	0.85
Soldadura del alma de la cartela	32.7	32.7	0.7	65.4	16.96	32.7	11.08	410.0	0.85
Soldadura del ala de la cartela	26.8	39.8	0.1	73.9	19.15	37.1	12.57	410.0	0.85
Soldadura del alma de la cartela al ala inferior	0.0	0.0	2.7	4.6	1.20	0.0	0.00	410.0	0.85
Soldadura del ala de la cartela al ala inferior	La comprobación no procede.							410.0	0.85

Comprobaciones para los tornillos

Disposición de los taladros para los tornillos (Código Estructural, 3.5)
Separación mínima y máxima, distancias al borde frontal y al borde lateral.

Disposiciones constructivas						
Distancias	Al borde del elemento		Entre agujeros		Entre tornillos	
	e_1 (1)	e_2 (2)	p_1 (1)	p_2 (2)	Compresión	Tracción

						Filas exteriores	Filas interiores
Mínimo	$1.2d_0$	$1.2d_0$	$2.2d_0$	$2.4d_0$	p_1 y p_2	$p_{1,e}$	$p_{1,i}$
Máximo(3)	4·t + 40 mm		14·t; 200 mm		14·t; 200 mm	14·t; 200 mm	14·t; 200 mm

Notas:
(1) En la dirección del esfuerzo a transmitir
(2) En la dirección perpendicular al esfuerzo a transmitir
(3) Se considera el menor valor
d_0: Diámetro del agujero
t: Menor espesor de las piezas a unir.

Resistencia de cálculo de los elementos individuales de unión (Código Estructural, 3.6)

3.6.1 *Tornillos*

(5) Los tornillos M12 y M14 pueden emplearse también en taladros con holguras de 2 mm siempre que la resistencia de cálculo del grupo de tornillos, funcionando como pasadores, sea menor o igual que la resistencia de cálculo del grupo de tornillos trabajando a corte. Además, para las clases de tornillos 4.8, 5.8, 6.8, 8.8 y 10.9 la resistencia de cálculo al cortante $F_{v,Rd}$ deberá tomarse como 0,85 veces el valor dado en la tabla A26.3.3.

(9) La tolerancia del taladro empleado para tornillos calibrados deberá estar de acuerdo con el Capítulo 21 del Código Estructural.

(12) Cuando los tornillos que transmiten cortantes atraviesan un espesor total t_p de más de 1/3 del diámetro nominal d, véase la figura A26.3.4, la resistencia de cálculo a cortante $F_{v,Rd}$, calculada como se especifica en la tabla A26.3.3, deberá multiplicarse por un coeficiente reductor β_p dado por:

pero con $\beta_p \leq 1$ (3.3)

Tabla A26.3.3 Resistencia de cálculo para elementos de unión sujetos a cortante y/o tracción

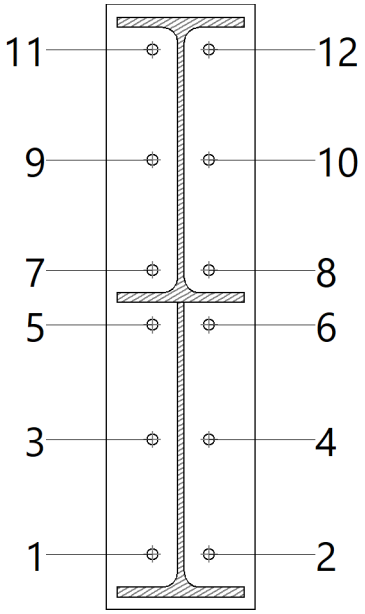
Modo de fallo	Tornillo
Resistencia a cortante	- cuando el plano de cortante atraviesa la parte no roscada del tornillo (A es la sección bruta del tornillo): α_v = 0,6
Capacidad resistente (aplastamiento)	donde α_b es el menor de o 1,0; en la dirección de transmisión de la carga: - para tornillos exteriores: - para tornillos interiores: en la dirección perpendicular a la transmisión de la carga: - para tornillos exteriores: k_1 es el menor de o 2,5

Tabla A26.3.3 Resistencia de cálculo para elementos de unión sujetos a cortante y/o tracción	
Modo de fallo	Tornillo
	- para tornillos interiores: k_1 es el menor de o 2,5
Resistencia a tracción	donde k_2 = 0,63 para tornillos de cabeza avellanada, en otros casos k_2 = 0,9.
Resistencia a punzonamiento	
Combinación de cortante y tracción	

Uniones largas (Código Estructural, A26 3.8)

(1) Cuando la distancia L_j entre los centros de los extremos de los elementos de unión en un empalme, medida en la dirección de la transmisión de la carga (véase la figura A26.3.7), sea mayor que 15 d, la resistencia de cálculo a cortante $F_{v,Rd}$ de todos los elementos de unión calculada según la tabla A26.3.3 deberá afectarse con un coeficiente reductor β_{Lf}, dado por:

siendo $\beta_{Lf} \leq 1,0$ y $\beta_{Lf} \geq 0,75$.



Disposición							
Tornillo	Denominación	d_0 (mm)	e_1 (mm)	e_2 (mm)	p_1 (mm)	p_2 (mm)	m (mm)
1	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	--	65	162	81	36.0

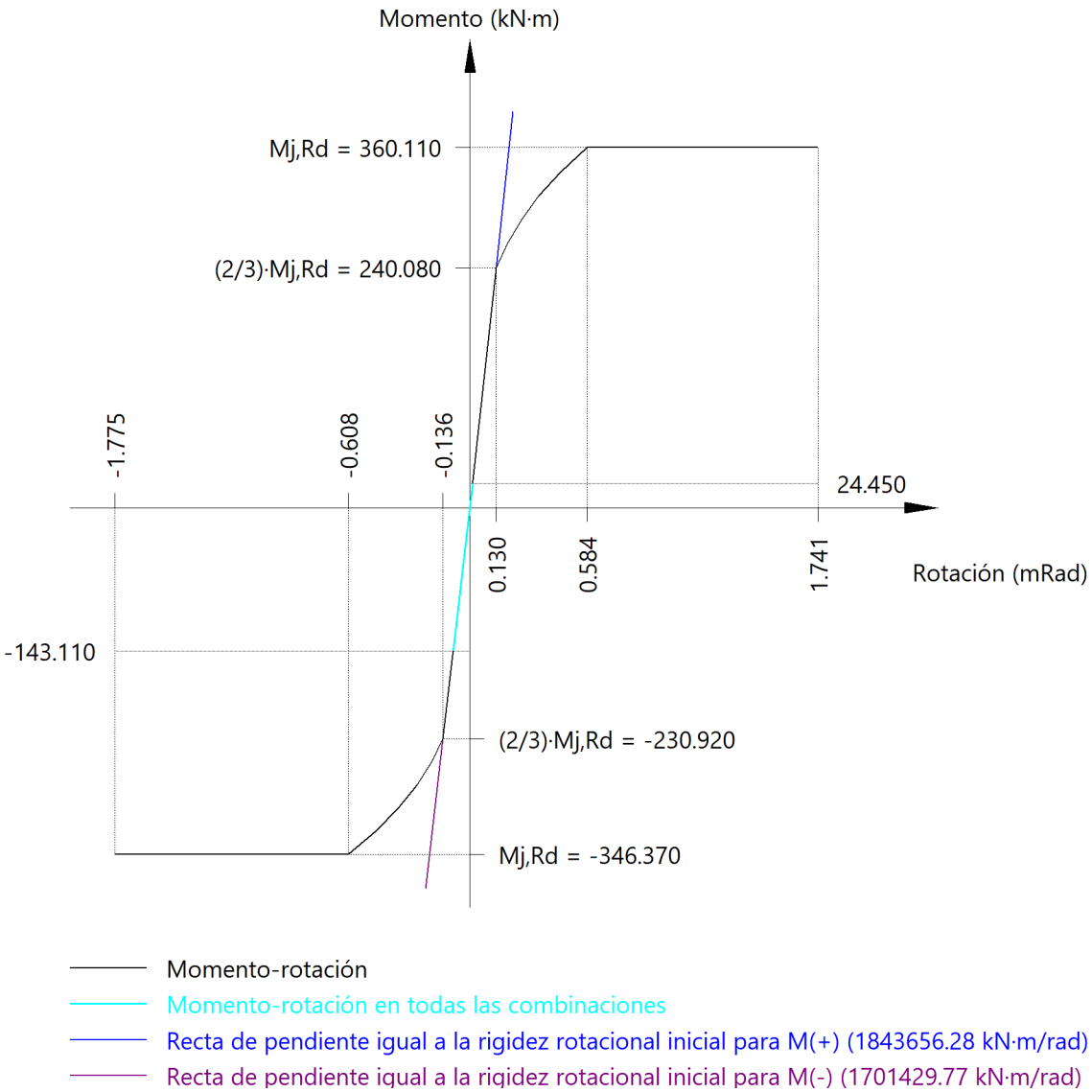
Disposición							
Tornillo	Denominación	d_0 (mm)	e_1 (mm)	e_2 (mm)	p_1 (mm)	p_2 (mm)	m (mm)
2	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	--	65	162	81	36.0
3	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	--	65	162	81	36.0
4	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	--	65	162	81	36.0
5	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	--	65	78	81	32.2
6	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	--	65	78	81	32.2
7	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	--	65	78	81	32.0
8	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	--	65	78	81	32.0
9	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	--	65	155	81	36.0
10	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	--	65	155	81	36.0
11	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	--	65	155	81	32.2
12	ISO 4014-M16x65-8.8	18.0	--	65	155	81	32.2
--: La comprobación no procede.							

Resistencia										
Tornillo	Cortante				Tracción				Interacción tracción y cortante	Aprov. Máx. (%)
	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)	
1	Sección transversal	0.665	77.208	0.86	Vástago	26.626	90.432	29.44	21.03	29.44
	Aplastamiento	0.665	183.680	0.36	Punzonamiento	26.626	219.639	12.12		
2	Sección transversal	0.665	77.208	0.86	Vástago	26.626	90.432	29.44	21.03	29.44
	Aplastamiento	0.665	183.680	0.36	Punzonamiento	26.626	219.639	12.12		
3	Sección transversal	0.665	77.208	0.86	Vástago	22.269	90.432	24.63	17.59	24.63
	Aplastamiento	0.665	183.680	0.36	Punzonamiento	22.269	219.639	10.14		
4	Sección transversal	0.665	77.208	0.86	Vástago	22.269	90.432	24.63	17.59	24.63
	Aplastamiento	0.665	183.680	0.36	Punzonamiento	22.269	219.639	10.14		
5	Sección transversal	0.665	77.208	0.86	Vástago	12.722	90.432	14.07	10.05	14.07
	Aplastamiento	0.665	183.680	0.36	Punzonamiento	12.722	219.639	5.79		
6	Sección transversal	0.665	77.208	0.86	Vástago	12.722	90.432	14.07	10.05	14.07
	Aplastamiento	0.665	183.680	0.36	Punzonamiento	12.722	219.639	5.79		
7	Sección transversal	0.665	77.208	0.86	Vástago	9.383	90.432	10.38	7.41	10.38
	Aplastamiento	0.665	183.680	0.36	Punzonamiento	9.383	219.639	4.27		
8	Sección transversal	0.665	77.208	0.86	Vástago	9.383	90.432	10.38	7.41	10.38
	Aplastamiento	0.665	183.680	0.36	Punzonamiento	9.383	219.639	4.27		

Resistencia										
Tornillo	Cortante				Tracción				Interacción tracción y cortante	Aprov. Máx. (%)
	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Aprov. (%)	
9	Sección transversal	0.665	77.208	0.86	Vástago	10.560	90.432	11.68	8.42	11.68
	Aplastamiento	0.665	183.680	0.36	Punzonamiento	10.560	219.639	4.81		
10	Sección transversal	0.665	77.208	0.86	Vástago	10.560	90.432	11.68	8.42	11.68
	Aplastamiento	0.665	183.680	0.36	Punzonamiento	10.560	219.639	4.81		
11	Sección transversal	6.337	77.208	8.21	Vástago	11.695	90.432	12.93	9.32	12.93
	Aplastamiento	6.337	183.680	3.45	Punzonamiento	11.695	219.639	5.32		
12	Sección transversal	6.337	77.208	8.21	Vástago	11.695	90.432	12.93	9.32	12.93
	Aplastamiento	6.337	183.680	3.45	Punzonamiento	11.695	219.639	5.32		

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (kN·m/rad)	Plano xz (kN·m/rad)
Calculada para momentos positivos	121319.09	1843656.28
Calculada para momentos negativos	121319.09	1701429.77

Comportamiento de la unión para flexión simple en el plano xz



Relación entre la resistencia del ala del casquillo en T en modo 1 y modo 3 (Criterio de CYPE, basado en ENV 1993-1-1:1996, Anejo J.3.8)

Debe cumplirse:

1.78 ≤ 1.80 ✓

β : *1.78*

donde:

$F_{T,Rd1}$: Resistencia a tracción del ala de una sección en T equivalente en modo 1

$F_{T,Rd1}$: *322.54* kN

$F_{T,Rd3}$: Resistencia a tracción del ala de una sección en T equivalente en modo 3

$F_{T,Rd3}$: *180.86* kN

Momento resistente de las uniones viga-pilar y empalmes (Código Estructural, A26 6.2.7)

El momento de cálculo aplicado $M_{j,Ed}$, deberá cumplir:

0.41 ≤ 1.0 ✓

El momento resistente $M_{j,Rd}$ de una unión atornillada viga-pilar con chapa frontal atornillada puede determinarse a partir de:

donde:

$F_{tr,Rd}$: Resistencia de cálculo a tracción eficaz de una fila de tornillos r

h_r: Distancia de la fila de tornillos r al centro de compresión

r: Número de la fila de tornillos

Capacidad de giro (Criterio de CYPE, basado en ENV 1993-1-1:1996, Anejo J.3.8)

Debe cumplirse:

0.05 ≤ 0.67 ✓

ϕ_{Ed}: Rotación correspondiente al momento solicitante — ϕ_{Ed} : *0.08* mRad

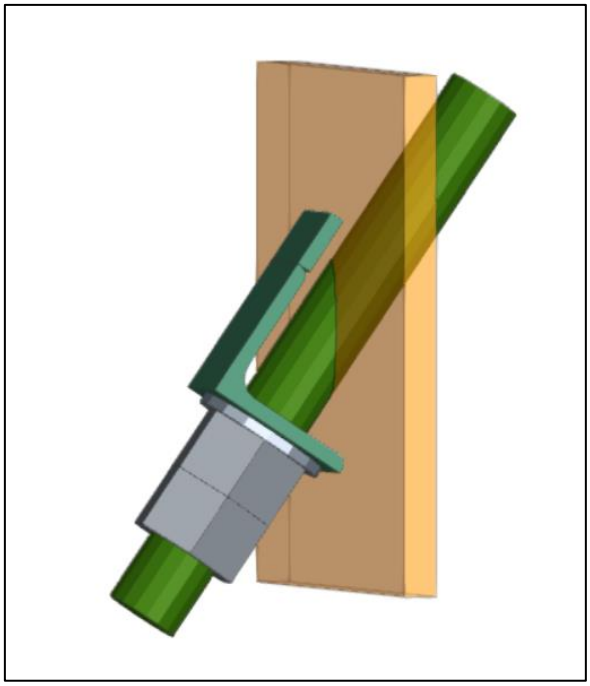
ϕ_{Cd}: Capacidad de rotación de la unión — ϕ_{Cd} : *1.78* mRad

donde:

h: Distancia de la fila al centro de compresiones — **h** : *751* mm

β: Relación entre la resistencia de la fila en modo 1 y en modo 3 — β : *1.78*

9.5.Unión viga de atado-tirante



Comprobaciones

1) L80x8 (S275 (UNE-EN 10025-2))

– Pieza

Cortante (Código Estructural, A22 6.2.6)

(1) El cortante de cálculo V_{Ed} debe cumplir en toda sección:

0.13 ≤ 1 ✓

donde $V_{c,Rd}$ es el cortante resistente de cálculo. Para el cálculo plástico de $V_{c,Rd}$ se tomará, el cortante resistente plástico de cálculo $V_{pl,Rd}$.

donde A_v es el área de cortante

V_{Ed}: Valor de cálculo del esfuerzo cortante. **V_{Ed}** : *11.72* kN

$V_{c,Rd}$: Valor de cálculo de la resistencia a esfuerzo cortante. **$V_{c,Rd}$** : *90.36* kN

Momento flector (Código Estructural, A22 6.2.5)

El valor de cálculo del momento flector M_{Ed} debe cumplir en cada sección:

0.99 ≤ 1 ✓

El momento flector resistente de cálculo alrededor de un eje principal de la sección se determinará como:

donde:

$M_{c,Rd}$: Valor de cálculo de la resistencia a flexión alrededor del eje principal de la sección. **$M_{c,Rd}$** : *0.35* kN·m

M_{Ed}: Valor de cálculo del momento flector. **M_{Ed}** : *0.35* kN·m

Cortante (Código Estructural, A22 6.2.6)

(1) El cortante de cálculo V_{Ed} debe cumplir en toda sección:

0.12 ≤ 1 ✓

donde $V_{c,Rd}$ es el cortante resistente de cálculo. Para el cálculo plástico de $V_{c,Rd}$ se tomará, el cortante resistente plástico de cálculo $V_{pl,Rd}$.

donde A_v es el área de cortante

V_{Ed}: Valor de cálculo del esfuerzo cortante. **V_{Ed}** : *11.72* kN

$V_{c,Rd}$: Valor de cálculo de la resistencia a esfuerzo cortante. **$V_{c,Rd}$** : *100.40* kN

Flexión y cortante (Código Estructural, A22 6.2.8)

En presencia de un esfuerzo cortante deberá considerarse su efecto en el momento resistente.

Cuando el cortante sea menor que la mitad de la resistencia a cortante plástica, su efecto en el momento resistente puede despreciarse excepto cuando la abolladura por cortante reduzca la resistencia de la sección, véase el Anejo 25 del Código Estructural.

De lo contrario, el momento resistente reducido deberá tomarse como la resistencia de cálculo de la sección, calculada a partir de la resistencia elástica reducida.

para el área a cortante, donde

y $V_{pl,Rd}$ se obtiene del apartado 6.2.6(2).

11.72 kN ≤ 50.20 kN

No es necesario reducir el valor de la resistencia de cálculo de la sección a flexión.

Uniones soldadas

Generalidades (Código Estructural, A26 4.1(1))
Estas especificaciones se aplican a aceros estructurales soldables, de acuerdo con el Anejo 22, y con un espesor de 4 mm o superior.

Resistencia de cálculo de las soldaduras a tope (Código Estructural, A26 4.7)

4.7.1 *Soldaduras a tope con penetración completa*

(1) La resistencia de cálculo de una soldadura a tope con penetración completa deberá tomarse igual a la resistencia de la parte conectada más débil, siempre que la soldadura se ejecute con el material adecuado, de tal manera que todos los elementos tengan un mínimo límite elástico y una resistencia mínima a tracción, no inferiores a las especificadas para el metal base.

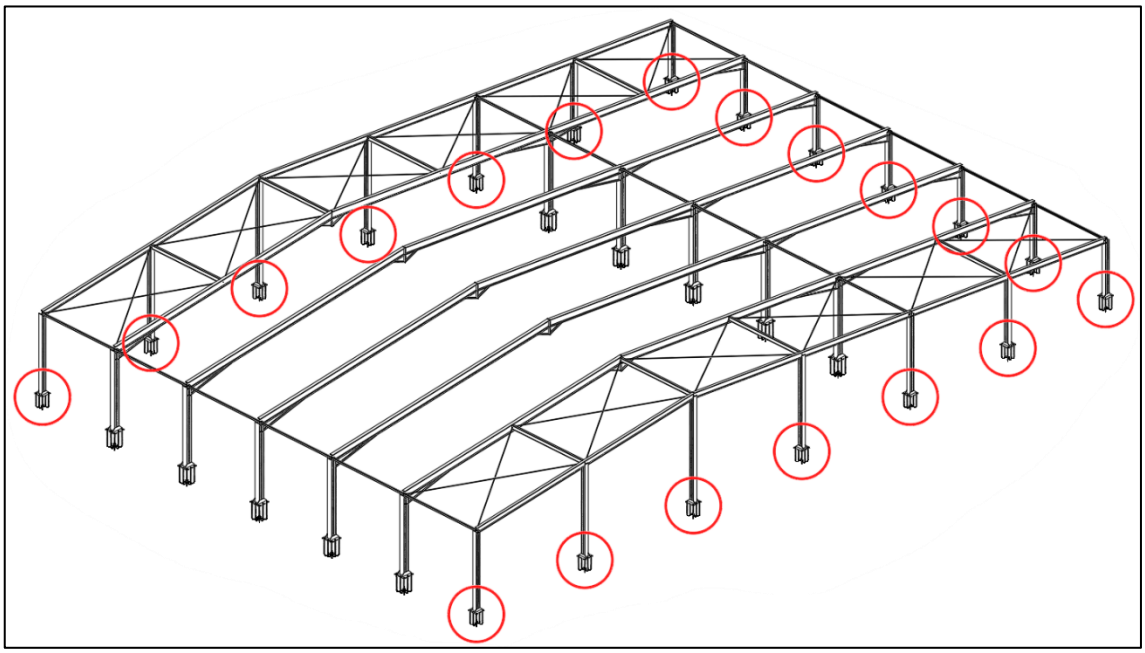
Comprobaciones geométricas			
Ref.	Tipo	Preparación de bordes (mm)	l (mm)
Soldaduras a tope del angular a la pieza	A tope en bisel simple	7	105
l: Longitud del cordón de soldadura			

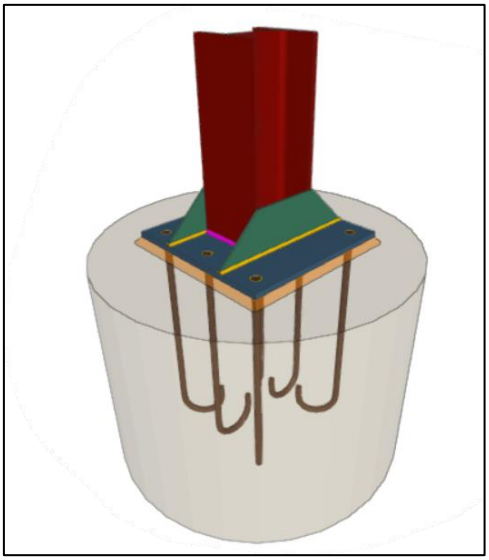
Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm²)	β_w
	$\sigma_\perp$ (N/mm²)	$\tau_\perp$ (N/mm²)	$\tau_{\parallel}$ (N/mm²)	Valor (N/mm²)	Aprov. (%)	$\sigma_\perp$ (N/mm²)	Aprov. (%)		
Soldaduras a tope del angular a la pieza	La comprobación no procede.							410.0	0.85

9.6. Unión pilar-zapata: placas de anclaje

La función principal de las placas de anclaje es aumentar la resistencia a punzonamiento de las zapatas. Habrá dos tipos de placas, una por cada perfil de pilar.

9.6.1. Placa tipo 1 (pilares HEB-240)





Comprobaciones

1) Pilar HE 240 B

Uniones soldadas

Generalidades (Código Estructural, A26 4.1(1))
Estas especificaciones se aplican a aceros estructurales soldables, de acuerdo con el Anejo 22, y con un espesor de 4 mm o superior.

Generalidades (Código Estructural, A26 4.3.2.1(1))
Las soldaduras en ángulo pueden emplearse para unir piezas cuyas caras forman un ángulo comprendido entre 60° e 120°.

Longitud de las soldaduras (Código Estructural, A26 4.5.1(2))
No se considerarán portantes las soldaduras en ángulo con longitud efectiva menor que el mayor de los dos siguientes valores: 30 mm o 6 veces el espesor de garganta.

Espesor eficaz de garganta de la soldadura (Código Estructural, A26 4.5.2(2))
El espesor eficaz de garganta de una soldadura en ángulo no deberá ser menor de 3 mm.

Resistencia de cálculo de las soldaduras en ángulo (Código Estructural, A26 4.5.3)

4.5.3.1 *Generalidades*

(1) La resistencia de cálculo de un cordón de una soldadura en ángulo deberá determinarse, bien empleando el método direccional descrito en el apartado 4.5.3.2, bien el método simplificado del apartado 4.5.3.3.

4.5.3.2 *Método direccional*

(6) La resistencia de cálculo del cordón de la soldadura en ángulo será suficiente siempre que se cumplan las dos condiciones siguientes:

donde:

$\sigma_\perp$: Tensión normal perpendicular a la garganta de la soldadura

$\tau_\perp$: Tensión tangencial (en el plano de la garganta) perpendicular al eje de la soldadura

$\tau_{||}$: Tensión tangencial (en el plano de la garganta) paralela al eje de la soldadura

f_u: Resistencia nominal última a tracción de la parte más débil de la unión

β_w: Coeficiente de correlación para soldaduras en ángulo

γ_{M2}: Resistencia de soldaduras γ_{M2} : *1.25*

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura perimetral a la placa	En ángulo	7	1184	10.0	90.00

a: Espesor de garganta
l: Longitud del cordón de soldadura
t: Espesor de la pieza

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm²)	β_w
	$\sigma_\perp$ (N/mm²)	$\tau_\perp$ (N/mm²)	$\tau_{\|\|}$ (N/mm²)	Valor (N/mm²)	Aprov. (%)	$\sigma_\perp$ (N/mm²)	Aprov. (%)		
Soldadura perimetral a la placa	La comprobación no procede.							410.0	0.85

2) Placa de anclaje

Referencia: -Placa base: Ancho X: 550 mm Ancho Y: 550 mm Espesor: 20 mm -Pernos: 6Ø25 mm L=60 cm Gancho a 180 grados -Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada -Rigidizadores: Paralelos X: - Paralelos Y: 2(150x0x8.0)		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: *2 diámetros*	Mínimo: 50 mm Calculado: 216 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: *2 diámetros*	Mínimo: 50 mm Calculado: 60 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores: - Paralelos a Y:	Máximo: 50 Calculado: 46.7	Cumple
Longitud mínima del perno: *Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.*	Mínimo: 25 cm Calculado: 60 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón: - Tracción: - Cortante: - Tracción + Cortante:	 Máximo: 166.68 kN Calculado: 85.29 kN Máximo: 116.68 kN Calculado: 11.97 kN Máximo: 166.68 kN Calculado: 102.39 kN	 Cumple Cumple Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 157.12 kN Calculado: 77.07 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 400 MPa Calculado: 162.482 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: *Límite del cortante en un perno actuando contra la placa*	Máximo: 275 kN Calculado: 10.81 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales: - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	Máximo: 275 MPa Calculado: 133.815 MPa Calculado: 133.815 MPa Calculado: 169.871 MPa Calculado: 204.522 MPa	 Cumple Cumple Cumple Cumple
Flecha global equivalente: *Limitación de la deformabilidad de los vuelos* - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	 Mínimo: 250 Calculado: 401.521 Calculado: 401.521 Calculado: 4677.95 Calculado: 3877.92	 Cumple Cumple Cumple Cumple
Tensión de Von Mises local: *Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo*	Máximo: 275 MPa Calculado: 149.756 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: -Placa base: Ancho X: 550 mm Ancho Y: 550 mm Espesor: 20 mm -Pernos: 6Ø25 mm L=60 cm Gancho a 180 grados -Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada -Rigidizadores: Paralelos X: - Paralelos Y: 2(150x0x8.0)		
Comprobación	Valores	Estado
Información adicional:		
- Relación rotura pésima sección de hormigón: 0.125		
- Punto de tensión local máxima: (0.12, 0.3525)		

Uniones soldadas

Generalidades (Código Estructural, A26 4.1(1))
Estas especificaciones se aplican a aceros estructurales soldables, de acuerdo con el Anejo 22, y con un espesor de 4 mm o superior.

Generalidades (Código Estructural, A26 4.3.2.1(1))
Las soldaduras en ángulo pueden emplearse para unir piezas cuyas caras forman un ángulo comprendido entre 60° e 120°.

Longitud de las soldaduras (Código Estructural, A26 4.5.1(2))
No se considerarán portantes las soldaduras en ángulo con longitud efectiva menor que el mayor de los dos siguientes valores: 30 mm o 6 veces el espesor de garganta.

Espesor eficaz de garganta de la soldadura (Código Estructural, A26 4.5.2(2))
El espesor eficaz de garganta de una soldadura en ángulo no deberá ser menor de 3 mm.

Resistencia de cálculo de las soldaduras en ángulo (Código Estructural, A26 4.5.3)

4.5.3.1 *Generalidades*

(1) La resistencia de cálculo de un cordón de una soldadura en ángulo deberá determinarse, bien empleando el método direccional descrito en el apartado 4.5.3.2, bien el método simplificado del apartado 4.5.3.3.

4.5.3.2 *Método direccional*

(6) La resistencia de cálculo del cordón de la soldadura en ángulo será suficiente siempre que se cumplan las dos condiciones siguientes:

donde:

$\sigma_\perp$: Tensión normal perpendicular a la garganta de la soldadura

$\tau_\perp$: Tensión tangencial (en el plano de la garganta) perpendicular al eje de la soldadura

$\tau_{||}$: Tensión tangencial (en el plano de la garganta) paralela al eje de la soldadura

$\mathbf{f_u}$: Resistencia nominal última a tracción de la parte más débil de la unión

β_w: Coeficiente de correlación para soldaduras en ángulo

γ_{M2}: Resistencia de soldaduras γ_{M2} : *1.25*

Resistencia de cálculo de las soldaduras a tope (Código Estructural, A26 4.7)

4.7.2 *Soldaduras a tope de penetración parcial*

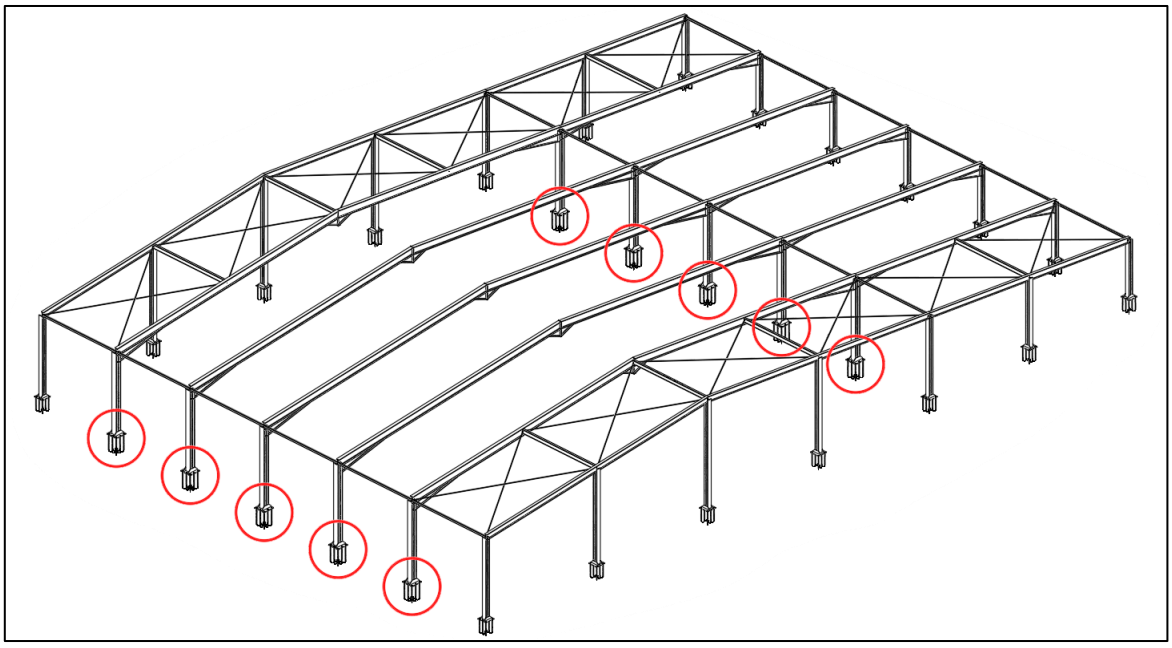
(1) La resistencia de cálculo de una soldadura a tope con penetración parcial, deberá determinarse empleando el método para un cordón profundo descrito en el apartado 4.5.2(3).

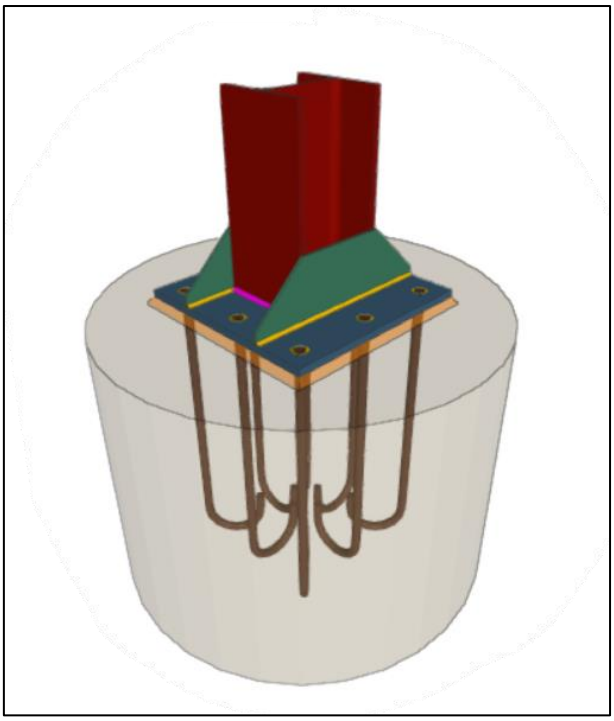
Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	Preparación de bordes (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Rigidizador y-y (x = -124): Soldadura a la placa base	En ángulo	6	--	550	8.0	90.00
Rigidizador y-y (x = 124): Soldadura a la placa base	En ángulo	6	--	550	8.0	90.00
Soldadura de los pernos a la placa base	De penetración parcial	--	7	79	20.0	90.00

a: Espesor de garganta
l: Longitud del cordón de soldadura
t: Espesor de la pieza

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm²)	β_w
	$\sigma_\perp$ (N/mm²)	$\tau_\perp$ (N/mm²)	$\tau_{\parallel}$ (N/mm²)	Valor (N/mm²)	Aprov. (%)	$\sigma_\perp$ (N/mm²)	Aprov. (%)		
Rigidizador y-y (x = -124): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador y-y (x = 124): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Soldadura de los pernos a la placa base	0.0	0.0	196.3	339.9	88.09	0.0	0.00	410.0	0.85

9.6.2. Placa tipo 2 (HEB-300)





Comprobaciones

1) Pilar HE 300 B

Uniones soldadas

Generalidades (Código Estructural, A26 4.1(1))
Estas especificaciones se aplican a aceros estructurales soldables, de acuerdo con el Anejo 22, y con un espesor de 4 mm o superior.

Generalidades (Código Estructural, A26 4.3.2.1(1))
Las soldaduras en ángulo pueden emplearse para unir piezas cuyas caras forman un ángulo comprendido entre 60° e 120°.

Longitud de las soldaduras (Código Estructural, A26 4.5.1(2))
No se considerarán portantes las soldaduras en ángulo con longitud efectiva menor que el mayor de los dos siguientes valores: 30 mm o 6 veces el espesor de garganta.

Espesor eficaz de garganta de la soldadura (Código Estructural, A26 4.5.2(2))
El espesor eficaz de garganta de una soldadura en ángulo no deberá ser menor de 3 mm.

Resistencia de cálculo de las soldaduras en ángulo (Código Estructural, A26 4.5.3)

4.5.3.1 *Generalidades*

(1) La resistencia de cálculo de un cordón de una soldadura en ángulo deberá determinarse, bien empleando el método direccional descrito en el apartado 4.5.3.2, bien el método simplificado del apartado 4.5.3.3.

4.5.3.2 *Método direccional*

(6) La resistencia de cálculo del cordón de la soldadura en ángulo será suficiente siempre que se cumplan las dos condiciones siguientes:

donde:

$\sigma_\perp$: Tensión normal perpendicular a la garganta de la soldadura

$\tau_\perp$: Tensión tangencial (en el plano de la garganta) perpendicular al eje de la soldadura

$\tau_{||}$: Tensión tangencial (en el plano de la garganta) paralela al eje de la soldadura

f_u: Resistencia nominal última a tracción de la parte más débil de la unión

β_w: Coeficiente de correlación para soldaduras en ángulo

γ_{M2}: Resistencia de soldaduras γ_{M2} : *1.25*

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura perimetral a la placa	En ángulo	8	1486	11.0	90.00

a: Espesor de garganta
l: Longitud del cordón de soldadura
t: Espesor de la pieza

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm²)	β_w
	$\sigma_\perp$ (N/mm²)	$\tau_\perp$ (N/mm²)	$\tau_{||}$ (N/mm²)	Valor (N/mm²)	Aprov. (%)	$\sigma_\perp$ (N/mm²)	Aprov. (%)		
Soldadura perimetral a la placa	La comprobación no procede.							410.0	0.85

2) Placa de anclaje

Referencia: -Placa base: Ancho X: 650 mm Ancho Y: 650 mm Espesor: 25 mm -Pernos: 8Ø32 mm L=75 cm Gancho a 180 grados -Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada -Rigidizadores: Paralelos X: - Paralelos Y: 2(200x30x10.0)		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: *2 diámetros*	Mínimo: 64 mm Calculado: 255 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: *2 diámetros*	Mínimo: 64 mm Calculado: 70 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores: - Paralelos a Y:	Máximo: 50 Calculado: 46	Cumple
Longitud mínima del perno: *Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.*	Mínimo: 32 cm Calculado: 75 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón:		

Referencia: -Placa base: Ancho X: 650 mm Ancho Y: 650 mm Espesor: 25 mm -Pernos: 8Ø32 mm L=75 cm Gancho a 180 grados -Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada -Rigidizadores: Paralelos X: - Paralelos Y: 2(200x30x10.0)		
Comprobación	Valores	Estado
-Tracción:	Máximo: 266.69 kN Calculado: 203.55 kN	Cumple
-Cortante:	Máximo: 186.68 kN Calculado: 22.81 kN	Cumple
-Tracción + Cortante:	Máximo: 266.69 kN Calculado: 236.14 kN	Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 257.28 kN Calculado: 183.17 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 400 MPa Calculado: 233.086 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: *Límite del cortante en un perno actuando contra la placa*	Máximo: 440 kN Calculado: 20.58 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales:	Máximo: 275 MPa	
-Derecha:	Calculado: 134.674 MPa	Cumple
-Izquierda:	Calculado: 134.674 MPa	Cumple
-Arriba:	Calculado: 263.925 MPa	Cumple
-Abajo:	Calculado: 208.145 MPa	Cumple
Flecha global equivalente: *Limitación de la deformabilidad de los vuelos*	Mínimo: 250	
-Derecha:	Calculado: 1633.75	Cumple
-Izquierda:	Calculado: 1633.75	Cumple
-Arriba:	Calculado: 3856.95	Cumple
-Abajo:	Calculado: 4564.13	Cumple
Tensión de Von Mises local: *Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo*	Máximo: 275 MPa Calculado: 236.726 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Relación rotura pésima sección de hormigón: 0.227 - Punto de tensión local máxima: (0, -0.19375)		

Uniones soldadas

Generalidades (Código Estructural, A26 4.1(1))
Estas especificaciones se aplican a aceros estructurales soldables, de acuerdo con el Anejo 22, y con un espesor de 4 mm o superior.

Generalidades (Código Estructural, A26 4.3.2.1(1))
Las soldaduras en ángulo pueden emplearse para unir piezas cuyas caras forman un ángulo comprendido entre 60° e 120°.

Longitud de las soldaduras (Código Estructural, A26 4.5.1(2))
No se considerarán portantes las soldaduras en ángulo con longitud efectiva menor que el mayor de los dos siguientes valores: 30 mm o 6 veces el espesor de garganta.

Espesor eficaz de garganta de la soldadura (Código Estructural, A26 4.5.2(2))
El espesor eficaz de garganta de una soldadura en ángulo no deberá ser menor de 3 mm.

Resistencia de cálculo de las soldaduras en ángulo (Código Estructural, A26 4.5.3)

4.5.3.1 *Generalidades*

(1) La resistencia de cálculo de un cordón de una soldadura en ángulo deberá determinarse, bien empleando el método direccional descrito en el apartado 4.5.3.2, bien el método simplificado del apartado 4.5.3.3.

4.5.3.2 *Método direccional*

(6) La resistencia de cálculo del cordón de la soldadura en ángulo será suficiente siempre que se cumplan las dos condiciones siguientes:

donde:

$\sigma_\perp$: Tensión normal perpendicular a la garganta de la soldadura

$\tau_\perp$: Tensión tangencial (en el plano de la garganta) perpendicular al eje de la soldadura

$\tau_{||}$: Tensión tangencial (en el plano de la garganta) paralela al eje de la soldadura

f_u: Resistencia nominal última a tracción de la parte más débil de la unión

β_w: Coeficiente de correlación para soldaduras en ángulo

γ_{M2}: Resistencia de soldaduras γ_{M2} : *1.25*

Resistencia de cálculo de las soldaduras a tope (Código Estructural, A26 4.7)
4.7.2 *Soldaduras a tope de penetración parcial*

(1) La resistencia de cálculo de una soldadura a tope con penetración parcial, deberá determinarse empleando el método para un cordón profundo descrito en el apartado 4.5.2(3).

Comprobaciones geométricas

Ref.	Tipo	a (mm)	Preparación de bordes (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Rigidizador y-y (x = -155): Soldadura a la placa base	En ángulo	7	--	650	10.0	90.00
Rigidizador y-y (x = 155): Soldadura a la placa base	En ángulo	7	--	650	10.0	90.00
Soldadura de los pernos a la placa base	De penetración parcial	--	11	101	25.0	90.00

a: Espesor de garganta
l: Longitud del cordón de soldadura
t: Espesor de la pieza

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm²)	β_w
	$\sigma_\perp$ (N/mm²)	$\tau_\perp$ (N/mm²)	$\tau_{\parallel}$ (N/mm²)	Valor (N/mm²)	Aprov. (%)	$\sigma_\perp$ (N/mm²)	Aprov. (%)		
Rigidizador y-y (x = -155): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador y-y (x = 155): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Soldadura de los pernos a la placa base	0.0	0.0	202.4	350.7	90.87	0.0	0.00	410.0	0.85

10.CÁLCULO DE CIMENTACIÓN

10.3. Características de los materiales de cimentación

Los elementos que se emplearán en la construcción de las zapatas serán:

- Hormigón: HA-25/P/30/IIb
- Resistencia característica del hormigón: f_{ck} = 25 MPa
- Hormigón de limpieza: HL-20
- Acero: B 400 S
- Resistencia característica del acero: f_{yk} = 400 MPa

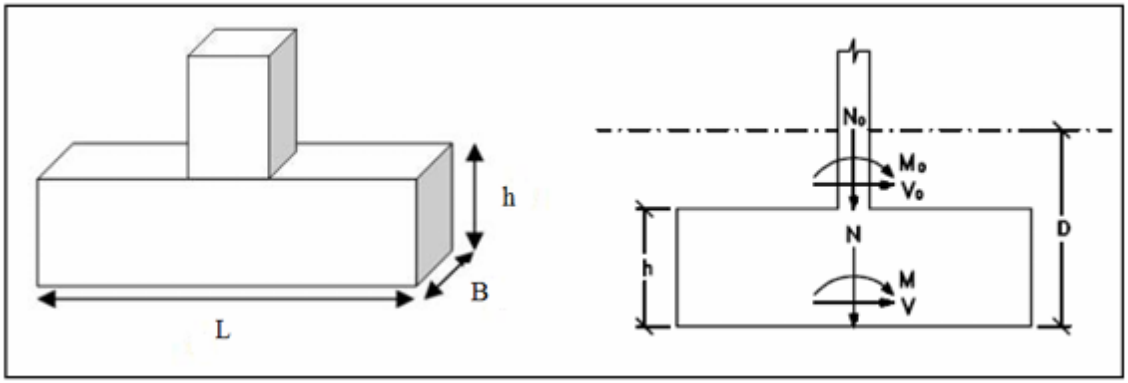
Los coeficientes de seguridad empleados serán:

- Coeficiente de minoración de la resistencia del hormigón: 1,50
- Coeficiente de minoración de la resistencia del acero: 1,15

10.4. Cálculo de zapatas

Para la cimentación de la obra se emplearán el dimensionamiento de zapatas de hormigón de cinco tipos.

En la siguiente imagen, se encuentra una figura de la zapata con la definición de sus parámetros geométricos; la longitud (L), el ancho (B) y el canto (h).



A continuación, se definirán los esfuerzos que se producen en la base del pilar:

$$M_1 = M(x) + V(x) * h$$

$$V_1 = V(x)$$

$$N_1 = N(x) + N_{zapata}$$

Comprobación frente al vuelco

$$\frac{0{,}9 * N_1 * L/2}{1{,}8 * M_1} > 1$$

N_1: reacción de esfuerzo axil en la base del pilar

M_1: reacción del momento en la base del pilar

Comprobación frente al deslizamiento

$$\frac{N_1 * \text{tg}\,\theta}{V_1} > 1{,}5$$

N_1: reacción de esfuerzo axil en la base del pilar

tg θ: tangente del ángulo de rozamiento

V_1: reacción de esfuerzo cortante en la base del pilar

Comprobación frente al hundimiento

$$\frac{N_1}{L' * B'} < \sigma_{ADMISIBLE}$$

N_1: reacción de esfuerzo axil en la base del pilar

L´: (L – 2e)

B´: B

$\sigma_{ADMISIBLE}$: tensión admisible del terreno

Distribución de tensiones

Es necesario calcular la excentricidad del axil para obtener las presiones en la cimentación y las tracciones en los pernos de anclaje ya que la distribución de tensiones bajo una zapata no es uniforme.

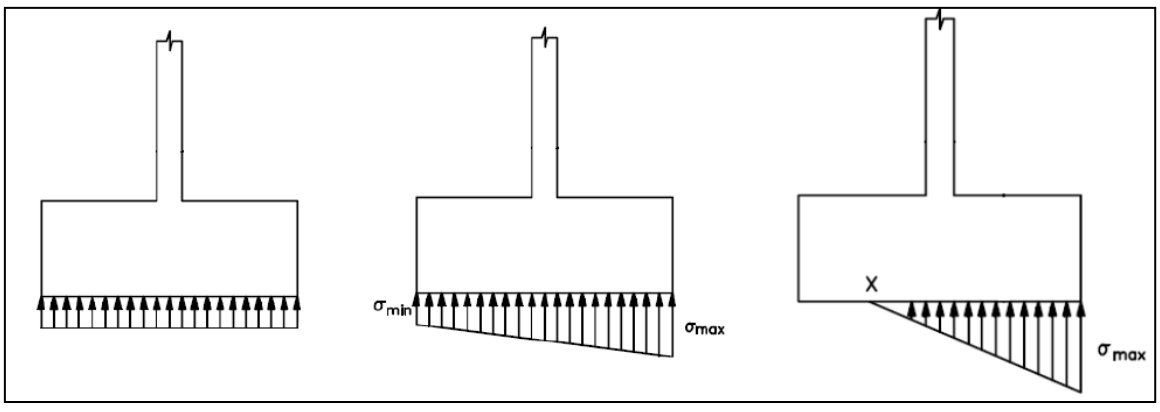
$$e = \frac{M_1}{N_1}$$

Pueden presentarse los siguientes casos de distribución:

a) $e = \frac{M_1}{N_1} = 0$ Distribución uniforme de tensiones.

b) $e = \frac{M_1}{N_1} \leq \frac{L}{6}$ Distribución de tensiones trapezoidal.

c) $e = \frac{M_1}{N_1} > \frac{L}{6}$ Distribución de tensiones triangular.



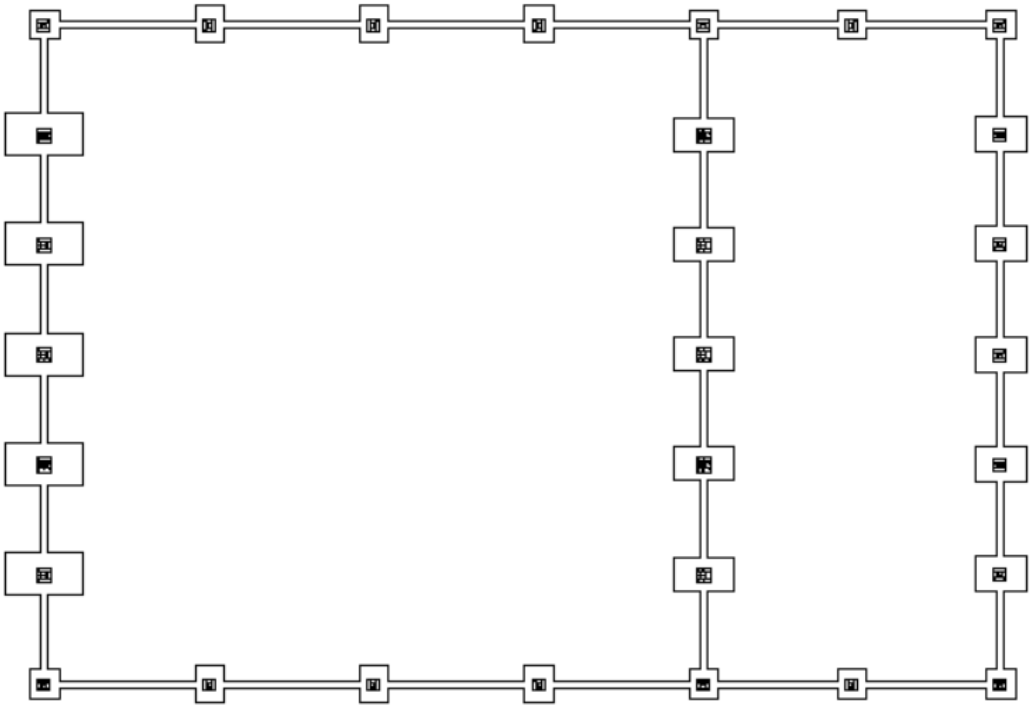
$$\sigma_{MÁX} = \frac{N_1}{B * L}(1 + 6e/L) \qquad \sigma_{MED} = \frac{\sigma_{MÁX} + \sigma_{MED}}{2} \qquad \sigma_{MÍN} = \frac{N_1}{B * L}(1 - 6e/L)$$

Para el cálculo de la armadura dependerá el vuelvo y el canto de la zapata que variará en función de la tipología de dicha zapata.

$$V = \frac{L - a}{2} \leq 2h \quad \text{Zapata Rígida.}$$

$$V = \frac{L - a}{2} > 2h \quad \text{Zapata Flexible.}$$

La nave tendrá cinco tipos de zapatas en las que la armadura se detallan en el plano de cimentación y están ubicadas como se muestra a continuación:



Antes de comenzar las comprobaciones cabe destacar que en los listados no se cumplirán las comprobaciones de flexión. Esto es debido a que se ha decidido prescindir de armadura superior en las zapatas para reducir el coste, al no ser estrictamente necesario. El error de comprobación surge porque el programa de cálculo no considera la resistencia de hormigón a tracción y, como se mostrará debajo de cada comprobación, en caso de considerarla sí cumpliría las comprobaciones. Esto se debe a que la resistencia del hormigón a compresión es significativamente menos a la del acero (del orden de la décima parte), aunque será suficiente como para soportar las solicitaciones del proyecto.

Se demostrará entonces para cada caso que:

$$f_{ct,d}\,(1{,}2\ N/mm^2) > \sigma_{t,x}$$

Siendo:

- $f_{ct,d}$: resistencia a tracción del hormigón

- $\sigma_{t,x}$: Solicitación de flexión en la zapata

10.4.1. Zapata tipo 1:

Referencia: N15 Dimensiones: 200 x 360 x 100 Armados: Xi:Ø16c/16 Yi:Ø20c/24		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: *Criterio de CYPE*		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.320 MPa Calculado: 0.191 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.400 MPa Calculado: 0.384 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.400 MPa Calculado: 0.297 MPa	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: 1124.2 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 21.2 %	Cumple
Flexión en la zapata: *Para la primera combinación encontrada que no cumple.*		
- En dirección X:	Momento: -1.81 kN·m	No cumple
- En dirección Y:	Momento: -95.80 kN·m	No cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.00 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 248.49 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: *Criterio de CYPE*	Máximo: 5000 kN/m² Calculado: 84.6 kN/m²	Cumple
Canto mínimo: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 15 cm Calculado: 100 cm	Cumple

Referencia: N15 Dimensiones: 200 x 360 x 100 Armados: Xi:Ø16c/16 Yi:Ø20c/24		
Comprobación	Valores	Estado
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N15:	Mínimo: 75 cm Calculado: 93 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1* - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y:	 Mínimo: 0.00123 Calculado: 0.00123 Mínimo: 0.0012 Calculado: 0.0013	 Cumple Cumple
Diámetro mínimo de las barras: - Parrilla inferior: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1*	 Mínimo: 12 mm Calculado: 16 mm	 Cumple
Separación máxima entre barras: *Criterio de CYPE* - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y:	 Máximo: 30 cm Calculado: 16 cm Calculado: 24 cm	 Cumple Cumple
Separación mínima entre barras: *Criterio de CYPE* - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y:	 Mínimo: 10 cm Calculado: 16 cm Calculado: 24 cm	 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:	 Mínimo: 16 cm Calculado: 16 cm Mínimo: 16 cm Calculado: 16 cm Mínimo: 20 cm Calculado: 67 cm Mínimo: 24 cm Calculado: 67 cm	 Cumple Cumple Cumple Cumple
Longitud mínima de las patillas: - Armado inf. dirección X hacia der: - Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 16 cm Calculado: 16 cm Calculado: 16 cm	 Cumple Cumple
Hay comprobaciones que no se cumplen		
Avisos:		
- Puede ser conveniente colocar unos mínimos mecánicos de armadura superior, ya que existen momentos negativos en la zapata.		
Información adicional:		
- Zapata de tipo rígido - Coordenadas de la sección de flexión: (En dirección X): -0.230000 - Coordenadas de la sección de flexión: (En dirección Y): 0.240000 - Cortante de agotamiento (En dirección X): 0.00 kN - Cortante de agotamiento (En dirección Y): 581.63 kN		

$$\sigma_{tx} = \frac{M_x}{\frac{L \cdot d^2}{6}} = \frac{1{,}81 \cdot 10^6}{\frac{3600 \cdot 1000^2}{6}} = 0{,}003\ N/mm^2$$

$$\sigma_{ty} = \frac{M_y}{\frac{b \cdot d^2}{6}} = \frac{95{,}80 \cdot 10^6}{\frac{2000 \cdot 1000^2}{6}} = 0{,}29 N/mm^2$$

Ambas inferiores a $f_{ct,d}$ (1,2 N/mm^2), por lo que se cumple la comprobación.

10.4.2. Zapata tipo 2:

Referencia: N31 Dimensiones: 160 x 280 x 100 Armados: Xi:Ø20c/25 Yi:Ø16c/15		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: *Criterio de CYPE*		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.320 MPa Calculado: 0.152 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.400 MPa Calculado: 0.281 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.400 MPa Calculado: 0.306 MPa	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: 559.1 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 28.7 %	Cumple
Flexión en la zapata: *Para la primera combinación encontrada que no cumple.*		
- En dirección X:	Momento: -2.74 kN·m	No cumple
- En dirección Y:	Momento: -42.42 kN·m	No cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.00 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 81.72 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes: *Criterio de CYPE*	Máximo: 5000 kN/m² Calculado: 107.7 kN/m²	Cumple
Canto mínimo: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 15 cm Calculado: 100 cm	Cumple

Referencia: N31 Dimensiones: 160 x 280 x 100 Armados: Xi:Ø20c/25 Yi:Ø16c/15		
Comprobación	Valores	Estado
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N31:	Mínimo: 75 cm Calculado: 93 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1* - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y:	 Mínimo: 0.00123 Calculado: 0.00123 Mínimo: 0.0012 Calculado: 0.0013	 Cumple Cumple
Diámetro mínimo de las barras: - Parrilla inferior: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1*	 Mínimo: 12 mm Calculado: 16 mm	 Cumple
Separación máxima entre barras: *Criterio de CYPE* - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y:	 Máximo: 30 cm Calculado: 25 cm Calculado: 15 cm	 Cumple Cumple
Separación mínima entre barras: *Criterio de CYPE* - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y:	 Mínimo: 10 cm Calculado: 25 cm Calculado: 15 cm	 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:	 Mínimo: 20 cm Calculado: 20 cm Mínimo: 20 cm Calculado: 20 cm Mínimo: 16 cm Calculado: 27 cm Mínimo: 16 cm Calculado: 27 cm	 Cumple Cumple Cumple Cumple
Longitud mínima de las patillas: - Armado inf. dirección X hacia der: - Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 20 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm	 Cumple Cumple
Hay comprobaciones que no se cumplen		
Avisos:		
- Puede ser conveniente colocar unos mínimos mecánicos de armadura superior, ya que existen momentos negativos en la zapata.		
Información adicional:		
- Zapata de tipo rígido - Coordenadas de la sección de flexión: (En dirección X): 0.240000 - Coordenadas de la sección de flexión: (En dirección Y): -0.230000 - Cortante de agotamiento (En dirección X): 0.00 kN - Cortante de agotamiento (En dirección Y): 465.39 kN		

$$\sigma_{tx} = \frac{M_x}{\frac{L \cdot d^2}{6}} = \frac{2{,}74 \cdot 10^6}{\frac{2800 \cdot 1000^2}{6}} = 0{,}16\ N/mm^2$$

$$\sigma_{ty} = \frac{M_y}{\frac{b \cdot d^2}{6}} = \frac{42{,}42 \cdot 10^6}{\frac{1600 \cdot 1000^2}{6}} = 0{,}29 N/mm^2$$

Ambas inferiores a $f_{ct,d}$ (1,2 N/mm^2), por lo que se cumple la comprobación.

10.4.3. Zapata tipo 3:

Referencia: N34 Dimensiones: 170 x 240 x 100 Armados: Xi:Ø20c/24 Yi:Ø20c/24		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: *Criterio de CYPE*		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.320 MPa Calculado: 0.152 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.400 MPa Calculado: 0.255 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.400 MPa Calculado: 0.308 MPa	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: 1937.0 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 26.9 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 14.78 kN·m	Cumple
- En dirección Y: *Para la primera combinación encontrada que no cumple.*	Momento: -33.52 kN·m	No cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.00 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 24.92 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: *Criterio de CYPE*	Máximo: 5000 kN/m² Calculado: 63.3 kN/m²	Cumple

Referencia: N34 Dimensiones: 170 x 240 x 100 Armados: Xi:Ø20c/24 Yi:Ø20c/24		
Comprobación	Valores	Estado
Canto mínimo: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 15 cm Calculado: 100 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N34:	Mínimo: 60 cm Calculado: 92 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1* - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0012 Calculado: 0.0013 Calculado: 0.0013	 Cumple Cumple
Diámetro mínimo de las barras: - Parrilla inferior: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1*	Mínimo: 12 mm Calculado: 20 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: *Criterio de CYPE* - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y:	Máximo: 30 cm Calculado: 24 cm Calculado: 24 cm	 Cumple Cumple
Separación mínima entre barras: *Criterio de CYPE* - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 10 cm Calculado: 24 cm Calculado: 24 cm	 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:	 Mínimo: 20 cm Calculado: 20 cm Mínimo: 20 cm Calculado: 20 cm Mínimo: 31 cm Calculado: 31 cm Mínimo: 31 cm Calculado: 31 cm	 Cumple Cumple Cumple Cumple
Longitud mínima de las patillas: - Armado inf. dirección X hacia der: - Armado inf. dirección X hacia izq: - Armado inf. dirección Y hacia arriba: - Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 20 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm	 Cumple Cumple Cumple Cumple
Hay comprobaciones que no se cumplen		
Avisos:		
- Puede ser conveniente colocar unos mínimos mecánicos de armadura superior, ya que existen momentos negativos en la zapata.		
Información adicional:		
- Zapata de tipo rígido - Relación rotura pésima (En dirección X): 0.02		

Referencia: N34		
Dimensiones: 170 x 240 x 100		
Armados: Xi:Ø20c/24 Yi:Ø20c/24		
Comprobación	Valores	Estado
- Coordenadas de la sección de flexión: (En dirección Y): -0.190000 - Cortante de agotamiento (En dirección X): 0.00 kN - Cortante de agotamiento (En dirección Y): 494.03 kN		

$$\sigma_{ty} = \frac{M_y}{\frac{b \cdot d^2}{6}} = \frac{33.52 \cdot 10^6}{\frac{1700 \cdot 1000^2}{6}} = 0{,}12 N/mm^2$$

Valor inferior a $f_{ct,d}$ (1,2 N/mm^2), por lo que se cumple la comprobación.

10.4.4. Zapata tipo 4:

Referencia: N51		
Dimensiones: 140 x 180 x 100		
Armados: Xi:Ø20c/22 Yi:Ø16c/15		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: *Criterio de CYPE*		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.320 MPa Calculado: 0.101 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.400 MPa Calculado: 0.118 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.400 MPa Calculado: 0.204 MPa	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: 1357.8 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 18.5 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 10.83 kN·m	Cumple
- En dirección Y: *Para la primera combinación encontrada que no cumple.*	Momento: -13.50 kN·m	No cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.00 kN	Cumple

Referencia: N51 Dimensiones: 140 x 180 x 100 Armados: Xi:Ø20c/22 Yi:Ø16c/15 Comprobación	Valores	Estado
- En dirección Y:	Cortante: 0.00 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes: *Criterio de CYPE*	Máximo: 5000 kN/m² Calculado: 61.4 kN/m²	Cumple
Canto mínimo: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 15 cm Calculado: 100 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N51:	Mínimo: 60 cm Calculado: 93 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1* - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0012 Calculado: 0.0014 Calculado: 0.0013	 Cumple Cumple
Diámetro mínimo de las barras: - Parrilla inferior: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1*	Mínimo: 12 mm Calculado: 16 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: *Criterio de CYPE* - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y:	Máximo: 30 cm Calculado: 22 cm Calculado: 15 cm	 Cumple Cumple
Separación mínima entre barras: *Criterio de CYPE* - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 10 cm Calculado: 22 cm Calculado: 15 cm	 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:	 Mínimo: 20 cm Calculado: 20 cm Mínimo: 20 cm Calculado: 20 cm Mínimo: 16 cm Calculado: 16 cm Mínimo: 16 cm Calculado: 16 cm	 Cumple Cumple Cumple Cumple
Longitud mínima de las patillas: - Armado inf. dirección X hacia der: - Armado inf. dirección X hacia izq: - Armado inf. dirección Y hacia arriba:	 Mínimo: 20 cm Calculado: 20 cm Mínimo: 20 cm Calculado: 20 cm Mínimo: 16 cm Calculado: 16 cm	 Cumple Cumple Cumple

Referencia: N51		
Dimensiones: 140 x 180 x 100		
Armados: Xi:Ø20c/22 Yi:Ø16c/15		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 16 cm Calculado: 16 cm	Cumple
Hay comprobaciones que no se cumplen		
Avisos:		
- Puede ser conveniente colocar unos mínimos mecánicos de armadura superior, ya que existen momentos negativos en la zapata.		
Información adicional:		
- Zapata de tipo rígido		
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.02		
- Coordenadas de la sección de flexión: (En dirección Y): -0.190000		
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 0.00 kN		
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 0.00 kN		

$$\sigma_{ty} = \frac{M_y}{\frac{b \cdot d^2}{6}} = \frac{13{,}5 \cdot 10^6}{\frac{1400 \cdot 1000^2}{6}} = 0{,}06 N/mm^2$$

Valor inferior a $f_{ct,d}$ (1,2 N/mm^2), por lo que se cumple la comprobación.

10.4.5. Zapata tipo 5:

Referencia: N62		
Dimensiones: 140 x 140 x 100		
Armados: Xi:Ø16c/15 Yi:Ø16c/15		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: *Criterio de CYPE*		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.320 MPa Calculado: 0.057 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.400 MPa Calculado: 0.064 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.400 MPa Calculado: 0.118 MPa	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: 389.9 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 30.2 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 10.34 kN·m	Cumple

Referencia: N62 Dimensiones: 140 x 140 x 100 Armados: Xi:Ø16c/15 Yi:Ø16c/15		
Comprobación	Valores	Estado
- En dirección Y: *Para la primera combinación encontrada que no cumple.*	Momento: -6.25 kN·m	No cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.00 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 0.00 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: *Criterio de CYPE*	Máximo: 5000 kN/m² Calculado: 49.7 kN/m²	Cumple
Canto mínimo: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 15 cm Calculado: 100 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N62:	Mínimo: 60 cm Calculado: 93 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.1.1*	Mínimo: 0.0012	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0013	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0013	Cumple
Diámetro mínimo de las barras:		
- Parrilla inferior: *Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.2.1*	Mínimo: 12 mm Calculado: 16 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: *Criterio de CYPE*	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 15 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: *Criterio de CYPE*	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 15 cm	Cumple
Longitud de anclaje: *49.5*	Mínimo: 16 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 16 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 16 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 16 cm	Cumple

Referencia: N62		
Dimensiones: 140 x 140 x 100		
Armados: Xi:Ø16c/15 Yi:Ø16c/15		
Comprobación	Valores	Estado
Hay comprobaciones que no se cumplen		
Avisos:		
- Puede ser conveniente colocar unos mínimos mecánicos de armadura superior, ya que existen momentos negativos en la zapata.		
Información adicional:		
- Zapata de tipo rígido		
- Relación rotura pésima (En dirección X): 0.02		
- Coordenadas de la sección de flexión: (En dirección Y): -0.190000		
- Cortante de agotamiento (En dirección X): 0.00 kN		
- Cortante de agotamiento (En dirección Y): 0.00 kN		

$$\sigma_{ty} = \frac{M_y}{\frac{b \cdot d^2}{6}} = \frac{6{,}25 \cdot 10^6}{\frac{1400 \cdot 1000^2}{6}} = 0{,}027 N/mm^2$$

Valor inferior a $f_{ct,d}$ (1,2 N/mm^2), por lo que se cumple la comprobación.

10.5. Cálculo de vigas de atado o zunchos

Los zunchos garantizan que las zapatas trabajen unidas, equilibran cargas y proporcionan arriostramiento, asegurando una cimentación más estable y eficiente

Referencia: C.1.1 [N29-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)*	Mínimo: 3.5 cm	

Referencia: C.1.1 [N29-N22] (Viga de atado)
-Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm
-Armadura superior: 2Ø12
-Armadura inferior: 2Ø12
-Estribos: 1xØ8c/25

Comprobación	Valores	Estado
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Separación máxima estribos:		
- Sin cortantes:	Máximo: 25.2 cm	
Norma Código Estructural. Artículo A19.9.2.2 (6)	Calculado: 25 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal:		
Criterio de CYPE	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Información adicional:

- Diámetro mínimo de la armadura longitudinal (Norma Código Estructural. Artículo A19.9.8.3): Mínimo: 12.0 mm, Calculado: 12.0 mm (Cumple)
- No llegan estados de carga a la cimentación.

ANEJO VII: JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

TRABAJO FIN DE GRADO

Javier Martínez Ferrez

Curso académico 2024-2025

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRONÓMICA, ALIMENTARIA Y DE BIOSISTEMAS

ÍNDICE DE CONTENIDOS

0. INTRODUCCIÓN AL ANJEJO VII: JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS……..……2

1. CUADRO DE PRECIOS UNITARIOS……3

2. CUADRO DE PRECIOS DESCOMPUESTOS……6

0. INTRODUCCIÓN AL ANJEJO VII: JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

Este anejo tiene por objeto justificar los precios empleados en la valoración económica del proyecto, estableciendo una base transparente, coherente y verificable para la estimación de costes. Los precios adoptados se han determinado a partir de diversas fuentes: consultas a fabricantes y proveedores especializados y bases de datos de precios de referencia, en concreto, la base de precios del Ayuntamiento de Madrid del año 2023.

La justificación de precios se organiza en dos apartados principales:

En primer lugar, los **Cuadros de precios unitarios de materiales, mano de obra y maquinaria**, en los que se definen los costes básicos de cada recurso considerado en la ejecución de la instalación.

En segundo lugar, los **Cuadros de precios descompuestos**, en los que se detallan las partidas elementales que conforman cada unidad de obra, integrando materiales, tiempos de trabajo y utilización de maquinaria, de modo que se pueda comprobar con claridad la trazabilidad de cada importe.

De este modo, la estructura de este anejo permite asegurar que las mediciones y valoraciones económicas del proyecto responden a criterios técnicos sólidos y a precios de mercado actuales, garantizando una estimación fiable de la inversión necesaria y una base adecuada para la posterior licitación, ejecución y control económico de la obra.

1. CUADRO DE PRECIOS UNITARIOS

CUADRO DE PRECIOS UNITARIOS DE MATERIALES, MANO DE OBRA Y MAQUINARIA

BODEGA DE CAVA

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
M.01	m2	Panel macizo de PVC	18,00
M.02	m	Rastreles de aluminio para fijación	2,50
M.04	m	Tornillería inox + fijaciones	1,50
M.06	m2	Panel sándwich PUR 50 mm caras acero prelacado	52,00
M.08	m	Perfil perimetral L galv. 1,5 mm	2,72
M.09	ud	Tornillería y pequeño material	1,34
M.O1	h	Montador especializado	24,12
M.O2	h	Ayudante montador especializado	20,45
M23B759246583	ud	Tanque de desfangado	4.700,00
M23F72762919	ud	Tanque de estabilización	7.600,00
M23G423558482	ud	Accesorios complementarios (toma de aire comprimido y fijación)	1.200,00
M23G532687323	ud	Filtro de placas	0,00
M23H53845867	ud	Despalilladora de árbol	13.700,00
M23H834971514	ud	Medios auxiliares de instalación y conexión (herramientas)	210,00
M23L798684532	ud	Medios auxiliares de instalación	120,00
M23Q193846522	ud	Prensa de membrana horizontal	23.400,00
M23R745634365	ud	Medios auxiliares de instalación y conexión	50,00
M23S471541898	ud	Accesorios complementarios (serpentines sumergidos y toma de gas	920,00
M23T438926546	ud	Tanque de fermentación	7.200,00
M23X482565119	ud	Medios auxiliares de instalación (útiles de conexión)	780,00
M23X632487178	ud	Accesorios complementarios(tomas)	600,00
M25B345678	ud	Evaporador cúbico	4.300,00
M25B354815446	ud	Tractor de 50 CV con remolque	32.000,00
M25D814513873	ud	Embotelladora	9.700,00
M25F438646746		Enjuagadora	0,00
M25F732846154	ud	Bomba de tornillo excéntrico	3.600,00
M25G345678	ud	Evaporador cúbico de 5,2kW	670,00
M25J514133255	ud	Taponadora	300,00
M25L324345475	ud	Pupitre	272,00
M25L564566452	ud	Caja de HDPE de 36 L	7,00
M25L6T6178425	ud	Medios auxiliares (herramientas de conexión)	80,00
M25L856362463	ud	Bomba peristática	3.100,00
M25N434554454	ud	Sistema volteador y mesa de selección	12.000,00
M25P457339561	ud	Planta embotelladora	1.300,00
M25R815455673	ud	Congelador decuellos	6.300,00
M25S456787	ud	Evaporador cúbico de 10,59 kW	2.450,00
M25S746513649	ud	Monobloc	1.200,00
M25V389154681	ud	Accesorios complementarios (maguera, valvulería y racores)	410,00
M25X2345678	ud	Tanque acumulador de glicol	2.300,00
M35T856466648	ud	Báscula puente	9.800,00
M3F6712877495	ud	Medios auxiliares a la instalación y conexión	150,00
MS79345644659	ud	Jaulón metálico	277,00
m23A010MA003	ud	Medios auxiliares de instalación y conexión (herramientas)	210,00
m23A010MA010	ud	Grua ligera para descarga, posicionamiento y elevación	180,00
m23M02GE050	h	Grúa telescópica autoprop. 60 t.	129,99
m23M02GE090	h	Grúa telescópica s/camión 20 t.	55,21
m23M02GE095	h	Grúa telescópica s/camión 20-35 t.	73,19
m23M02GT010	h	Grúa pluma 30 m./0,75 t.	25,41
m23M02GT060	mes	Alquiler grúa torre 40 m 1000 kg	1.495,40
m23M02GT080	ud	Montaje/desmontaje grúa torre 40 m. flecha	4.313,66
m23M02GT090	mes	Contrato mantenimiento	133,43
m23M02GT100	mes	Alquiler telemando	133,43
m23M02GT110	ud	Tramo de empotramiento grúa torre <40 m.	1.801,38
m23M03HH025	h	Hormigonera 200 l eléctrica	2,87
m23M03RE010	ud	Compresor de tornillo abierto de 29,42 kW	12.700,00
m23M05PN010	h	Pala cargadora neumáticos 85 CV/1,2m3	36,62
m23M05RN020	h	Retrocargadora neumáticos 75 CV	41,96
m23M07CB020	h	Camión basculante 4x2 10 t.	41,83
m23M07CB040	h	Camión basculante 4x4 14 t.	50,27

CUADRO DE PRECIOS UNITARIOS DE MATERIALES, MANO DE OBRA Y MAQUINARIA

BODEGA DE CAVA

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
m23M07CG010	h	Camión con grúa 6 t.	53,71
m23M07N030	m3	Tratamiento en planta	5,95
m23M08CA020	h	Cisterna agua s/camión 10.000 l.	35,74
m23M08N020	h	Motoniveladora de 200 CV	75,41
m23M08RN040	h	Rodillo vibrante autopropuls.mixto 15 t	70,59
m23M11HC010	h	Equipo cortajuntas losas	12,75
m23M11HR010	h	Regla vibrante eléctrica 2 m	2,24
m23M11HV030	h	Aguja eléctrica c/convertid.gasolina D=79 mm.	5,42
m23M11HV050	h	Vibrador de aguja eléctrico D=50 mm	5,98
m23M11MM020	h	Motosierra gasolina L=40cm. 1,32 CV	4,82
m23M12O010	h	Equipo oxicorte	2,67
m23M13W110	h	Maquinaria de elevación	67,75
m23O010MO070	h	Ayudante técnico especializado	19,00
m23O010TE002	h	Técnico especializado	24,00
m23O01O050	h	Técnico frigorista especializado	25,00
m23O01O060	h	Ayudante técnico frigorista	18,00
m23O01OA020	h	Capataz	24,07
m23O01OA030	h	Oficial primera	22,52
m23O01OA040	h	Oficial segunda	21,40
m23O01OA050	h	Ayudante	20,45
m23O01OA070	h	Peón ordinario	19,59
m23O01OB010	h	Oficial 1ª encofrador	24,39
m23O01OB040	h	Oficial 1ª ferralla	22,52
m23O01OB050	h	Ayudante ferralla	20,45
m23O01OB100	h	Oficial solador, alicatador	22,52
m23O01OB110	h	Ayudante solador, alicatador	20,45
m23O01OB160	h	Oficial 1ª cerrajero	24,39
m23O01OB170	h	Ayudante cerrajero	22,96
m23O01OB200	h	Oficial 1ª fontanero calefactor	24,61
m23O01OB210	h	Oficial 2ª fontanero calefactor	23,38
m23O01OB300	h	Oficial 1ª pintura	22,52
m23O01OB310	h	Ayudante pintura	20,45
m23O020PM001	h	Puesta en marcha, verficación, pruebas estanqueidad	30,00
m23P01AA030	t	Arena de río 0/6 mm	12,38
m23P01AF020	t	Zahorra artificial ZA(40)/ZA(25) 75%	8,50
m23P01AG010	t	Garbancillo 4/20 mm	23,55
m23P01BV010	ud	Bloque hormigón liso gris 40x20x10 cara vista	0,51
m23P01BV030	ud	Bloque hormigón liso gris 40x20x20 cara vista	0,66
m23P01CC035	t	Cemento CEM II/A-L 42,5 R sacos	128,68
m23P01D130	m3	Agua	1,50
m23P01D150	ud	Pequeño material	1,59
m23P01FA100	kg	Adh. cementoso alicatado int. s/morteros C1	0,14
m23P01FJ010	kg	Junta cementosa normal blanco<3mm CG1	1,05
m23P01HA010	m3	Hormigón HA-25/P/30/XC2	95,00
m23P01HM010	m3	Hormigón HM-20/B/20/X0 o XC1 central	89,00
m23P01HM030	m3	Hormigón HM-25/B/20/X0 o XC1 central	112,33
m23P01HM120	m3	Hormigón HM-25/B/20/XC1	140,68
m23P01HM130	m3	Hormigón HM-20/B/40/XC1	140,68
m23P01MC040	m3	Mortero cemento gris CEM-II/B-M 32,5 M-5	75,66
m23P03AA010	kg	Alambre atar 1,30 mm	2,80
m23P03ACA040	kg	Acero corrugado B 400 S/SD	1,08
m23P03ACC005	kg	Acero corrugado B 500 S/SD 6 mm	1,69
m23P03ACD010	kg	Acero corrugado elaborado B 500 S	1,39
m23P03ALP010	kg	Acero laminado S275JR	1,74
m23P03ALV020	m	Correa Z chapa 15 cm. altura	11,77
m23P03EC030	m2	Panel prefabricado hormigón cerramiento gris vt	51,71
m23P04AC030	l	Aceite especial para compresores R-717	24,00
m23P04AC070	ud	Accesorios complementarios (cajas de raspón y conexiones)	460,00
m23P04FAV085	ud	Pie angular gav 1,5 mm.	2,07
m23P04FAV086	ud	Tornillo p/pie	0,15
m23P04FAV090	m	Perfil secundario T galv 1,5 mm.	3,00
m23P04FAV095	m	Perfil primario L galv 1,5 mm.	2,72
m23P04PW010	m	Cinta de juntas PYL (rollo 150 m)	0,16
m23P04PW050	kg	Pasta de agarre PYL estándar	2,05
m23P04PW060	kg	Pasta para juntas PYL estándar	2,40
m23P04PW082	ud	Tornillo fijación PYL a perfil metálico e<0,75 mm (PM) 3,5x25 mm	0,01
m23P04PW083	ud	Tornillo fijación PYL a perfil metálico e<0,75 mm (PM) 3,5x35 mm	0,01
m23P04PW340	m	Perfil acero galvanizado en U PYL 30x30 mm	2,59

m23P04PW350	m	Maestra acero galvanizado en C PYL 60x27 mm	3,91
m23P04PW442	m	Banda estanqueidad perimetral PYL 30 mm	0,28

CUADRO DE PRECIOS UNITARIOS DE MATERIALES, MANO DE OBRA Y MAQUINARIA

BODEGA DE CAVA

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
m23P04PY030	m2	Placa yeso laminado recubierto cara vista lámina vinilica blanca	7,84
m23P04RR040	kg	Mortero revoco CSIII-W1	0,59
m23P04SC010	m2	P.sand frigorífico PUR 80 mm	62,00
m23P04SE010	ud	Valvula de seguridad R-717	75,00
m23P04TL030	m	Lamas aluminio horizont 100mm	4,70
m23P04TW050	ud	Pieza de cuelgue falso techo	2,18
m23P04TW180	ud	Varilla de cuelgue 1000 mm falso techo	0,68
m23P04TW232	m	Rastrel soporte techo lamas metal a=90/100/200 mm	7,69
m23P04TW234	m	Remate perímetro techo lama metal	4,29
m23P04TW236	m	Remate junquillo unión lama techo metal	4,29
m23P04TW240	ud	Cuelgue regulable combinado falso techo continuo PYL	1,64
m23P04TW260	ud	Conector maestra 60x27 mm falso techo continuo PYL	0,93
m23P04TW270	ud	Caballete maestra 60x27 mm falso techo continuo PYL	1,30
m23P04VA050	ud	Valvulas servicio amoniaco	90,00
m23P05CW010	ud	Tornillería y pequeño material	1,34
m23P05CW040	ud	Remates, tornillería y pequeño material	0,78
m23P05WTC030	m2	Pan.cubierta 3 grecas PUR e=50mm.	32,80
m23P06BA010	kg	Oxiasfalto catalítico 90/40 adhesivo	3,64
m23P06BL030	m2	Lám. oxiasfalto LO-30-FP 3 kg/m2	9,82
m23P07TO140	m2	Poliuret.conform.32 kg/m3 tipo-I 50mm	35,47
m23P07TO150	m2	Proyección PU CCC4 35 Kg/m3 cámaras 80	11,73
m23P07W060	kg	Adhesivo aislamiento	6,92
m23P08DP010	ud	Puerta corredera frigorífica 1,75x2 m	850,00
m23P08XW010	ud	Junta dilatación/m2 pavim.piezas	0,28
m23P09ABC040	m2	Azulejo blanco 20x20 cm.	13,04
m23P12ALS090	ud	Puerta corredera de hoja vista sin RPT de aluminio lacado blanco	607,38
m23P12PC020	m2	Ventanal cerramiento fijo	279,25
m23P12PV050	ud	Vent. corrdera 2 hojas 1,5x1,5 m	558,81
m23P12PW010	m	Premarco aluminio	9,64
m23P13TP011	kg	Palastro 11 mm	1,84
m23P13TP020	kg	Palastro 15 mm.	1,84
m23P13VP320	ud	Poste galvanizado D=42 mm h=1,00 m escuadra	9,23
m23P13VP330	ud	Poste galvanizado D=42 mm h=1,00 m jabalcón	3,90
m23P13VP340	ud	Poste galvanizado D=42 mm h=1,00 m intermedio	5,19
m23P13VP350	ud	Poste galvanizado D=42 mm h=1,00 m tornapunta	3,90
m23P13VS010	m2	Malla S/T galv.cal. 40/14 STD	3,11
m23P17JP050	ud	Collarín bajante PVC c/cierre D75mm.	1,86
m23P17NP010	m	Canalón PVC redondo D=125mm.gris	6,60
m23P17NP040	ud	Gafa canalón PVC red.equip.125mm	2,45
m23P17NP070	ud	Conex.bajante PVC redon.D=125mm.	12,47
m23P17SS040	ud	Sifón botella PVC sal.horiz.40mm 1 1/2"	4,27
m23P17SV040	ud	Válvula para fregadero de 40 mm.	5,59
m23P17SV060	ud	Válvula p/lavabo-bidé de 32 mm. c/cadena	2,68
m23P17SV080	ud	Válvula desagüe ducha D60	16,43
m23P17VF010	m	Tubo PVC evac.pluv.j.elást. 75 mm.	4,14
m23P17VP040	ud	Codo M-H 87º PVC evac. j.peg. 75 mm.	3,76
m23P17XT010	ud	Válvula de escuadra de 1/2" a 1/2"	7,06
m23P17XT020	ud	Llave de escuadra 1/2" a 3/8" antical	6,25
m23P18D090	ud	P. ducha 100x100 blanco e.plano	244,74
m23P18GD010	ud	Monomando ext. ducha telf. cromo s.n.	73,03
m23P18GF050	ud	Grif.monom.mural cromo s.n.	90,00
m23P18GL050	ud	Grif.monomando lavabo cromo s.m.	105,62
m23P18GW010	ud	Latiguillo flex.20cm.1/2"a 1/2"	2,82
m23P18GW070	ud	Latiguillo flexible 25 cm 3/8"a 3/8"	3,22
m23P18IB060	ud	Taza inodoro tanque bajo gama básica - blanco	66,52
m23P18IB120	ud	Tanque bajo inodoro c/mecanismos gama básica - blanco	114,00
m23P18IB180	ud	Tapa y asiento inodoro lacado gama básica	49,99
m23P18LP080	ud	Lavabo gama media blanco 65x46 cm c/pedestal	181,05
m23P18LU010	ud	Lavamanos mural a.inox 400x335x600 mm con mando femoral	250,00
m23P18WC010	ud	Fregadero acero inoxidable 93x61x40	225,51
m23P25OS050	kg	Imprimación resina epoxi	5,89
m23P25OU030	l	Imprimación	21,43
m23P25OU080	l	Minio electrolítico	9,31
m23P25P100	kg	Pintura plástica	13,68
m23P25W030	ud	Pequeño material	1,35

m25A02MA025	ud	Plataforma elevadora	200,00
m25P02CH300	ud	Equipo refrigerador de glicol de 38.7 kW	19.700,00
m25P02CN030	ud	Condensador cúbico axial de 25 kW	500,00

CUADRO DE PRECIOS UNITARIOS DE MATERIALES, MANO DE OBRA Y MAQUINARIA

BODEGA DE CAVA

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
m25P03BA015	ud	Bancada antivibratoria	130,00
m25P03MT020	ud	Kit de anclajes/sujeción antivibratoria	45,00
m25P04JT001	m	Material sellante y aislamiento uniones	2,50
m25P04JT005	m	Masilla elástica con fibras	2,50
m25P04JT010	ud	Kit conexión hidraúlica 2"	95,00
m25P04JT020	ud	Accesorios de fijación, sellado, anclaje	85,00
m25P04MS050	m	Sellador adhesivo MS	3,50

2. CUADRO DE PRECIOS DESCOMPUESTOS

CUADRO DE PRECIOS DESCOMPUESTOS

BODEGA DE CAVA

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
CAPÍTULO 01 Maquinaria del proceso productivo						
01.01		**m2**	**Desbroce y limpieza del terreno**			
			Desbroce y limpieza superficial del terreno por medios mecánicos, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares. Según NTE-ADE.			
m23O01OA070	0,006	h	Peón ordinario	19,59	0,12	
m23M11MM020	0,100	h	Motosierra gasolina L=40cm. 1,32 CV	4,82	0,48	
m23M05PN010	0,010	h	Pala cargadora neumáticos 85 CV/1,2m3	36,62	0,37	
%CI0600	6,000	%	Costes Indirectos	1,00	0,06	
			TOTAL PARTIDA			**1,03**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de UN EUROS con TRES CÉNTIMOS

01.02		**m3**	**Excavación pozos terrenos flojos c/medios mecánicos c/carga y tr**			
			Excavación en pozos en terrenos de consistencia floja, por medios mecánicos, con carga directa sobre camión basculante, incluso transporte de tierras a vertedero, a una distancia menor de 10 km., considerando ida y vuelta,			
m23O01OA070	0,200	h	Peón ordinario	19,59	3,92	
m23M05RN020	0,250	h	Retrocargadora neumáticos 75 CV	41,96	10,49	
m23M07CB020	0,150	h	Camión basculante 4x2 10 t.	41,83	6,27	
m23M07N030	1,000	m3	Tratamiento en planta	5,95	5,95	
%CI0600	6,000	%	Costes Indirectos	26,60	1,60	
			TOTAL PARTIDA			**28,23**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTIOCHO EUROS con VEINTITRES CÉNTIMOS

01.03		**m3**	**Excavación zanja terrenos flojos c/medios mecánicos c/carga y tr**			
			Excavación en zanjas, en terrenos de consistencia floja, por medios mecánicos, con carga directa sobre camión basculante, incluso transporte de tierras a vertedero, a una distancia menos de 10 km. considerando ida y vuelta,			
m23O01OA040	0,160	h	Oficial segunda	21,40	3,42	
m23O01OA070	0,130	h	Peón ordinario	19,59	2,55	
m23M05RN020	0,200	h	Retrocargadora neumáticos 75 CV	41,96	8,39	
m23M07CB020	0,080	h	Camión basculante 4x2 10 t.	41,83	3,35	
m23M07N030	1,000	m3	Tratamiento en planta	5,95	5,95	
%CI0600	6,000	%	Costes Indirectos	23,70	1,42	
			TOTAL PARTIDA			**25,08**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTICINCO EUROS con OCHO CÉNTIMOS

CUADRO DE PRECIOS DESCOMPUESTOS

BODEGA DE CAVA

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE

CAPÍTULO 02 Urbanización
SUBCAPÍTULO 02.01 Vallado exterior

02.01.01		**m3**	**Hormigón HA-25/P/20/XC1 Vertido manual**			
			Hormigón para armar en zapatas, riostras, vigas o zanjas de cimentación HA-25/B/20/XC1, elaborado en central, de resistencia característica a compresión 25 MPa (N/mm2), de consistencia blanda, tamaño máximo del árido de 20 mm, en elementos enterrados, o interiores sometidos a humedades relativas medias-altas (>65%) o a condensaciones, o elementos exteriores con alta precipitación. Totalmente realizado; i/p.p. de vertido por medios manuales, vibrado y colocado. Según Código Estructural, NTE-CSZ y CTE DB-SE-C. Componentes del hormigón con			
m23O01OA030	0,250	h	Oficial primera	22,52	5,63	
m23O01OA070	0,250	h	Peón ordinario	19,59	4,90	
m23M11HV030	0,250	h	Aguja eléctrica c/convertid.gasolina D=79 mm.	5,42	1,36	
m23P01HA010	1,080	m3	Hormigón HA-25/P/30/XC2	95,00	102,60	
%CI600	6,000	%	Costes indirectos	114,50	6,87	
			TOTAL PARTIDA.....			**121,36**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO VEINTIUN EUROS con TREINTA Y SEIS CÉNTIMOS

02.01.02		**m**	**MALLA SIMPLE TORSIÓN GALVANIZADA 40/14 h=1 m.**			
			Cercado de 1 m. de altura realizado con malla simple torsión galvanizada en caliente de trama 40/14 y postes de tubo de acero galvanizado por inmersión de 48 mm de diámetro, p.p. de postes de esquina, jabalcones, tornapuntas, tensores, grupillas y accesorios, montada i/replanteo y recibido de postes con hormigón HM-20/B/20/X0 o XC1 de central. Materiales con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE)			
m23O01OA090	0,150	h	Cuadrilla A	52,77	7,92	
m23P13VS010	1,000	m2	Malla S/T galv.cal. 40/14 STD	3,11	3,11	
m23P13VP320	0,080	ud	Poste galvanizado D=42 mm h=1,00 m escuadra	9,23	0,74	
m23P13VP330	0,080	ud	Poste galvanizado D=42 mm h=1,00 m jabalcón	3,90	0,31	
m23P13VP340	0,300	ud	Poste galvanizado D=42 mm h=1,00 m intermedio	5,19	1,56	
m23P13VP350	0,080	ud	Poste galvanizado D=42 mm h=1,00 m tornapunta	3,90	0,31	
m23P01HM010	0,008	m3	Hormigón HM-20/B/20/X0 o XC1 central	89,00	0,71	
%CI0600	6,000	%	Costes Indirectos	14,70	0,88	
			TOTAL PARTIDA.....			**15,54**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de QUINCE EUROS con CINCUENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

02.01.03		**m2**	**Fábrica bloque hormigón liso gris**			
			Fábrica de bloques huecos de hormigón gris estándar liso de 40x20x10 cm colocado a una cara vista, recibidos con mortero de cemento CEM II/B-M 32,5 N y arena de río M-5, rellenos de hormigón de 330 kg de cemento/m3 de dosificación y armadura según normativa, i/p.p. de formación de dinteles, zunchos, jambas, ejecución de encuentros y piezas especiales, llagueado, roturas, replanteo, nivelación, aplomado, limpieza y medios auxiliares, medida deduciendo huecos superiores a 2 m2. Conforme CTE DB-SE-F y NTE-FFB. Marcado CE obligatorio según Anexo ZA de la Norma Europea UNE-EN 771-3:2011+A1:2016. Materiales con marcado CE y DdP (Declara-			
m23O01OA140	0,730	h	Cuadrilla H	42,97	31,37	
m23P01BV010	13,000	ud	Bloque hormigón liso gris 40x20x10 cara vista	0,51	6,63	
m23P01MC040	0,019	m3	Mortero cemento gris CEM-II/B-M 32,5 M-5	75,66	1,44	
m23A03H090	0,010	m3	HORMIGÓN DOSIFICACIÓN 330 kg/m3 CEMENTO Tmáx. 20 mm	109,87	1,10	
m23P03ACC005	1,500	kg	Acero corrugado B 500 S/SD 6 mm	1,69	2,54	
%CI600	6,000	%	Costes indirectos	43,10	2,59	
			TOTAL PARTIDA.....			**45,67**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUARENTA Y CINCO EUROS con SESENTA Y SIETE CÉNTIMOS

CUADRO DE PRECIOS DESCOMPUESTOS

BODEGA DE CAVA

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
02.01.04		**ud**	**Puerta corredera 4x0,6 m**			
			Suministro y montaje de puerta corredera metálica manual para acceso a parcela, de aproximadamente 3,00 m de ancho libre por 0,60 m de altura, con estructura de acero galvanizado y pintura al horno en color negro, formada por bastidor tubular y relleno de malla electrosoldada o bastidor sencillo. Incluye guía inferior galvanizada, ruedas metálicas con rodamientos, perfil guía de carril, cerradura sencilla con llave, topes mecánicos, herrajes de fijación y todos los elementos necesarios para su correcto funcionamiento. Se incluye replanteo, montaje, nivelación, anclajes mecánicos al soporte existente (pilar, muro o valla metálica) y pruebas de funcionamiento. No incluye automatización ni cimentaciones.			
			Sin descomposición			
			TOTAL PARTIDA			**600,00**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SEISCIENTOS EUROS

SUBCAPÍTULO 02.02 Pavimentación exterior

02.02.01		**m2**	**Refino, nivelación y apisonado explanación**			
			Explanación, refino y nivelación de terrenos, por medios mecánicos, en terrenos limpiados superficialmente con			
m23O01OA070	0,170	h	Peón ordinario	19,59	3,33	
m23M08N020	0,010	h	Motoniveladora de 200 CV	75,41	0,75	
%CI600	6,000	%	Costes indirectos	4,10	0,25	
			TOTAL PARTIDA			**4,33**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATRO EUROS con TREINTA Y TRES CÉNTIMOS

02.02.02		**m3**	**BASE DE ZAHORRA ARTIFICIAL**			
			Base de zahorra artificial, clasificada (husos ZA25 y ZA40) puesta en obra y compactada, medida sobre perfil. Conforme a ORDEN FOM/1382/2002-PG3-Art.510. Árido con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones)			
m23O01OA020	0,080	h	Capataz	24,07	1,93	
m23O01OA070	0,150	h	Peón ordinario	19,59	2,94	
m23M08N020	0,025	h	Motoniveladora de 200 CV	75,41	1,89	
m23M08RN040	0,025	h	Rodillo vibrante autopropuls.mixto 15 t	70,59	1,76	
m23M07CB040	0,025	h	Camión basculante 4x4 14 t.	50,27	1,26	
m23M08CA020	0,025	h	Cisterna agua s/camión 10.000 l.	35,74	0,89	
m23P01AF020	2,200	t	Zahorra artificial ZA(40)/ZA(25) 75%	8,50	18,70	
m23P01D130	0,150	m3	Agua	1,50	0,23	
%CI0600	6,000	%	Costes Indirectos	29,60	1,78	
			TOTAL PARTIDA			**31,38**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TREINTA Y UN EUROS con TREINTA Y OCHO CÉNTIMOS

02.02.03		**m2**	**Solera hormigón HM-20/B/40/XC1**			
			Suministro y puesta en obra de hormigón en masa, vibrado, en soleras de 20 cm de espesor, con			
m23O01OA030	0,045	h	Oficial primera	22,52	1,01	
m23O01OA070	0,100	h	Peón ordinario	19,59	1,96	
m23M11HV050	0,100	h	Vibrador de aguja eléctrico D=50 mm	5,98	0,60	
m23M02GE095	0,045	h	Grúa telescópica s/camión 20-35 t.	73,19	3,29	
m23P01HM130	0,200	m3	Hormigón HM-20/B/40/XC1	140,68	28,14	
%CI600	6,000	%	Costes indirectos	35,00	2,10	
			TOTAL PARTIDA			**37,10**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TREINTA Y SIETE EUROS con DIEZ CÉNTIMOS

CUADRO DE PRECIOS DESCOMPUESTOS

BODEGA DE CAVA

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
02.02.04		**m**	**Junta retracción solera**			
			Ejecución de junta de contracción con profundidad 1/3 solera. Mediante serrado mecánico del hormigón endurecido, incluso limpieza y sellado de junta con masilla bituminosa de aplicación en caliente o en frio. Conforme ORDEN FOM/1382/2002-PG3-Art. 550. Hormigón con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.			
m23O01OA040	0,080	h	Oficial segunda	21,40	1,71	
m23M11HC010	0,016	h	Equipo cortajuntas losas	12,75	0,20	
m23P08XW010	1,000	ud	Junta dilatación/m2 pavim.piezas	0,28	0,28	
%CI600	6,000	%	Costes indirectos	2,20	0,13	
			TOTAL PARTIDA.....			**2,32**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS EUROS con TREINTA Y DOS CÉNTIMOS

CAPÍTULO 03 Cimentación

03.01		**m3**	**Hormigón limpieza HM-25/P/30/XC2 Vertido grúa**			
			Hormigón en masa HM-25/B/20/XC2, elaborado en central para limpieza y nivelado de fondos de cimentación, incluso vertido con grúa, vibrado y colocación. Según Código Estructural y CTE DB-SE-C. Componentes del hormi-			
m23O01OA030	0,275	h	Oficial primera	22,52	6,19	
m23O01OA070	0,275	h	Peón ordinario	19,59	5,39	
m23M11HV030	0,275	h	Aguja eléctrica c/convertid.gasolina D=79 mm.	5,42	1,49	
m23P01HM120	1,050	m3	Hormigón HM-25/B/20/XC1	140,68	147,71	
m23A06T050	0,275	h	GRÚA TORRE 40 m FLECHA 1000 kg	24,47	6,73	
%CI600	6,000	%	Costes indirectos	167,50	10,05	
			TOTAL PARTIDA.....			**177,56**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO SETENTA Y SIETE EUROS con CINCUENTA Y SEIS CÉNTIMOS

03.02		**m3**	**Hormigón armado HA-25/P/30XC2 Vertido grúa**			
			Hormigón para armar en zapatas, riostras, vigas o zanjas de cimentación HA-25/P/30/XC2, elaborado en central, de resistencia característica a compresión 25 MPa (N/mm2), de consistencia blanda, tamaño máximo del árido de 20 mm, en elementos enterrados, o interiores sometidos a humedades relativas medias-altas (>65%) o a condensaciones, o elementos exteriores con alta precipitación. Totalmente realizado; i/p.p. de vertido por medio de grúa, vibrado y colocado. Según Código Estructural, NTE-CSZ y CTE DB-SE-C. Componentes del hormigón con mar-			
m23O01OA030	0,275	h	Oficial primera	22,52	6,19	
m23O01OA070	0,275	h	Peón ordinario	19,59	5,39	
m23M11HV030	0,275	h	Aguja eléctrica c/convertid.gasolina D=79 mm.	5,42	1,49	
m23P01HA010	1,080	m3	Hormigón HA-25/P/30/XC2	95,00	102,60	
m23A06T050	0,275	h	GRÚA TORRE 40 m FLECHA 1000 kg	24,47	6,73	
%CI600	6,000	%	Costes indirectos	122,40	7,34	
			TOTAL PARTIDA.....			**129,74**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO VEINTINUEVE EUROS con SETENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

CUADRO DE PRECIOS DESCOMPUESTOS

BODEGA DE CAVA

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
CAPÍTULO 04 Estructura						
04.01		**kg**	**Acero laminado S275 (UNE-EN 1025-2)**			
			Acero laminado S275 en perfiles laminados en caliente para vigas, pilares, zunchos y correas, mediante uniones soldadas; i/p.p. de soldaduras, cortes, piezas especiales, despuntes y dos manos de imprimación de minio de plomo, montada y colocada. Según UNE-EN 10025-1:2006, UNE-EN 1090-2:2019, NTE-EAE, CTE DB-SE-A y Código Estructural. Acero con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.			
m23P25OU080	0,010	l	Minio electrolítico	9,31	0,09	
m23P03ALP010	1,100	kg	Acero laminado S275JR	1,74	1,91	
m23O01OB170	0,035	h	Ayudante cerrajero	22,96	0,80	
m23O01OB160	0,035	h	Oficial 1ª cerrajero	24,39	0,85	
m23M07CG010	0,005	h	Camión con grúa 6 t.	53,71	0,27	
%CI600	6,000	%	Costes indirectos	3,90	0,23	
			TOTAL PARTIDA			**4,15**
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATRO EUROS con QUINCE CÉNTIMOS						
04.02		**m**	**Correa chapa perfil tipo Z**			
			Correa realizada con chapa conformada en frío tipo Z, i/p.p. de despuntes y piezas especiales, colocada y montada. Según UNE-EN 10025-1:2006, UNE-EN 1090-2:2019, NTE-EAS, NTE-EAV, NTE-EAF, CTE DB-SE-A y Códi-			
m23O01OB160	0,200	h	Oficial 1ª cerrajero	24,39	4,88	
m23O01OB170	0,050	h	Ayudante cerrajero	22,96	1,15	
m23P03ALV020	1,050	m	Correa Z chapa 15 cm. altura	11,77	12,36	
m23M02GT010	0,100	h	Grúa pluma 30 m./0,75 t.	25,41	2,54	
%CI600	6,000	%	Costes indirectos	20,90	1,25	
			TOTAL PARTIDA			**22,18**
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTIDOS EUROS con DIECIOCHO CÉNTIMOS						
04.03		**ud**	**Placa anclaje Tipo 1: S275 550x550x20(mm);6 pernos D=25mm L=60cm**			
			Placa de anclaje de acero S275 en perfil plano, de dimensiones 350x400x15 mm. con cuatro garrotas de acero corrugado de 16 mm de diámetro y 35 cm de longitud total, soldadas, i/taladro central, colocada. Según UNE-EN 10025-1:2006, UNE-EN 1090-2:2019, CTE DB-SE-A y Código Estructural. Acero con marcado CE y DdP (Declara-			
m23O01OB160	0,420	h	Oficial 1ª cerrajero	24,39	10,24	
m23O01OB170	0,420	h	Ayudante cerrajero	22,96	9,64	
m23O01OB010	0,200	h	Oficial 1ª encofrador	24,39	4,88	
m23P13TP020	12,000	kg	Palastro 15 mm.	1,84	22,08	
m23P03ACA040	1,600	kg	Acero corrugado B 400 S/SD	1,08	1,73	
m23P01D150	0,120	ud	Pequeño material	1,59	0,19	
m23M12O010	0,050	h	Equipo oxicorte	2,67	0,13	
%CI600	6,000	%	Costes indirectos	48,90	2,93	
			TOTAL PARTIDA			**51,82**
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCUENTA Y UN EUROS con OCHENTA Y DOS CÉNTIMOS						
04.04		**ud**	**Placa anclaje Tipo 2: S275 650x650x25(mm);8 pernos D=35mm L=75cm**			
			Placa de anclaje de acero S275 en perfil plano, de dimensiones 250x250x11 mm. con cuatro garrotas de acero corrugado de 10 mm de diámetro y 30 cm de longitud total, soldadas, i/taladro central, colocada. Según UNE-EN 10025-1:2006, UNE-EN 1090-2:2019, CTE DB-SE-A y Código Estructural. Acero con marcado CE y DdP (Declara-			
m23O01OB160	0,420	h	Oficial 1ª cerrajero	24,39	10,24	
m23O01OB170	0,420	h	Ayudante cerrajero	22,96	9,64	
m23O01OB010	0,200	h	Oficial 1ª encofrador	24,39	4,88	
m23P13TP011	12,000	kg	Palastro 11 mm	1,84	22,08	
m23P03ACA040	1,600	kg	Acero corrugado B 400 S/SD	1,08	1,73	
m23P01D150	0,120	ud	Pequeño material	1,59	0,19	
m23M12O010	0,050	h	Equipo oxicorte	2,67	0,13	
%CI600	6,000	%	Costes indirectos	48,90	2,93	
			TOTAL PARTIDA			**51,82**
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCUENTA Y UN EUROS con OCHENTA Y DOS CÉNTIMOS						

CUADRO DE PRECIOS DESCOMPUESTOS

BODEGA DE CAVA

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
CAPÍTULO 05 Cerramientos, particiones, albañilería y carpintería						
SUBCAPÍTULO 05.01 Solados y pavimento industrial						
05.01.01		**m2**	**Solera hormigón HA-25/P/30/XC2**			
			Solera de hormigón en masa de 25 cm. de espesor, realizada con hormigón HM-25 N/mm2, Tmáx.25 mm., elaborado en obra, i/vertido, colocación, p.p. de juntas, aserrado de las mismas y fratasado. Según Código Estructural, NTE-CCM, NTE-RSS y CTE DB-SE-C. Materiales con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según			
m23E04SE080	0,200	m3	HORMIGÓN HA-25/P/30/XC2 EN SOLERA	142,27	28,45	
%CI600	6,000	%	Costes indirectos	28,50	1,71	
			TOTAL PARTIDA			**30,16**
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TREINTA EUROS con DIECISEIS CÉNTIMOS						
05.01.02		**m**	**Junta retacción solera**			
			Ejecución de junta de contracción con profundidad 1/3 solera. Mediante serrado mecánico del hormigón endurecido, incluso limpieza y sellado de junta con masilla bituminosa de aplicación en caliente o en frio. Conforme ORDEN FOM/1382/2002-PG3-Art. 550. Hormigón con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.			
m23O01OA040	0,080	h	Oficial segunda	21,40	1,71	
m23M11HC010	0,016	h	Equipo cortajuntas losas	12,75	0,20	
m23P08XW010	1,000	ud	Junta dilatación/m2 pavim.piezas	0,28	0,28	
%CI600	6,000	%	Costes indirectos	2,20	0,13	
			TOTAL PARTIDA			**2,32**
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS EUROS con TREINTA Y DOS CÉNTIMOS						
05.01.03		**m2**	**Acabado pavimento poliuretano-cemento**			
			Pavimento continuo de 12 mm de espesor (doble capa) de resina epoxi aplicado sobre soporte de hormigón o mortero, para pavimentos industriales sometidos a altas exigencias mecánicas, térmicas y químicas. Colores estándar. No incluye preparación del soporte. Medido en superficie realmente ejecutada. Materiales con marcado CE y			
m23O01OA030	0,300	h	Oficial primera	22,52	6,76	
m23O01OA070	0,300	h	Peón ordinario	19,59	5,88	
m23P25OS050	0,500	kg	Imprimación resina epoxi	5,89	2,95	
%CI600	6,000	%	Costes indirectos	15,60	0,94	
			TOTAL PARTIDA			**16,53**
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIECISEIS EUROS con CINCUENTA Y TRES CÉNTIMOS						
SUBCAPÍTULO 05.02 Cerramiento exterior y cubierta						
05.02.01		**m2**	**Panel Sándwich 3 grecas (e = 50 mm)**			
			Suministro y colocación de panel sándwich para cubierta, de 50 mm de espesor, formado por dos chapas de acero galvanizado prelacado con tres grecas y núcleo de espuma rígida de poliuretano (PUR). Fijación mecánica con tornillería vista sobre correas, solape lateral y sellado con cinta de butilo. Conforme a UNE-EN 14509:2014. Incluye instalación, herrajes y medios auxiliares. Medido por m² ejecutado.			
m23O01OA030	0,120	h	Oficial primera	22,52	2,70	
m23O01OA050	0,120	h	Ayudante	20,45	2,45	
m23M13W110	0,090	h	Maquinaria de elevación	67,75	6,10	
m23P05WTC030	1,000	m2	Pan.cubierta 3 grecas PUR e=50mm.	32,80	32,80	
m23P05CW040	0,200	ud	Remates, tornillería y pequeño material	0,78	0,16	
%CI600	6,000	%	Costes indirectos	44,20	2,65	
			TOTAL PARTIDA			**46,86**
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUARENTA Y SEIS EUROS con OCHENTA Y SEIS CÉNTIMOS						

CUADRO DE PRECIOS DESCOMPUESTOS

BODEGA DE CAVA

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
05.02.02		**m2**	**Paneles prefabricados de hormigón con aislamiento térmico**			
			Panel prefabricado de cerramiento de hormigón armado, de 12 cm de espesor total, formado por dos planchas de 4 cm de espesor de hormigón con aislamiento térmico intermedio de poliestireno expandido (k = 0,0466 W/m·K) de 4 cm de espesor, acabado liso en color gris. Peso aproximado 200 kg/m². Instalado sobre estructura metálica mediante fijaciones mecánicas adaptadas a perfiles HEB-300 y HEB-240, con apoyo sobre perfiles angulares galvanizados donde sea necesario. Incluye sellado de juntas con masilla elástica, uso de grúa para colocación, apeos temporales, limpieza final y medios auxiliares necesarios. Medido en m² realmente ejecutado. Material con marcado CE conforme UNE-EN 14992:2008+A1:2012 y conforme a las exigencias del CTE.			
m23O01OA030	0,380	h	Oficial primera	22,52	8,56	
m23O01OA050	0,380	h	Ayudante	20,45	7,77	
m23O01OA070	0,150	h	Peón ordinario	19,59	2,94	
m23M02GE090	0,300	h	Grúa telescópica s/camión 20 t.	55,21	16,56	
m23P03EC030	1,000	m2	Panel prefabricado hormigón cerramiento gris vt	51,71	51,71	
%CI600	6,000	%	Costes indirectos	87,50	5,25	
			TOTAL PARTIDA.....			**92,79**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de NOVENTA Y DOS EUROS con SETENTA Y NUEVE CÉNTIMOS

SUBCAPÍTULO 05.03 Particiones interiores y albañilería

05.03.01		**m2**	**Fabrica bloque de hormigón liso gris 20x20x40 cm**			
			Fábrica de bloques huecos de hormigón gris estándar liso de 40x20x20 cm colocado a una cara vista, recibidos con mortero de cemento CEM II/B-M 32,5 N y arena de río M-5, rellenos de hormigón de 330 kg de cemento/m3 de dosificación y armadura según normativa, i/p.p. de formación de dinteles, zunchos, jambas, ejecución de encuentros y piezas especiales, llagueado, roturas, replanteo, nivelación, aplomado, limpieza y medios auxiliares, medida deduciendo huecos superiores a 2 m2. Conforme CTE DB-SE-F y NTE-FFB. Marcado CE obligatorio según Anexo ZA de la Norma Europea UNE-EN 771-3:2011+A1:2016. Materiales con marcado CE y DdP (Declara-			
m23O01OA140	0,780	h	Cuadrilla H	42,97	33,52	
m23P01BV030	13,000	ud	Bloque hormigón liso gris 40x20x20 cara vista	0,66	8,58	
m23P01MC040	0,024	m3	Mortero cemento gris CEM-II/B-M 32,5 M-5	75,66	1,82	
m23A03H090	0,020	m3	HORMIGÓN DOSIFICACIÓN 330 kg/m3 CEMENTO Tmáx. 20 mm	109,87	2,20	
m23P03ACC005	2,300	kg	Acero corrugado B 500 S/SD 6 mm	1,69	3,89	
%CI600	6,000	%	Costes indirectos	50,00	3,00	
			TOTAL PARTIDA.....			**53,01**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCUENTA Y TRES EUROS con UN CÉNTIMOS

05.03.02		**m2**	**Enfoscado maestrado-fratasado CSIII-WI vertical**			
			Enfoscado maestreado y fratasado con mortero CSIII-W1 de cemento CEM II/B-P 32,5 N y arena de río M-5, en paramentos verticales de 20 mm de espesor, i/regleado, sacado de aristas y rincones con maestras cada 3 m, i/p.p. de medios auxiliares, según NTE-RPE-07 y UNE-EN 998-1:2018, medido deduciendo huecos. Mortero con mar-			
m23O01OA030	0,330	h	Oficial primera	22,52	7,43	
m23O01OA050	0,330	h	Ayudante	20,45	6,75	
m23P04RR040	3,200	kg	Mortero revoco CSIII-W1	0,59	1,89	
%CI600	6,000	%	Costes indirectos	16,10	0,97	
			TOTAL PARTIDA.....			**17,04**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIECISIETE EUROS con CUATRO CÉNTIMOS

05.03.03		**m2**	**Panel macizo de PVC higiénico**			
			Suministro y colocación de panel macizo de PVC, blanco, grado alimentario, de 24 mm de espesor, instalado sobre rastreles de aluminio anclados a paramentos verticales de bloques, hormigón prefabricado o pilares metálicos.			
M.O1	1,200	h	Montador especializado	24,12	28,94	
M.O2	1,100	h	Ayudante montador especializado	20,45	22,50	
M.01	1,000	m2	Panel macizo de PVC	18,00	18,00	
M.02	1,300	m	Rastreles de aluminio para fijación	2,50	3,25	
M.04	1,000	m	Tornillería inox + fijaciones	1,50	1,50	
M.O%	0,000	%	Costes indirectos mano obra	51,40	0,00	
%CI600	6,000	%	Costes indirectos	74,20	4,45	
			TOTAL PARTIDA.....			**78,64**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SETENTA Y OCHO EUROS con SESENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

CUADRO DE PRECIOS DESCOMPUESTOS

BODEGA DE CAVA

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
05.03.04		**m2**	**Alicatado azulejo blanco 30x60 cm. Recibido adhesivo**			
			Alicatado en parametro vertical interior con azulejo blanco de 30x60 cm., colocado a línea, recibido con adhesivo, sin incluir enfoscado de mortero, p.p. de cortes, ingletes, piezas especiales, rejuntado con adhesivo, medido deduciendo huecos superiores a 1 m2. Según NTE-RPA-4. Materiales con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.			
m23O01OB100	0,400	h	Oficial solador, alicatador	22,52	9,01	
m23O01OB110	0,400	h	Ayudante solador, alicatador	20,45	8,18	
m23P09ABC040	1,050	m2	Azulejo blanco 20x20 cm.	13,04	13,69	
m23P01FA100	4,000	kg	Adh. cementoso alicatado int. s/morteros C1	0,14	0,56	
m23P01FJ010	0,200	kg	Junta cementosa normal blanco<3mm CG1	1,05	0,21	
%CI0600	6,000	%	Costes Indirectos	31,70	1,90	
			TOTAL PARTIDA.....			**33,55**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TREINTA Y TRES EUROS con CINCUENTA Y CINCO CÉNTIMOS

05.03.05		**m2**	**Falso techo suspendido con estructura metálica**			
			Falso techo continuo de placas de yeso laminado estándar (Tipo A según UNE-EN 520:2005+A1:2010) de 595x595 mm, recubiertas en su cara vista con lámina vinílica blanca, apoyadas sobre una estructura de perfiles de chapa de acero galvanizado (según UNE-EN 14195:2015), a base de maestras primarias en T invertida separadas entre ejes de 1200 mm, y suspendidas del forjado mediante cuelgues con varilla roscada colocados entre 700-1200 mm. Las maestras secundarias se fijan perpendicularmente a las primarias, formando una retícula de 600x600 mm. Totalmente terminado, con acabado liso vinílico, de fácil limpieza, desmontable para mantenimiento, sin necesidad de imprimación, revestimiento o pintura; i/p.p. de placas vinílicas, estructura portante, cuelgues, tornillería, medios auxiliares y limpieza (excepto elevación y transporte). Conforme a UNE 102043:2013 y recomendaciones ATEDY. Materiales con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE)			
m23O01OA030	0,280	h	Oficial primera	22,52	6,31	
m23O01OA050	0,280	h	Ayudante	20,45	5,73	
m23P04PY030	2,100	m2	Placa yeso laminado recubierto cara vista lámina vinilica blanca	7,84	16,46	
m23P04PW442	0,400	m	Banda estanqueidad perimetral PYL 30 mm	0,28	0,11	
m23P04PW340	0,400	m	Perfil acero galvanizado en U PYL 30x30 mm	2,59	1,04	
m23P04PW350	3,200	m	Maestra acero galvanizado en C PYL 60x27 mm	3,91	12,51	
m23P04TW240	1,500	ud	Cuelgue regulable combinado falso techo continuo PYL	1,64	2,46	
m23P04TW180	1,500	ud	Varilla de cuelgue 1000 mm falso techo	0,68	1,02	
m23P04TW260	0,600	ud	Conector maestra 60x27 mm falso techo continuo PYL	0,93	0,56	
m23P04TW270	2,900	ud	Caballete maestra 60x27 mm falso techo continuo PYL	1,30	3,77	
m23P04PW082	9,000	ud	Tornillo fijación PYL a perfil metálico e<0,75 mm (PM) 3,5x25 mm	0,01	0,09	
m23P04PW083	17,000	ud	Tornillo fijación PYL a perfil metálico e<0,75 mm (PM) 3,5x35 mm	0,01	0,17	
m23P04PW050	0,100	kg	Pasta de agarre PYL estándar	2,05	0,21	
m23P04PW060	0,400	kg	Pasta para juntas PYL estándar	2,40	0,96	
m23P04PW010	1,500	m	Cinta de juntas PYL (rollo 150 m)	0,16	0,24	
%CI0600	6,000	%	Costes Indirectos	51,60	3,10	
			TOTAL PARTIDA.....			**54,74**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCUENTA Y CUATRO EUROS con SETENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

05.03.06		**m2**	**Falso techo de panel sándwich**			
			Falso techo continuo de panel sádwich de aluminio de 1x0.5 m con aislante de espuma de poliuretano de espesor 50mm, suspendido sobre una estructura metálica de acero galvanizado de maestra 60/27 mm e instalado sobre perfilería de rastreles soporte mediante varillas roscadas y piezas de cuelgue para su nivelado. Totalmente acabado, i/p.p. de elementos de remate, accesorios de fijación y medios auxiliares. Totalmente instalado y terminado			
m23O01OA030	0,200	h	Oficial primera	22,52	4,50	
m23O01OA050	0,200	h	Ayudante	20,45	4,09	
m23P04TL030	2,000	m	Lamas aluminio horizont 100mm	4,70	9,40	
m23P04TW232	1,000	m	Rastrel soporte techo lamas metal a=90/100/200 mm	7,69	7,69	
m23P04TW234	0,500	m	Remate perímetro techo lama metal	4,29	2,15	
m23P04TW236	0,500	m	Remate junquillo unión lama techo metal	4,29	2,15	
m23P04TW180	1,000	ud	Varilla de cuelgue 1000 mm falso techo	0,68	0,68	
m23P04TW050	1,000	ud	Pieza de cuelgue falso techo	2,18	2,18	
%CI0600	6,000	%	Costes Indirectos	32,80	1,97	
			TOTAL PARTIDA.....			**34,81**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TREINTA Y CUATRO EUROS con OCHENTA Y UN CÉNTIMOS

CUADRO DE PRECIOS DESCOMPUESTOS

BODEGA DE CAVA

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE

SUBCAPÍTULO 05.04 Carpintería interior y exterior

05.04.01 **ud** **Ventana doble acristalamiento estándar apertura fija 3x1,5 m**

Carpintería de perfiles de PVC, con refuerzos interiores de acero galvanizado, en ventanales fijos para cerramientos en general, para acristalar, compuesta por, junquillos y accesorios, instalada, incluso con p.p. de medios auxiliares. Sellado de juntas ajuste final en obra y limpieza. Conforme a CTE DB-SUA, DB-HE y DB-HS, ejecutado según NTE-FCP y con materiales con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE)

m23O01OB160	0,210	h	Oficial 1ª cerrajero	24,39	5,12	
m23O01OB170	0,105	h	Ayudante cerrajero	22,96	2,41	
m23P12PC020	2,000	m2	Ventanal cerramiento fijo	279,25	558,50	
%CI0600	6,000	%	Costes Indirectos	566,00	33,96	
			TOTAL PARTIDA			**599,99**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de QUINIENTOS NOVENTA Y NUEVE EUROS con NOVENTA Y NUEVE CÉNTIMOS

05.04.02 **ud** **Ventana doble acristalamiento estándar corredera 1,5x1,5m**

Ventana de perfiles de PVC, con refuerzos interiores de acero galvanizado, de 2 hojas correderas horizontales, de 1,5x1,5 m de medidas totales, compuesta por cerco, hojas y herrajes bicromatados para deslizamiento suave y sistemas de seguridad, instalada sobre precerco de aluminio y ajustada, incluso con p.p. de medios auxiliares. Sellado de juntas, ajuste final en obra y limpieza. Conforme a CTE DB-SUA, DB-HE y DB-HS, ejecutado según NTE-FCP y con materiales con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE)

m23O01OB160	0,400	h	Oficial 1ª cerrajero	24,39	9,76	
m23O01OB170	0,200	h	Ayudante cerrajero	22,96	4,59	
m23P12PW010	5,900	m	Premarco aluminio	9,64	56,88	
m23P12PV050	1,000	ud	Vent. corrdera 2 hojas 1,5x1,5 m	558,81	558,81	
%CI0600	6,000	%	Costes Indirectos	630,00	37,80	
			TOTAL PARTIDA			**667,84**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SEISCIENTOS SESENTA Y SIETE EUROS con OCHENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

05.04.03 **ud** **Puerta corredera de hoja vista de aluminio lacado blanco 1,9x2,2**

Suministro y montaje de puerta corredera de hoja vista sin rotura de puente térmico, de 2 hojas, de aluminio lacado blanco de 60 micras, de 1,9x2,2 m de medidas totales. Cada hoja con bastidor de perfil estructural de aluminio, revestida en ambas caras con chapa de acero galvanizado de 0,6 mm de espesor y espesor total de hoja de 40 mm. Con marco perimetral de aluminio extrusionado acabado lacado y doble burlete perimetral sobre soporte de PVC. Compuesta por cerco, hojas y herrajes de deslizamiento y de seguridad. Elaborada en taller, totalmente montada y probada por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio. Permeabilidad al aire según Norma UNE-EN 12207:2017 – CLASE 3; estanqueidad al agua según Norma UNE-EN 12208:2000 – CLASE 5A; resistencia al viento según Norma UNE-EN 12210:2017 – CLASE C3. Instalada sobre precerco de aluminio. Sellado de juntas, ajuste final en obra y limpieza. Conforme a CTE DB-SUA, DB-HE y DB-HS, ejecutado según NTE-FCP y con materiales con marcado CE y DdP según Reglamento (UE) 305/2011, norma UNE-EN

m23O01OB160	0,460	h	Oficial 1ª cerrajero	24,39	11,22	
m23O01OB170	0,230	h	Ayudante cerrajero	22,96	5,28	
m23P12PW010	12,000	m	Premarco aluminio	9,64	115,68	
m23P12ALS090	1,000	ud	Puerta corredera de hoja vista sin RPT de aluminio lacado blanco	607,38	607,38	
%CI0600	6,000	%	Costes Indirectos	739,60	44,38	
			TOTAL PARTIDA			**783,94**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SETECIENTOS OCHENTA Y TRES EUROS con NOVENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

CUADRO DE PRECIOS DESCOMPUESTOS

BODEGA DE CAVA

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
05.04.04		**ud**	**Puerta corredera de hoja vista de aluminio lacado blanco 2x3**			
			Suministro y montaje de puerta corredera de hoja vista sin rotura de puente térmico, de 2 hojas, de aluminio lacado blanco de 60 micras, de 2x3 m de medidas totales. Cada hoja con bastidor de perfil estructural de aluminio, revestida en ambas caras con chapa de acero galvanizado de 0,6 mm de espesor y espesor total de hoja de 40 mm. Con marco perimetral de aluminio extrusionado acabado lacado y doble burlete perimetral sobre soporte de PVC. Compuesta por cerco, hojas y herrajes de deslizamiento y de seguridad. Elaborada en taller, totalmente montada y probada por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio. Permeabilidad al aire según Norma UNE-EN 12207:2017 – CLASE 3; estanqueidad al agua según Norma UNE-EN 12208:2000 – CLASE 5A; resistencia al viento según Norma UNE-EN 12210:2017 – CLASE C3. Instalada sobre precerco de aluminio. Sellado de juntas, ajuste final en obra y limpieza. Conforme a CTE DB-SUA, DB-HE y DB-HS, ejecutado según NTE-FCP y con materiales con marcado CE y DdP según Reglamento (UE) 305/2011, norma UNE-EN 14351-1:2006+A2:2017.			
m23O01OB160	0,460	h	Oficial 1ª cerrajero	24,39	11,22	
m23O01OB170	0,230	h	Ayudante cerrajero	22,96	5,28	
m23P12PW010	12,000	m	Premarco aluminio	9,64	115,68	
m23P12ALS090	1,000	ud	Puerta corredera de hoja vista sin RPT de aluminio lacado blanco	607,38	607,38	
%CI0600	6,000	%	Costes Indirectos	739,60	44,38	
			TOTAL PARTIDA.....			**783,94**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SETECIENTOS OCHENTA Y TRES EUROS con NOVENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

SUBCAPÍTULO 05.05 Aparatos sanitarios

05.05.01		**ud**	**Lavabo 65x46 cm C/Pedestal gama media blanco grifería monomando**			
			Lavabo de porcelana vitrificada blanco, de 65x46 cm, gama media, colocado con pedestal y con anclajes a la pared; conforme UNE-EN 14688:2016+A1:2019. Grifería monomando cromada, con rompechorros; conforme UNE 19703:2016 y UNE-EN 200:2008. Válvula de desagüe de 32 mm, acoplamiento a pared acodado de PVC, llaves de escuadra de 1/2" cromadas, latiguillos flexibles de 1/2". Totalmente instalado y conexionado, i/p.p. de pequeño material y medios auxiliares. Lavabo con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento			
m23O01OB200	0,550	h	Oficial 1ª fontanero calefactor	24,61	13,54	
m23O01OB210	0,550	h	Oficial 2ª fontanero calefactor	23,38	12,86	
m23P18LP080	1,000	ud	Lavabo gama media blanco 65x46 cm c/pedestal	181,05	181,05	
m23P18GL050	1,000	ud	Grif.monomando lavabo cromo s.m.	105,62	105,62	
m23P17SV060	1,000	ud	Válvula p/lavabo-bidé de 32 mm. c/cadena	2,68	2,68	
m23P17XT010	2,000	ud	Válvula de escuadra de 1/2" a 1/2"	7,06	14,12	
%PM0050	0,500	%	Pequeño Material	329,90	1,65	
%CI0600	6,000	%	Costes Indirectos	331,50	19,89	
			TOTAL PARTIDA.....			**351,41**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRESCIENTOS CINCUENTA Y UN EUROS con CUARENTA Y UN CÉNTIMOS

05.05.02		**ud**	**Lavamanos mural acero inoxidable con mando femoral**			
			Suministro e instalación de lavamanos mural fabricado en acero inoxidable 400×335×600 mm, con faldón frontal y cubeta embutida, provisto de grifo de accionamiento femoral (por rodilla), para instalación en pared. Incluye válvula de desagüe de 32 mm con cadena, válvula de escuadra de ½", latiguillos flexibles de conexión, fijaciones mecánicas, sellado de juntas, y puesta en servicio. Instalado según las especificaciones del fabricante y normativa técnica vigente, especialmente conforme al CTE DB-HS (Salubridad) y DB-SUA (Seguridad de utilización y accesibili-			
m23O01OB200	1,100	h	Oficial 1ª fontanero calefactor	24,61	27,07	
m23O01OB210	0,550	h	Oficial 2ª fontanero calefactor	23,38	12,86	
m23P18LU010	1,000	ud	Lavamanos mural a.inox 400x335x600 mm con mando femoral	250,00	250,00	
m23P17SV060	1,000	ud	Válvula p/lavabo-bidé de 32 mm. c/cadena	2,68	2,68	
m23P17XT010	1,000	ud	Válvula de escuadra de 1/2" a 1/2"	7,06	7,06	
m23P18GW010	1,000	ud	Latiguillo flex.20cm.1/2"a 1/2"	2,82	2,82	
%PM0050	0,500	%	Pequeño Material	302,50	1,51	
%CI0600	6,000	%	Costes Indirectos	304,00	18,24	
			TOTAL PARTIDA.....			**322,24**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRESCIENTOS VEINTIDOS EUROS con VEINTICUATRO CÉNTIMOS

CUADRO DE PRECIOS DESCOMPUESTOS

BODEGA DE CAVA

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
05.05.03		**ud**	**Fregadero acero inoxidable 93x61 cm** Suministro e instalación de fregadero industrial fabricado en acero inoxidable, de una cubeta, con dimensiones 93×61 cm, profundidad de la pila 40 cm y altura total 100 cm. Incluye válvula de desagüe, sifón sanitario, estructura con patas regulables y refuerzos para soporte, apto para uso alimentario en industria. Instalado con grifería monomando mural cromada, incluso fijaciones, sellado de juntas, y puesta en servicio. Cumple con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) nº 305/2011, y normativa sanitaria vigente para industrias alimentarias.			
m23O01OB200	1,100	h	Oficial 1ª fontanero calefactor	24,61	27,07	
m23P18WC010	1,000	ud	Fregadero acero inoxidable 93x61x40	225,51	225,51	
m23P17SV040	1,000	ud	Válvula para fregadero de 40 mm.	5,59	5,59	
m23P17SS040	1,000	ud	Sifón botella PVC sal.horiz.40mm 1 1/2"	4,27	4,27	
m23P18GF050	1,000	ud	Grif.monom.mural cromo s.n.	90,00	90,00	
%PM0100	1,000	%	Pequeño Material	352,40	3,52	
%CI0600	6,000	%	Costes Indirectos	356,00	21,36	
			TOTAL PARTIDA.....			**377,32**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRESCIENTOS SETENTA Y SIETE EUROS con TREINTA Y DOS CÉNTIMOS

05.05.04		**ud**	**Inodoro tanque bajo serie básica blanco** Inodoro de tanque bajo de montaje adosado a pared, fabricado en porcelana vitrificada conforme a UNE-EN 997:2019, de gama básica en color blanco. Dispone de asiento y tapa lacados con bisagras de acero inoxidable y mecanismo doble descarga. Totalmente instalado, conectado y funcionando; i/p.p. de anclajes al pavimento, sellados, llave de escuadra y latiguillo flexible cromados, pequeño material y medios auxiliares. Inodoro con marcado			
m23O01OB200	1,000	h	Oficial 1ª fontanero calefactor	24,61	24,61	
m23O01OB210	1,000	h	Oficial 2ª fontanero calefactor	23,38	23,38	
m23P18IB060	1,000	ud	Taza inodoro tanque bajo gama básica - blanco	66,52	66,52	
m23P18IB120	1,000	ud	Tanque bajo inodoro c/mecanismos gama básica - blanco	114,00	114,00	
m23P18IB180	1,000	ud	Tapa y asiento inodoro lacado gama básica	49,99	49,99	
m23P17XT020	1,000	ud	Llave de escuadra 1/2" a 3/8" antical	6,25	6,25	
m23P18GW070	1,000	ud	Latiguillo flexible 25 cm 3/8"a 3/8"	3,22	3,22	
%PM0100	1,000	%	Pequeño Material	288,00	2,88	
%CI0600	6,000	%	Costes Indirectos	290,90	17,45	
			TOTAL PARTIDA.....			**308,30**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRESCIENTOS OCHO EUROS con TREINTA CÉNTIMOS

05.05.05		**ud**	**Plato ducha porcelana 100x100 cm Blanco grifería monomando** Plato de ducha de porcelana, cuadrado, de 100x100x8 cm, en color blanco; conforme norma UNE-EN 14527:2016+A1:2019. Grifería mezcladora exterior monomando, acabado cromado, con ducha de mano flexible de 1,50 m y soporte articulado; conforme UNE 19703:2016 y UNE-EN 200:2008. Totalmente instalada y conexionada, i/desagüe con salida horizontal de 60 mm, p.p. de pequeño material y medios auxiliares. Plato de ducha con			
m23O01OB200	0,400	h	Oficial 1ª fontanero calefactor	24,61	9,84	
m23O01OB210	0,400	h	Oficial 2ª fontanero calefactor	23,38	9,35	
m23P18D090	1,000	ud	P. ducha 100x100 blanco e.plano	244,74	244,74	
m23P18GD010	1,000	ud	Monomando ext. ducha telf. cromo s.n.	73,03	73,03	
m23P17SV080	1,000	ud	Válvula desagüe ducha D60	16,43	16,43	
%PM0050	0,500	%	Pequeño Material	353,40	1,77	
%CI0600	6,000	%	Costes Indirectos	355,20	21,31	
			TOTAL PARTIDA.....			**376,47**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRESCIENTOS SETENTA Y SEIS EUROS con CUARENTA Y SIETE CÉNTIMOS

CUADRO DE PRECIOS DESCOMPUESTOS

BODEGA DE CAVA

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
SUBCAPÍTULO 05.06 Pinturas						
05.06.01		**m2**	**Pintura plástica**			
			Pintura pástica, aplicada en dos manos, sobre paramentos interiores de bloques o paneles de hormigón, previamente enyesados con reboco fino. Incluye lijado y limpieza previa, mano de imprimación , emplastecido con masilla especial y lijado de parches para un acabado liso y uniforme. En pilares de acero, limpieza y aplicación de imprimación anticorrosiva antes de la pintura. Productos con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.			
m23O01OB300	0,195	h	Oficial 1ª pintura	22,52	4,39	
m23O01OB310	0,195	h	Ayudante pintura	20,45	3,99	
m23P25OU030	0,250	l	Imprimación	21,43	5,36	
m23P25P100	0,300	kg	Pintura plástica	13,68	4,10	
m23P25W030	0,200	ud	Pequeño material	1,35	0,27	
%CI0600	6,000	%	Costes Indirectos	18,10	1,09	
			TOTAL PARTIDA.....			**19,20**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIECINUEVE EUROS con VEINTE CÉNTIMOS

SUBCAPÍTULO 05.07 Cámara de refrigeración de uva

05.07.01		**m2**	**Panel sándwich suelo EPS e = 50 mm**			
			Suministro y montaje de suelo de cámara frigorífica formado por panel sándwich de 50 mm de espesor, compuesto por núcleo de espuma rígida de poliestireno expandido, conductividad térmica 0,021 W/m·K, y doble revestimiento en chapa de acero galvanizado prelacado (espesor 0,5 mm). Según CTE DB-HE y DB-HS. Marcado CE y			
m23O01OA030	0,350	h	Oficial primera	22,52	7,88	
m23O01OA050	0,350	h	Ayudante	20,45	7,16	
M.06	1,150	m2	Panel sándwich PUR 50 mm caras acero prelacado	52,00	59,80	
M.08	1,000	m	Perfil perimetral L galv. 1,5 mm	2,72	2,72	
M.09	1,000	ud	Tornillería y pequeño material	1,34	1,34	
%CI	0,000		Costes indirectos	78,90	0,00	
			TOTAL PARTIDA.....			**78,90**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SETENTA Y OCHO EUROS con NOVENTA CÉNTIMOS

05.07.02		**ud**	**Puerta corredera frigorífica para temperatura positiva**			
			Suministro y montaje de puerta corredera frigorífica para uso interior, para temperatura positiva, compuesta por: hoja de 70 mm de espesor con núcleo de poliuretano inyectado, acabado en chapa plastificada blanca (opcional en acero inoxidable), borde perimetral en perfil de aluminio. Sistema de deslizamiento mediante guías superiores de aluminio anodizado con tapa, con poleas y soportes de tecnopolímero, adecuada para hojas de tamaño pequeño o mediano. Incluye manilla con sistema de apertura interior y exterior mediante palancas y cerradero antirrotura. Marco en forma de "L" de PVC (140×45 mm), con módulos adicionales de ajuste a grosor de panel. Contramarco en PVC (opcionalmente en aluminio). Sin umbral inferior (opcional rasante). Dimensiones máximas de paso libre: 220×330 cm. Totalmente instalada sobre estructura soporte, incluyendo herrajes, medios auxiliares de montaje, sellado perimetral y limpieza final. Conforme a CTE DB-SI y DB-HE, ejecutado según recomendaciones del fabricante y normativa aplicable. Materiales con marcado CE y DdP (Declaración de Prestaciones) según Reglamento (UE)			
m23O01OA030	0,350	h	Oficial primera	22,52	7,88	
m23O01OA050	0,350	h	Ayudante	20,45	7,16	
m23P08DP010	1,000	ud	Puerta corredera frigorífica 1,75x2 m	850,00	850,00	
m23P05CW010	1,000	ud	Tornillería y pequeño material	1,34	1,34	
%CI0600	6,000	%	Costes Indirectos	866,40	51,98	
			TOTAL PARTIDA.....			**918,36**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de NOVECIENTOS DIECIOCHO EUROS con TREINTA Y SEIS CÉNTIMOS

CUADRO DE PRECIOS DESCOMPUESTOS

BODEGA DE CAVA

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
05.07.03		**m2**	**Panel sándwich paredes EPS y techo e = 75 mm**			
			Cerramiento vertical formado por panel sándwich compuesto por dos láminas de acero galvanizado de 0,5 mm de espesor, con núcleo aislante de espuma de poliestireno expandido de 75 mm de espesor (k = 0,021 W/m·K). Panel diseñado para uso en paredes de cámara frigorífica, instalado sobre estructura auxiliar metálica (perfiles L y T galvanizados de 1,5 mm), fijado mediante pies angulares galvanizados y tornillería, incluyendo elementos de fijación, solapes, tapajuntas, juntas de estanqueidad y medios auxiliares. Medido en verdadera magnitud, deduciendo			
m23O01OA030	0,330	h	Oficial primera	22,52	7,43	
m23O01OA050	0,330	h	Ayudante	20,45	6,75	
m23P04SC010	1,150	m2	P.sand frigorífico PUR 80 mm	62,00	71,30	
m23P04FAV085	4,000	ud	Pie angular gav 1,5 mm.	2,07	8,28	
m23P04FAV086	4,000	ud	Tornillo p/pie	0,15	0,60	
m23P04FAV090	2,100	m	Perfil secundario T galv 1,5 mm.	3,00	6,30	
m23P04FAV095	2,100	m	Perfil primario L galv 1,5 mm.	2,72	5,71	
m23P05CW010	1,000	ud	Tornillería y pequeño material	1,34	1,34	
%CI0600	6,000	%	Costes Indirectos	107,70	6,46	
			TOTAL PARTIDA.....			**114,17**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO CATORCE EUROS con DIECISIETE CÉNTIMOS

SUBCAPÍTULO 05.08 Aislamiento salas climatizadas

05.08.01		**m2**	**Sala de crianza**			
5.3.8.1.1	86,000		Pared N	49,07	4.220,02	
5.3.8.1.2	86,000		Pared S	74,23	6.383,78	
5.3.8.1.3	48,800		Pared E	74,23	3.622,42	
5.3.8.1.4	48,800		Pared O	74,23	3.622,42	
			TOTAL PARTIDA.....			**17.848,64**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIECISIETE MIL OCHOCIENTOS CUARENTA Y OCHO EUROS con SESENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

05.08.02		**m2**	**Sala de pupitres**			
5.3.8.2.1	41,900		Pared N	49,07	2.056,03	
5.3.8.2.2	41,900		Pared S	49,07	2.056,03	
5.3.8.2.3	94,500		Pared E	49,07	4.637,12	
5.3.8.2.4	94,500		Pared O	74,23	7.014,74	
			TOTAL PARTIDA.....			**15.763,92**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de QUINCE MIL SETECIENTOS SESENTA Y TRES EUROS con NOVENTA Y DOS CÉNTIMOS

CUADRO DE PRECIOS DESCOMPUESTOS

BODEGA DE CAVA

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE

CAPÍTULO 06 Instalaciones básicas

SUBCAPÍTULO 06.01 Instalación eléctrica

06.01.01 **Caja general de protecciom y acometida**

Sin descomposición

TOTAL PARTIDA..... **5.192,79**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCO MIL CIENTO NOVENTA Y DOS EUROS con SETENTA Y NUEVE CÉNTIMOS

06.01.02 **Instalación fuerza**

Sin descomposición

TOTAL PARTIDA..... **93,20**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de NOVENTA Y TRES EUROS con VEINTE CÉNTIMOS

06.01.03 **Iluminación**

Sin descomposición

TOTAL PARTIDA..... **435,04**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATROCIENTOS TREINTA Y CINCO EUROS con CUATRO CÉNTIMOS

SUBCAPÍTULO 06.02 Abastecimiento de agua

06.02.01 **Acometida**

Sin descomposición

TOTAL PARTIDA..... **252,28**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOSCIENTOS CINCUENTA Y DOS EUROS con VEINTIOCHO CÉNTIMOS

06.02.02 **Instalación interior**

Sin descomposición

TOTAL PARTIDA..... **69,70**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SESENTA Y NUEVE EUROS con SETENTA CÉNTIMOS

SUBCAPÍTULO 06.03 Saneamiento

06.03.01 **ud** **Instalacion de sanemiento**

Sin descomposición

TOTAL PARTIDA..... **3.650,00**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRES MIL SEISCIENTOS CINCUENTA EUROS

SUBCAPÍTULO 06.04 Evacuación aguas pluviales

06.04.01 **m** **CANALÓN PVC CIRCULAR DESARROLLO 125 mm**

Canalón de PVC circular, de 125 mm de desarrollo, fijado mediante gafas de sujeción al alero, con una pendiente mínima de 0,5%; conforme UNE-EN 607:2006 y UNE-CEN/TS 12200-2:2017. Totalmente instalado, conexionado y probado, i/p.p. de piezas especiales y remates, pequeño material y medios auxiliares. Conforme a CTE

m23O01OB200	0,160	h	Oficial 1ª fontanero calefactor	24,61	3,94	
m23O01OB210	0,160	h	Oficial 2ª fontanero calefactor	23,38	3,74	
m23P17NP010	1,100	m	Canalón PVC redondo D=125mm.gris	6,60	7,26	
m23P17NP040	1,000	ud	Gafa canalón PVC red.equip.125mm	2,45	2,45	
m23P17NP070	0,150	ud	Conex.bajante PVC redon.D=125mm.	12,47	1,87	
%PM0200	2,000	%	Pequeño Material	19,30	0,39	
%CI0600	6,000	%	Costes Indirectos	19,70	1,18	

TOTAL PARTIDA..... **20,83**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTE EUROS con OCHENTA Y TRES CÉNTIMOS

CUADRO DE PRECIOS DESCOMPUESTOS

BODEGA DE CAVA

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
06.04.02		**m**	**BAJANTE PVC PLUVIALES 75 mm.**			
			Bajante de PVC de pluviales, de 75 mm de diámetro, con sistema de unión por junta elástica, colocada con abrazaderas metálicas; conforme UNE-EN 607:2006 y UNE-CEN/TS 12200-2:2017. Totalmente instalado, conexionado y probado, i/p.p. de piezas especiales y remates, pequeño material y medios auxiliares. Conforme a CTE			
m23O01OB200	0,075	h	Oficial 1ª fontanero calefactor	24,61	1,85	
m23O01OB210	0,075	h	Oficial 2ª fontanero calefactor	23,38	1,75	
m23P17JP050	0,750	ud	Collarín bajante PVC c/cierre D75mm.	1,86	1,40	
m23P17VF010	1,100	m	Tubo PVC evac.pluv.j.elást. 75 mm.	4,14	4,55	
m23P17VP040	0,300	ud	Codo M-H 87º PVC evac. j.peg. 75 mm.	3,76	1,13	
%PM0200	2,000	%	Pequeño Material	10,70	0,21	
%CI0600	6,000	%	Costes Indirectos	10,90	0,65	
			TOTAL PARTIDA.....			**11,54**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de ONCE EUROS con CINCUENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

CAPÍTULO 07 Instalación de frío

SUBCAPÍTULO 07.01 Cámara frigorífica

07.01.01			**Evaporador de 28,8kW**			
			Montaje e instalación de uvaporador cúbico industrial de flujo simple de amoniaco, con carcasa en aluminio lacado blanco, tornillería de acero inoxidable, y separación entre aletas de 4 mm con capacidad frigorífica de 28,8 kW a una diferencia de temperatura de 8 °C. Incluye fijación mecánica sobre estructura soporte, conexión a red frigorífica existente, instalación eléctrica y conexionado al cuadro de control, pruebas de estanqueidad, verificación de presión, ajuste de ventiladores y comprobación de funcionamiento. i/p.p. de elementos de sujeción, medios auxiliares, pequeño material, limpieza y ajustes. Instalado según RITE, UNE-EN 378, y conforme a CTE. Con marcado			
m23O01O050	8,000	h	Técnico frigorista especializado	25,00	200,00	
m23O01O060	8,000	h	Ayudante técnico frigorista	18,00	144,00	
M25B345678	1,000	ud	Evaporador cúbico	4.300,00	4.300,00	
m25P04JT005	1,000	m	Masilla elástica con fibras	2,50	2,50	
m25P04MS050	1,000	m	Sellador adhesivo MS	3,50	3,50	
%CI600	6,000	%	Costes indirectos	4.650,00	279,00	
			TOTAL PARTIDA.....			**4.929,00**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATRO MIL NOVECIENTOS VEINTINUEVE EUROS

07.01.02			**Condensador de 25 kW**			
			Montaje e instalación de condensador cúbico horizontal de haz tubular de 25 kW equipado con separadores internos que permiten la operación independiente de cada ventilador sobre su sección, y ventiladores axiales montados sobre rejillas metálicas de protección. Incluye fijación sobre bancada antivibratoria, conexionado a red frigorífica existente, instalación eléctrica de ventiladores, prueba de funcionamiento, verificación de presión, sellados y ajuste final. i/p.p. de anclajes, soportes, accesorios de fijación, medios auxiliares y pequeño material. Instalado se-			
m23O01O050	8,000	h	Técnico frigorista especializado	25,00	200,00	
m23O01O060	8,000	h	Ayudante técnico frigorista	18,00	144,00	
m25P02CN030	1,000	ud	Condensador cúbico axial de 25 kW	500,00	500,00	
m25P04JT001	4,000	m	Material sellante y aislamiento uniones	2,50	10,00	
m25P03MT020	1,000	ud	Kit de anclajes/sujeción antivibratoria	45,00	45,00	
%CI600	6,000	%	Costes indirectos	899,00	53,94	
			TOTAL PARTIDA.....			**952,94**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de NOVECIENTOS CINCUENTA Y DOS EUROS con NOVENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

CUADRO DE PRECIOS DESCOMPUESTOS

BODEGA DE CAVA

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
07.01.03			**Compresor de tornillo abierto 29,42 kW**			
			Montaje e instalación de un compresor de tornillo abierto para refrigeración industrial, diseñado para operar con amoníaco (R-717) y una potencia de 40CV . Incluye conexión a líneas frigoríficas existentes, fijación mediante elementos de anclaje, montaje de válvulas de servicio para el control del flujo de refrigerante, carga de aceite adecuada, instalación de válvula de seguridad interna y conexionado eléctrico al cuadro de control existente y comprobación de alineación, pruebas de estanqueidad, verificación de presión y correcto funcionamiento. Se incluyen medios auxiliares, accesorios de fijación, sellados y ajustes finales. Instalado según RITE, UNE-EN 378 y conforme			
m23O01O050	8,000	h	Técnico frigorista especializado	25,00	200,00	
m23O01O060	8,000	h	Ayudante técnico frigorista	18,00	144,00	
m23M03RE010	1,000	ud	Compresor de tornillo abierto de 29,42 kW	12.700,00	12.700,00	
m23P04SE010	1,000	ud	Valvula de seguridad R-717	75,00	75,00	
m23P04AC030	2,000	l	Aceite especial para compresores R-717	24,00	48,00	
m23P04VA050	2,000	ud	Valvulas servicio amoniaco	90,00	180,00	
%CI600	6,000	%	Costes indirectos	13.347,00	800,82	
			TOTAL PARTIDA.....			**14.147,82**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CATORCE MIL CIENTO CUARENTA Y SIETE EUROS con OCHENTA Y DOS CÉNTIMOS

SUBCAPÍTULO 07.02 Estación de producción de glicol

07.02.01			**Equipo de producción de glicol de 38,7 kW**			
			Aquisición, montaje e instalación de un equipo de frío que funciona como un generador de agua glicolada a baja temperatura mediante el uso de refrigerante R-404A, con potencia frigorífica de 38,7 kW. Incluye tanque acumulador, uso de una grúa ligera para su descarga y posicionado, montaje sobre bancada antivibratoria, conexión hidráulica y eléctrica, pruebas de funcionamiento, puesta en marcha, y documentación técnica conforme a normativa			
m23O01O050	8,000	h	Técnico frigorista especializado	25,00	200,00	
m23O01O060	8,000	h	Ayudante técnico frigorista	18,00	144,00	
m23A010MA010	1,000	ud	Grua ligera para descarga, posicionamiento y elevación	180,00	180,00	
m25P02CH300	1,000	ud	Equipo refrigerador de glicol de 38.7 kW	19.700,00	19.700,00	
M25X2345678	1,000	ud	Tanque acumulador de glicol	2.300,00	2.300,00	
m25A02MA025	0,250	ud	Plataforma elevadora	200,00	50,00	
m25P04JT010	1,000	ud	Kit conexión hidraúlica 2"	95,00	95,00	
m25P03BA015	1,000	ud	Bancada antivibratoria	130,00	130,00	
m25P04JT020	1,000	ud	Accesorios de fijación, sellado, anclaje	85,00	85,00	
%CI600	6,000	%	Costes indirectos	22.884,00	1.373,04	
			TOTAL PARTIDA.....			**24.257,04**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTICUATRO MIL DOSCIENTOS CINCUENTA Y SIETE EUROS con CUATRO CÉNTIMOS

SUBCAPÍTULO 07.03 Salas climatizadas

07.03.01			**Evaporador de 5,2 kW**			
			Montaje e instalación de uvaporador cúbico industrial de flujo simple de amoniaco, con carcasa en aluminio lacado blanco, tornillería de acero inoxidable, y separación entre aletas de 4 mm con capacidad frigorífica de 5,2 kW a una diferencia de temperatura de 10 °C. Incluye fijación mecánica sobre estructura soporte, conexión a red frigorífica existente, instalación eléctrica y conexionado al cuadro de control, pruebas de estanqueidad, verificación de presión, ajuste de ventiladores y comprobación de funcionamiento. i/p.p. de elementos de sujeción, medios auxiliares, pequeño material, limpieza y ajustes. Instalado según RITE, UNE-EN 378, y conforme a CTE. Con marcado			
m23O01O050	8,000	h	Técnico frigorista especializado	25,00	200,00	
m23O01O060	8,000	h	Ayudante técnico frigorista	18,00	144,00	
M25G345678	1,000	ud	Evaporador cúbico de 5,2kW	670,00	670,00	
m25P04JT005	1,000	m	Masilla elástica con fibras	2,50	2,50	
m25P04MS050	1,000	m	Sellador adhesivo MS	3,50	3,50	
%CI600	6,000	%	Costes indirectos	1.020,00	61,20	
			TOTAL PARTIDA.....			**1.081,20**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de MIL OCHENTA Y UN EUROS con VEINTE CÉNTIMOS

07.03.02 **Evaporador de 10,59 kW**

Montaje e instalación de uvaporador cúbico industrial de flujo simple de amoniaco, con carcasa en aluminio lacado blanco, tornillería de acero inoxidable, y separación entre aletas de 4 mm con capacidad frigorífica de 10,59 kW a una diferencia de temperatura de 10 °C. Incluye fijación mecánica sobre estructura soporte, conexión a red frigorífica existente, instalación eléctrica y conexionado al cuadro de control, pruebas de estanqueidad, verificación de presión, ajuste de ventiladores y comprobación de funcionamiento. i/p.p. de elementos de sujeción, medios auxi-

			liares, pequeño material, limpieza y ajustes. Instalado según RITE, UNE-EN 378, y conforme a CTE. Con marca-		
m23O01O050	8,000	h	Técnico frigorista especializado	25,00	200,00
m23O01O060	8,000	h	Ayudante técnico frigorista	18,00	144,00
M25S456787	1,000	ud	Evaporador cúbico de 10,59 kW	2.450,00	2.450,00
m25P04JT005	1,000	m	Masilla elástica con fibras	2,50	2,50

CUADRO DE PRECIOS DESCOMPUESTOS

BODEGA DE CAVA

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
06.04.02		**m**	**BAJANTE PVC PLUVIALES 75 mm.**			
m25P04MS050	1,000	m	Sellador adhesivo MS	3,50	3,50	
%CI600	6,000	%	Costes indirectos	2.800,00	168,00	
			TOTAL PARTIDA.....			**2.968,00**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS MIL NOVECIENTOS SESENTA Y OCHO EUROS

07.03.03			**Condensador de 25 kW** Montaje e instalación de condensador cúbico horizontal de haz tubular de 25 kW equipado con separadores internos que permiten la operación independiente de cada ventilador sobre su sección, y ventiladores axiales montados sobre rejillas metálicas de protección. Incluye fijación sobre bancada antivibratoria, conexionado a red frigorífica existente, instalación eléctrica de ventiladores, prueba de funcionamiento, verificación de presión, sellados y ajuste final. i/p.p. de anclajes, soportes, accesorios de fijación, medios auxiliares y pequeño material. Instalado según RITE, UNE-EN 378 y CTE. Con marcado CE y DdP según Reglamento (UE) 305/2011.			
m23O01O050	8,000	h	Técnico frigorista especializado	25,00	200,00	
m23O01O060	8,000	h	Ayudante técnico frigorista	18,00	144,00	
m25P02CN030	1,000	ud	Condensador cúbico axial de 25 kW	500,00	500,00	
m25P04JT001	4,000	m	Material sellante y aislamiento uniones	2,50	10,00	
m25P03MT020	1,000	ud	Kit de anclajes/sujeción antivibratoria	45,00	45,00	
%CI600	6,000	%	Costes indirectos	899,00	53,94	
			TOTAL PARTIDA.....			**952,94**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de NOVECIENTOS CINCUENTA Y DOS EUROS con NOVENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

07.03.04			**Compresor de 29,42 kW** Montaje e instalación de un compresor de tornillo abierto para refrigeración industrial, diseñado para operar con amoníaco (R-717) y una potencia de 40CV . Incluye conexión a líneas frigoríficas existentes, fijación mediante elementos de anclaje, montaje de válvulas de servicio para el control del flujo de refrigerante, carga de aceite adecuada, instalación de válvula de seguridad interna y conexionado eléctrico al cuadro de control existente y comprobación de alineación, pruebas de estanqueidad, verificación de presión y correcto funcionamiento. Se incluyen medios auxiliares, accesorios de fijación, sellados y ajustes finales. Instalado según RITE, UNE-EN 378 y conforme a los requisitos del CTE. Con marcado CE y DdP según el Reglamento (UE) 305/2011.			
m23O01O050	8,000	h	Técnico frigorista especializado	25,00	200,00	
m23O01O060	8,000	h	Ayudante técnico frigorista	18,00	144,00	
m23M03RE010	1,000	ud	Compresor de tornillo abierto de 29,42 kW	12.700,00	12.700,00	
m23P04SE010	1,000	ud	Valvula de seguridad R-717	75,00	75,00	
m23P04AC030	2,000	l	Aceite especial para compresores R-717	24,00	48,00	
m23P04VA050	2,000	ud	Valvulas servicio amoniaco	90,00	180,00	
%CI600	6,000	%	Costes indirectos	13.347,00	800,82	
			TOTAL PARTIDA.....			**14.147,82**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CATORCE MIL CIENTO CUARENTA Y SIETE EUROS con OCHENTA Y DOS CÉNTIMOS

CUADRO DE PRECIOS DESCOMPUESTOS

BODEGA DE CAVA

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
CAPÍTULO 08 Maquinaria del proceso productivo						
08.01		**ud**	**Tractor con remolque**			
			Adquisición de tractor compacto de 50 CV con remolque con capacidad para el transporte de 7 toneladas y medi-			
M25B354815446	1,000	ud	Tractor de 50 CV con remolque	32.000,00	32.000,00	
			TOTAL PARTIDA			**32.000,00**
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TREINTA Y DOS MIL EUROS						
08.02		**ud**	**Caja de vendimia**			
			Adquisición y transporte a nave de caja de fruta de 600x397x180mm con capacidad de 36L de plástico HDPE.			
M25L564566452	1,000	ud	Caja de HDPE de 36 L	7,00	7,00	
			TOTAL PARTIDA			**7,00**
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SIETE EUROS						
08.03		**ud**	**Báscula puente**			
			Compra, transporte, instalación y conexión de una bácula electrónica, que permita el pesaje de hasta 10.000 kg y cumpla con las normas de seguridad pertinentes en criterios de funcionamiento y acabados. El concepto incluye el uso de una grúa ligera para su descarga y posicionado, sus accesorios complementarios de funcionamiento y los			
m23O010TE002	2,000	h	Técnico especializado	24,00	48,00	
m23O010MO070	2,000	h	Ayudante técnico especializado	19,00	38,00	
M35T856466648	1,000	ud	Báscula puente	9.800,00	9.800,00	
m23A010MA003	1,000	ud	Medios auxiliares de instalación y conexión (herramientas)	210,00	210,00	
m23A010MA010	1,000	ud	Grua ligera para descarga, posicionamiento y elevación	180,00	180,00	
%CI600	6,000	%	Costes indirectos	10.276,00	616,56	
			TOTAL PARTIDA			**10.892,56**
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIEZ MIL OCHOCIENTOS NOVENTA Y DOS EUROS con CINCUENTA Y SEIS CÉNTIMOS						
08.04		**ud**	**Sistema volteador de cajas y mesa de selección**			
			Compra, transporte, instalación y conexión de un sistema volteador de cajas plásticas de vendimia con mesa de selección, que permita un rendimiento de 1.000 volteos/h cumplindo con los requisitos de salud y seguridad pertinentes en criterios de funcionamiento y acabados. El concepto incluye el uso de una grúa ligera para su descarga y posicionado, sus accesorios complementarios de funcionamiento y los medios auxiliares a la instalación y cone-			
m23O010TE002	2,000	h	Técnico especializado	24,00	48,00	
m23O010MO070	2,000	h	Ayudante técnico especializado	19,00	38,00	
M25N434554454	1,000	ud	Sistema volteador y mesa de selección	12.000,00	12.000,00	
m23A010MA003	1,000	ud	Medios auxiliares de instalación y conexión (herramientas)	210,00	210,00	
%CI600	6,000	%	Costes indirectos	12.296,00	737,76	
			TOTAL PARTIDA			**13.033,76**
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRECE MIL TREINTA Y TRES EUROS con SETENTA Y SEIS CÉNTIMOS						
08.05		**ud**	**Bomba de tornillo excéntrico**			
			Compra y conexión de una bomba de tornillo excéntrico con tubo sanitario y compresión por rodillo que permita un bombeo de hasta 12.000 kg/h de uva u orujo cumpliendo con los requisitos de salud y seguridad pertinentes en criterios de funcionamiento y acabados. El concepto incluye sus accesorios complementarios de funcionamiento y			
m23O010TE002	2,000	h	Técnico especializado	24,00	48,00	
m23O010MO070	2,000	h	Ayudante técnico especializado	19,00	38,00	
M25F732846154	1,000	ud	Bomba de tornillo excéntrico	3.600,00	3.600,00	
M25V389154681	1,000	ud	Accesorios complementarios (maguera, valvulería y racores)	410,00	410,00	
M25L6T6178425	1,000	ud	Medios auxiliares (herramientas de conexión)	80,00	80,00	
%CI600	6,000	%	Costes indirectos	4.176,00	250,56	
			TOTAL PARTIDA			**4.426,56**
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATRO MIL CUATROCIENTOS VEINTISEIS EUROS con CINCUENTA Y SEIS CÉNTIMOS						

CUADRO DE PRECIOS DESCOMPUESTOS

BODEGA DE CAVA

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
08.06		**ud**	**Despalillador de árbol**			
			Compra, transporte, instalación y conexión de una despalilladora de árbol de despalillado con dedos acabados en espátulas orientables, gran diámetro y alimentación superior, que permita un rendimiento de 15.000 kg/h cumplindo con los requisitos de salud y seguridad pertinentes en criterios de funcionamiento y acabados. El concepto incluye el uso de una grúa ligera para su descarga y posicionado, sus accesorios complementarios de funcionamiento y los medios auxiliares a la instalación y conexión.			
m23O010TE002	2,000	h	Técnico especializado	24,00	48,00	
m23O010MO070	2,000	h	Ayudante técnico especializado	19,00	38,00	
m23A010MA010	1,000	ud	Grua ligera para descarga, posicionamiento y elevación	180,00	180,00	
M23H53845867	1,000	ud	Despalilladora de árbol	13.700,00	13.700,00	
m23P04AC070	1,000	ud	Accesorios complementarios (cajas de raspón y conexiones)	460,00	460,00	
m23A010MA003	1,000	ud	Medios auxiliares de instalación y conexión (herramientas)	210,00	210,00	
%CI600	6,000	%	Costes indirectos	14.636,00	878,16	
			TOTAL PARTIDA.....			**15.514,16**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de QUINCE MIL QUINIENTOS CATORCE EUROS con DIECISEIS CÉNTIMOS

08.07		**ud**	**Prensa neumática horizontal**			
			Compra, transporte, instalación y conexión de una prensa neumática de membrana y tambor abierto, gran diámetro y alimentación superior, con capacidad de 9,5 toneladas de uva despalillada y que cumpla con los requisitos de salud y seguridad pertinentes en criterios de funcionamiento y acabados. El concepto incluye el uso de una grúa ligera para su descarga y posicionado, sus accesorios complementarios de funcionamiento y los medios au-			
m23O010TE002	2,000	h	Técnico especializado	24,00	48,00	
m23O010MO070	2,000	h	Ayudante técnico especializado	19,00	38,00	
m23A010MA010	1,000	ud	Grua ligera para descarga, posicionamiento y elevación	180,00	180,00	
M23Q193846522	1,000	ud	Prensa de membrana horizontal	23.400,00	23.400,00	
M23G423558482	1,000	ud	Accesorios complementarios (toma de aire comprimido y fijación)	1.200,00	1.200,00	
M23X482565119	1,000	ud	Medios auxiliares de instalación (útiles de conexión)	780,00	780,00	
%CI600	6,000	%	Costes indirectos	25.646,00	1.538,76	
			TOTAL PARTIDA.....			**27.184,76**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTISIETE MIL CIENTO OCHENTA Y CUATRO EUROS con SETENTA Y SEIS CÉNTIMOS

08.08		**ud**	**Bomba peristáltica**			
			Compra y conexión de una bomba peristáltica con tubo sanitario y compresión por rodillo que permita un bombeo de hasta 12.000 L/h de most cumpliendo con los requisitos de salud y seguridad pertinentes en criterios de funcionamiento y acabados. El concepto incluye sus accesorios complementarios de funcionamiento y los medios auxi-			
m23O010TE002	2,000	h	Técnico especializado	24,00	48,00	
m23O010MO070	2,000	h	Ayudante técnico especializado	19,00	38,00	
M25L856362463	1,000	ud	Bomba peristática	3.100,00	3.100,00	
M25V389154681	1,000	ud	Accesorios complementarios (maguera, valvulería y racores)	410,00	410,00	
M25L6T6178425	1,000	ud	Medios auxiliares (herramientas de conexión)	80,00	80,00	
%CI600	6,000	%	Costes indirectos	3.676,00	220,56	
			TOTAL PARTIDA.....			**3.896,56**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRES MIL OCHOCIENTOS NOVENTA Y SEIS EUROS con CINCUENTA Y SEIS CÉNTIMOS

CUADRO DE PRECIOS DESCOMPUESTOS

BODEGA DE CAVA

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
08.09		**ud**	**Tanque de desfangado**			
			Compra, transporte, instalación y conexión de un depósito de fermentación y almacenamiento de fondo cónico, patas y boca autovaciante de acero inoxidable AISI 316 con capacidad para 6.000 L y cumplimiento de los requisitos de salud y seguridad pertinentes en criterios de funcionamiento y acabados. El concepto incluye el uso de una grúa ligera para su descarga y posicionado, sus accesorios complementarios de funcionamiento y los medios au-			
m23O010TE002	2,000	h	Técnico especializado	24,00	48,00	
m23O010MO070	2,000	h	Ayudante técnico especializado	19,00	38,00	
m23A010MA010	1,000	ud	Grua ligera para descarga, posicionamiento y elevación	180,00	180,00	
M23B759246583	1,000	ud	Tanque de desfangado	4.700,00	4.700,00	
M23S471541898	1,000	ud	Accesorios complementarios (serpentines sumergidos y toma de	920,00	920,00	
M3F6712877495	1,000	ud	Medios auxiliares a la instalación y conexión	150,00	150,00	
m23O020PM001	2,000	h	Puesta en marcha, verficación, pruebas estanqueidad	30,00	60,00	
%CI600	6,000	%	Costes indirectos	6.096,00	365,76	
			TOTAL PARTIDA.....			**6.461,76**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SEIS MIL CUATROCIENTOS SESENTA Y UN EUROS con SETENTA Y SEIS CÉNTIMOS

08.10		**ud**	**Tanque de fermentación**			
			Compra, transporte, instalación y conexión de un depósito de fermentación y almacenamiento con fondo plano inclinado y patas AISI 316 con capacidad para 12.000 L y cumplimiento de los requisitos de salud y seguridad pertinentes en criterios de funcionamiento y acabados. El concepto incluye el uso de una grúa ligera para su descarga y posicionado, sus accesorios complementarios de funcionamiento y los medios auxiliares a la instalación y cone-			
m23O010TE002	2,000	h	Técnico especializado	24,00	48,00	
m23O010MO070	2,000	h	Ayudante técnico especializado	19,00	38,00	
m23A010MA010	1,000	ud	Grua ligera para descarga, posicionamiento y elevación	180,00	180,00	
M23T438926546	1,000	ud	Tanque de fermentación	7.200,00	7.200,00	
M23S471541898	1,000	ud	Accesorios complementarios (serpentines sumergidos y toma de	920,00	920,00	
M3F6712877495	1,000	ud	Medios auxiliares a la instalación y conexión	150,00	150,00	
m23O020PM001	2,000	h	Puesta en marcha, verficación, pruebas estanqueidad	30,00	60,00	
%CI600	6,000	%	Costes indirectos	8.596,00	515,76	
			TOTAL PARTIDA.....			**9.111,76**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de NUEVE MIL CIENTO ONCE EUROS con SETENTA Y SEIS CÉNTIMOS

08.11		**ud**	**Tanque de estabilización**			
			Compra, transporte, instalación y conexión de un depósito isotérmico para estabilización con fondo cónico y patas AISI 316 con capacidad para 12.000 L y cumplimiento de los requisitos de salud y seguridad pertinentes en criterios de funcionamiento y acabados. El concepto incluye el uso de una grúa ligera para su descarga y posicionado,			
m23O010TE002	2,000	h	Técnico especializado	24,00	48,00	
m23O010MO070	2,000	h	Ayudante técnico especializado	19,00	38,00	
m23A010MA010	1,000	ud	Grua ligera para descarga, posicionamiento y elevación	180,00	180,00	
M23F72762919	1,000	ud	Tanque de estabilización	7.600,00	7.600,00	
M23S471541898	1,000	ud	Accesorios complementarios (serpentines sumergidos y toma de	920,00	920,00	
M3F6712877495	1,000	ud	Medios auxiliares a la instalación y conexión	150,00	150,00	
%CI600	6,000	%	Costes indirectos	8.936,00	536,16	
			TOTAL PARTIDA.....			**9.472,16**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de NUEVE MIL CUATROCIENTOS SETENTA Y DOS EUROS con DIECISEIS CÉNTIMOS

CUADRO DE PRECIOS DESCOMPUESTOS

BODEGA DE CAVA

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
08.12		**ud**	**Filtro de placas**			
			Compra y conexión de un filtro de placas intercambiales de capacidad de 4.500 L/h con cumpliendo con los requisitos de salud y seguridad pertinentes en criterios de funcionamiento y acabados. El concepto incluye sus accesorios complementarios de funcionamiento y los medios auxiliares de conexión.			
m23O010TE002	2,000	h	Técnico especializado	24,00	48,00	
m23O010MO070	2,000	h	Ayudante técnico especializado	19,00	38,00	
M23G532687323	1.200,000	ud	Filtro de placas	0,00	0,00	
M23H834971514	100,000	ud	Medios auxiliares de instalación y conexión (herramientas)	210,00	21.000,00	
M23R745634365	1,000	ud	Medios auxiliares de instalación y conexión	50,00	50,00	
%CI600	6,000	%	Costes indirectos	21.136,00	1.268,16	
			TOTAL PARTIDA.....			**22.404,16**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTIDOS MIL CUATROCIENTOS CUATRO EUROS con DIECISEIS CÉNTIMOS

08.13		**ud**	**Enjuagadora de botellas**			
			Compra, transporte, instalación y conexión de un enjuagadora de botellas, que permita un rendimiento de 700 botellas/h cumplindo con los requisitos de salud y seguridad pertinentes en criterios de funcionamiento y acabados. El concepto incluye el uso de una grúa ligera para su descarga y posicionado, sus accesorios complementarios de			
m23O010TE002	2,000	h	Técnico especializado	24,00	48,00	
m23O010MO070	2,000	h	Ayudante técnico especializado	19,00	38,00	
M25F438646746	4.200,000		Enjuagadora	0,00	0,00	
M23H834971514	100,000	ud	Medios auxiliares de instalación y conexión (herramientas)	210,00	21.000,00	
M23R745634365	1,000	ud	Medios auxiliares de instalación y conexión	50,00	50,00	
%CI600	6,000	%	Costes indirectos	21.136,00	1.268,16	
			TOTAL PARTIDA.....			**22.404,16**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTIDOS MIL CUATROCIENTOS CUATRO EUROS con DIECISEIS CÉNTIMOS

08.14		**ud**	**Embotelladora**			
			Compra, transporte, instalación y conexión de una embotelladora que permita un rendimiento de 700 botellas/h cumplindo con los requisitos de salud y seguridad pertinentes en criterios de funcionamiento y acabados. El concepto incluye el uso de una grúa ligera para su descarga y posicionado, sus accesorios complementarios de fun-			
m23O010TE002	2,000	h	Técnico especializado	24,00	48,00	
m23O010MO070	2,000	h	Ayudante técnico especializado	19,00	38,00	
M25D814513873	1,000	ud	Embotelladora	9.700,00	9.700,00	
M23R745634365	1,000	ud	Medios auxiliares de instalación y conexión	50,00	50,00	
%CI600	6,000	%	Costes indirectos	9.836,00	590,16	
			TOTAL PARTIDA.....			**10.426,16**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIEZ MIL CUATROCIENTOS VEINTISEIS EUROS con DIECISEIS CÉNTIMOS

08.15		**ud**	**Taponadora de tapón corona**			
			Compra, transporte, instalación y conexión de unataponadora de tapón corona que permita un rendimiento de 400 botellas/h cumplindo con los requisitos de salud y seguridad pertinentes en criterios de funcionamiento y acabados. El concepto incluye el uso de una grúa ligera para su descarga y posicionado, sus accesorios complementarios			
m23O010TE002	2,000	h	Técnico especializado	24,00	48,00	
m23O010MO070	2,000	h	Ayudante técnico especializado	19,00	38,00	
M25J514133255	1,000	ud	Taponadora	300,00	300,00	
M23H834971514	1,000	ud	Medios auxiliares de instalación y conexión (herramientas)	210,00	210,00	
M23R745634365	1,000	ud	Medios auxiliares de instalación y conexión	50,00	50,00	
%CI600	6,000	%	Costes indirectos	646,00	38,76	
			TOTAL PARTIDA.....			**684,76**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SEISCIENTOS OCHENTA Y CUATRO EUROS con SETENTA Y SEIS CÉNTIMOS

CUADRO DE PRECIOS DESCOMPUESTOS

BODEGA DE CAVA

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
08.16		**ud**	**Jaulón de botellas**			
			Adquisición y transporte a nave de jaulón metálico de malla electrosoldada en acero galvanizado con capacidad para 442 botellas.			
MS79345644659	1,000	ud	Jaulón metálico	277,00	277,00	
			TOTAL PARTIDA			**277,00**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOSCIENTOS SETENTA Y SIETE EUROS

08.17		**ud**	**Pupitre de cava**			
			malla electrosoldada en acero galvanizado Adquisición y transporte a nave de pupitre de madera con capacidad			
M25L324345475	1,000	ud	Pupitre	272,00	272,00	
			TOTAL PARTIDA			**272,00**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOSCIENTOS SETENTA Y DOS EUROS

08.18		**ud**	**Congelador de cuellos**			
			Compra, transporte, instalación y conexión de congeladro de cuellos de botella, que permita un rendimiento de 900 botellas/h cumplindo con los requisitos de salud y seguridad pertinentes en criterios de funcionamiento y acabados. El concepto incluye el uso de una grúa ligera para su descarga y posicionado, sus accesorios complementarios			
m23O010TE002	2,000	h	Técnico especializado	24,00	48,00	
m23O010MO070	2,000	h	Ayudante técnico especializado	19,00	38,00	
M25R815455673	1,000	ud	Congelador decuellos	6.300,00	6.300,00	
m23A010MA003	1,000	ud	Medios auxiliares de instalación y conexión (herramientas)	210,00	210,00	
M23R745634365	1,000	ud	Medios auxiliares de instalación y conexión	50,00	50,00	
%CI600	6,000	%	Costes indirectos	6.646,00	398,76	
			TOTAL PARTIDA			**7.044,76**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SIETE MIL CUARENTA Y CUATRO EUROS con SETENTA Y SEIS CÉNTIMOS

08.19		**ud**	**Monobloc de degüelle, dosificado y nivelado**			
			Compra, transporte, instalación y conexión de una monoobloc de degüelle, dosificado y nivelado, que permita un rendimiento de 150 botellas/h cumplindo con los requisitos de salud y seguridad pertinentes en criterios de funcionamiento y acabados. El concepto incluye el uso de una grúa ligera para su descarga y posicionado, sus acceso-			
m23O010TE002	2,000	h	Técnico especializado	24,00	48,00	
m23O010MO070	2,000	h	Ayudante técnico especializado	19,00	38,00	
M25S746513649	1,000	ud	Monobloc	1.200,00	1.200,00	
M23H834971514	1,000	ud	Medios auxiliares de instalación y conexión (herramientas)	210,00	210,00	
M23R745634365	1,000	ud	Medios auxiliares de instalación y conexión	50,00	50,00	
%CI600	6,000	%	Costes indirectos	1.546,00	92,76	
			TOTAL PARTIDA			**1.638,76**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de MIL SEISCIENTOS TREINTA Y OCHO EUROS con SETENTA Y SEIS CÉNTIMOS

08.20		**ud**	**Planta taponadora, capsuladora, bozaladora y etiquetadora**			
			Compra, transporte, instalación y conexión de una planta embotelladora, que permita un rendimiento de 900 botellas/h cumplindo con los requisitos de salud y seguridad pertinentes en criterios de funcionamiento y acabados. El concepto incluye el uso de una grúa ligera para su descarga y posicionado, sus accesorios complementarios de			
m23O010TE002	2,000	h	Técnico especializado	24,00	48,00	
m23O010MO070	2,000	h	Ayudante técnico especializado	19,00	38,00	
m23A010MA010	1,000	ud	Grua ligera para descarga, posicionamiento y elevación	180,00	180,00	
M25P457339561	6,000	ud	Planta embotelladora	1.300,00	7.800,00	
M23X632487178	1,000	ud	Accesorios complementarios(tomas)	600,00	600,00	
M23L798684532	1,000	ud	Medios auxiliares de instalación	120,00	120,00	
%CI600	6,000	%	Costes indirectos	8.786,00	527,16	
			TOTAL PARTIDA			**9.313,16**

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de NUEVE MIL TRESCIENTOS TRECE EUROS con DIECISEIS CÉNTIMOS

ANEJO IX: ASPECTOS ÉTICOS, ECONÓMICOS, SOCIALES y AMBIENTALES

TRABAJO FIN DE GRADO

Javier Martínez Ferrez

Curso académico 2024-2025

POLITÉCNICA

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

ETSIAAB

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRONÓMICA, ALIMENTARIA Y DE BIOSISTEMAS

ÍNDICE DE CONTENIDOS

0. INTRODUCCIÓN AL ANEJO IV: ASPECTOS ÉTICOS, ECONÓMICOS, SOCIALES y AMBIENTALES 2
1. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS 2
1.1. Contexto general del proyecto 2
1.2. Identificación de impactos 3
1.3. Selección y descripción de los impactos más relevantes 6
2. CONCLUSIONES 8

0. INTRODUCCIÓN AL ANEJO IV: ASPECTOS ÉTICOS, ECONÓMICOS, SOCIALES y AMBIENTALES

Este anejo tiene como finalidad analizar los aspectos éticos, económicos, sociales y ambientales relacionados con el proyecto de construcción de una bodega de nueva planta en Requena (Valencia), destinada a la elaboración de vino espumoso ecológico bajo la Denominación de Origen Cava.

La inclusión de este apartado responde a la necesidad de valorar no solo la viabilidad técnica del proyecto, sino también su coherencia con los principios de sostenibilidad, responsabilidad profesional e impacto en el entorno. En este sentido, se aborda el papel del proyecto en el marco de la industria agroalimentaria, identificando tanto los beneficios como los posibles riesgos derivados de su ejecución y funcionamiento.

1. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS

La identificación de impactos constituye el primer paso para valorar la repercusión del proyecto en sus dimensiones ética, económica, social y ambiental. Este análisis permite reconocer los efectos positivos y negativos que la construcción y puesta en marcha de la bodega pueden generar, tanto de manera directa como indirecta, sobre los distintos grupos de interés y sobre el entorno en el que se inserta.

En este apartado se presenta, en primer lugar, el contexto general del proyecto, con el fin de enmarcar los ámbitos en los que se producen dichos impactos. A continuación, se recopilan los principales efectos asociados al ciclo de vida de la actividad, desde la obtención de la materia prima hasta la distribución del producto final, para finalmente seleccionar y describir aquellos que resultan más relevantes de cara a la sostenibilidad y viabilidad del proyecto.

1.1. Contexto general del proyecto

El presente proyecto consiste en la construcción de una bodega de nueva planta en el municipio de Requena (Valencia), orientada a la elaboración de vino espumoso ecológico adscrito a la Denominación de Origen Cava. La bodega se diseña para aplicar el método tradicional o *champenoise*, caracterizado por la segunda fermentación en botella, lo que

garantiza un producto de alta calidad y alineado con los estándares de la denominación de origen.

El abastecimiento de uva se realizará mediante la compra a viticultores locales, sin disponer de viñedo en propiedad. Esta decisión implica un impacto directo en la economía agrícola de la comarca, al generar relaciones comerciales estables con productores que trabajan bajo parámetros de viticultura ecológica. De este modo, el proyecto se integra en la cadena de valor vitivinícola de la zona, reforzando la cooperación con el tejido productivo existente.

Desde el punto de vista del ciclo de vida, el proyecto abarca múltiples fases y cada una de estas etapas conlleva implicaciones específicas en términos de consumo de recursos, generación de residuos, necesidades de personal, impacto económico y proyección social.

El emplazamiento en Requena resulta especialmente significativo por tratarse de un territorio con fuerte tradición vitivinícola, donde la producción de cava representa un motor económico y cultural. La construcción de la bodega contribuye a consolidar la posición de la comarca en el sector agroalimentario, al tiempo que responde a la creciente demanda de consumidores de productos ecológicos, sostenibles y de calidad diferenciada.

En definitiva, el proyecto se enmarca en un contexto socioeconómico y territorial en el que convergen tres ejes clave: la sostenibilidad ambiental derivada de la producción ecológica, la viabilidad económica vinculada al desarrollo rural y a la competitividad en mercados nacionales y globales, además de la responsabilidad social y profesional asociada a la gestión ética de los procesos productivos y de las relaciones con los distintos grupos de interés.

1.2. Identificación de impactos

1.2.1. Impactos éticos

Impactos positivos:

Se basarán principalmente en la transparencia, trazabilidad y salud del consumidor: La producción ecológica y la adscripción a la D.O. Cava exigen un control riguroso en todas

las fases del proceso, lo que garantiza el cumplimiento normativo y refuerza la confianza del consumidor. Al mismo tiempo, la ausencia de fitosanitarios y productos químicos de síntesis en la uva adquirida permite ofrecer un producto más seguro y saludable, alineado con las demandas actuales de calidad y sostenibilidad.

Impactos negativos:

Serán el riesgo de *greenwashing* y los conflictos de intereses asociados a la certificación ecológica o en la comunicación de prácticas sostenibles, las cuales podría generar desconfianza en el mercado. Además, pueden surgir tensiones entre los objetivos económicos de rentabilidad y los compromisos éticos vinculados a la sostenibilidad real o a la garantía de condiciones de trabajo dignas, especialmente en un sector tan competitivo como el del cava.

1.2.2. Impactos económicos

Impactos positivos:

El proyecto supondrá un impulso económico en el territorio de Requena, la construcción y puesta en marcha de la bodega generará empleo directo (operarios, técnicos, enólogos, personal logístico) e indirecto (proveedores, transportistas, mantenimiento), al tiempo que actuará como motor para la economía local mediante la compra de uva a viticultores de Requena y alrededores, fortaleciendo la viticultura ecológica. Asimismo, el posicionamiento del cava ecológico en un segmento de mercado en expansión aumenta la competitividad y facilita la apertura a mercados nacionales e internacionales. A todo ello se suma el potencial del enoturismo como actividad complementaria, capaz de diversificar la economía y generar nuevos ingresos para el territorio.

Impactos negativos:

Asociados a la elevada inversión del proyecto, competencia y dependencia. La construcción de una bodega de nueva planta implica una elevada inversión inicial, lo que supone un riesgo financiero en las primeras fases del proyecto. A ello se suma la dependencia de la compra de uva, que expone a la bodega a variaciones de precio y

disponibilidad en contextos de sequía o crisis agrarias. Además, la fuerte competencia existente en la zona de Requena puede tensionar los precios y dificultar la diferenciación, mientras que los costes asociados a la certificación ecológica y al cumplimiento de los controles de la D.O. Cava representan un gasto adicional y una carga administrativa constante.

1.2.3. Impactos sociales

Impactos positivos:

El proyecto potenciará el desarrollo rural, la identidad cultural y la cohesión social del pueblo. La bodega contribuye a mantener la actividad económica en un entorno rural, ayudando a fijar población y generando oportunidades para jóvenes y profesionales del sector. Al mismo tiempo, refuerza la tradición vitivinícola de Requena, fomentando el orgullo local y la preservación de los saberes asociados a la elaboración del cava. Finalmente, la contratación de trabajadores de la zona y la cooperación con viticultores locales fortalecen los lazos comunitarios y la cohesión social en el territorio.

Impactos negativos:

Principalmente, serán la vulnerabilidad laboral y económica ya que parte del empleo generado por la bodega puede ser de carácter estacional, principalmente en vendimia o durante el embotellado, lo que limita la estabilidad laboral. A ello se suma la fuerte dependencia económica de la comarca respecto al sector vitivinícola, que incrementa la vulnerabilidad frente a crisis sectoriales, caídas en la demanda o impactos derivados del cambio climático sobre la producción de uva.

1.2.4. Impactos ambientales

Impactos positivos:

El carácter ecológico del proyecto evita el empleo de pesticidas y herbicidas de síntesis, favoreciendo la biodiversidad y la salud de los ecosistemas locales. La construcción de nueva planta facilita la incorporación de tecnologías modernas de climatización, aislamiento y aprovechamiento energético, reduciendo el consumo global. A ello se suma una gestión circular de subproductos —como orujo y lías— destinados a destilación, compostaje o alimentación animal, así como la implantación de sistemas de limpieza en circuito cerrado que optimizan la huella hídrica. Finalmente, el diseño de la bodega permite la integración de energías renovables, como la solar fotovoltaica, contribuyendo a disminuir las emisiones de CO_2.

Impactos negativos:

La elaboración de cava requiere procesos de refrigeración y climatización muy demandantes en energía, lo que incrementa la huella de carbono si no se acompaña de fuentes renovables. Asimismo, la vinificación y la limpieza de las instalaciones suponen un consumo elevado de agua, que puede generar tensiones en épocas de sequía. Por último, la generación de residuos sólidos (orujo, lías) y líquidos (efluentes de lavado) exige una gestión adecuada, ya que un manejo ineficiente podría derivar en contaminación de suelos o aguas. Cabe destacar que, en el Anejo III, se realiza un estudio detallado de producción de residuos y subproductos con su cantidades y destino, asegurando que el principio de economía circular se cumpla en la totalidad del proceso productivo y que los residuos sean gestionados correctamente y no supongan ningún problema.

1.3. Selección y descripción de los impactos más relevantes

Tras el análisis realizado en el apartado anterior, se seleccionan aquellos impactos que, por su magnitud, relevancia para los grupos de interés y relación directa con la viabilidad del proyecto, resultan más significativos. Se recogen en la siguiente tabla:

Tabla 1: Análisis de los principales impactos del proyecto

Aspectos más relevantes	**Descripción**	**Grupos / sectores afectados**	**Normativas, leyes, estándares, códigos éticos de referencia**
Producción ecológica y sostenibilidad ambiental	La apuesta por la certificación ecológica elimina el uso de fitosanitarios de síntesis, favorece la biodiversidad, reduce la contaminación y responde a la demanda de consumidores responsables. Se alinea con los ODS 12 y 15.	Consumidores, viticultores ecológicos, sociedad en general, generaciones futuras	Reglamento (UE) 2018/848 sobre producción ecológica, normativa D.O. Cava, ODS 12 y 15, ISO 14001
Generación de empleo y desarrollo rural en Requena	La bodega crea empleo directo e indirecto, contribuye a fijar población en el medio rural y fortalece el tejido productivo local, reforzando la cohesión social y económica.	Trabajadores locales, viticultores, comunidad de Requena, administraciones públicas	Normativa laboral española (Estatuto de los Trabajadores), ODS 8 (trabajo decente y crecimiento económico), políticas de desarrollo rural
Consumo de recursos energéticos e hídricos	La vinificación y producción de cava requieren elevados consumos de agua y energía. Aunque el diseño de nueva planta permite integrar medidas de eficiencia, sigue siendo un factor crítico económico y ambiental.	Trabajadores de bodega, comunidad local, administraciones ambientales, generaciones futuras	Real Decreto Legislativo 1/2001 (Texto Refundido de la Ley de Aguas), Directiva 2012/27/UE sobre eficiencia energética, norma ISO 14001, ODS 6 y 13
Dependencia económica de un único sector	La economía de Requena depende fuertemente del sector vitivinícola. La creación de la bodega refuerza esta especialización, con riesgos de vulnerabilidad ante crisis de mercado, cambios en hábitos de consumo o impactos climáticos.	Comunidad de Requena, viticultores, administraciones locales, tejido empresarial del territorio	Políticas de diversificación económica de la UE y España, ODS 8 y 11, principios de sostenibilidad territorial

2. CONCLUSIONES

El proyecto de construcción de una bodega de cava ecológico en Requena refleja un equilibrio positivo entre consideraciones éticas, sociales, económicas y ambientales. La apuesta por la sostenibilidad no solo refuerza la confianza del consumidor y la proyección de la D.O. Cava, sino que además contribuye al desarrollo económico y social del territorio de manera justa con el medioambiente y los trabajadores.

Si bien se identifican desafíos asociados al consumo de agua y energía, así como a la concentración económica en torno al sector vitivinícola, ambos aspectos pueden gestionarse adecuadamente mediante la aplicación de tecnologías eficientes, la integración progresiva de energías renovables y la diversificación de actividades vinculadas, como el enoturismo o la valorización de subproductos. De este modo, los riesgos se transforman en oportunidades de innovación y resiliencia.

En conjunto, el uso de criterios de sostenibilidad aporta un valor añadido esencial al proyecto, fortaleciendo su viabilidad a largo plazo, su aceptación social y su coherencia con los objetivos de un desarrollo agroalimentario responsable y competitivo.

ANEJO VIII: EVALUACIÓN ECONÓMICA Y FINANCIERA

TRABAJO FIN DE GRADO

Javier Martínez Ferrez

Curso académico 2024-2025

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRONÓMICA, ALIMENTARIA Y DE BIOSISTEMAS

ÍNDICE DE CONTENIDOS

0. INTRODUCCIÓN AL ANEJO VIII: EVALUACIÓN ECONOMICO-FINANCIERA 4
1. CONSIDERACIONES PREVIAS AL ANÁLISIS 4
2. INVERSIÓN DEL PROYECTO 6
3. IDENTIFICACIÓN, CUANTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE PAGOS 6
3.1. Pagos ordinarios 7
3.1.1. Mano de obra 7
3.1.2. Materia prima y auxiliar 7
3.1.3. Consumo energético 8
3.1.4. Consumo de agua 9
3.1.5. Distribución y logística 9
3.1.6. Seguros 9
3.1.7. Mantenimiento 10
3.1.8. Impuestos 10
3.1.9. Resumen de los pagos ordinarios 10
3.2. Pagos extraordinarios 11
3.2.1. Inversión inicial 11
3.2.2. Renovación de maquinaria 11
4. IDENTIFICACIÓN, CUANTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE COBROS 11
4.1. Cobros ordinarios 11
4.2. Cobros extraordinarios 12
4.2.1. Valor de desecho de la maquinaria 12
4.2.2. Valor de desecho del mobiliario 12
4.2.3. Valor residual de las instalaciones 12
5. EVALUACIÓN FINANCIERA 13
5.1. Hipótesis de la evaluación 14
5.1.1. Evaluación con financiación propia 14
5.1.2. Evaluación con financiación ajena 16
5.1.3. Conclusión 19
6. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD 19
6.1. Hipótesis 1: Reducción de los cobros ordinarios hasta el 60% 19
6.2. Hipótesis 2: Incremento del 50% en el precio de la materia prima 21
6.3. Hipótesis 3: Aumento del precio de la mano de obra un 20% 22

6.4. Conclusión 23

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Representación de la salida de producto elaborado según tipo de crianza 5

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Presupuesto de ejecución por contrata de las obras e instalaciones 6
Tabla 2: Pagos ordinarios a los trabajadores de la bodega 7
Tabla 3: Pagos ordinarios de materias primas y auxiliares 8
Tabla 4: Consumo energético del proceso 8
Tabla 5: Consumo de agua de la nave 9
Tabla 6: Pagos relativos a seguros 9
Tabla 7: Gatos relativos al mantenimiento de instalaciones y maquinaria 10
Tabla 8: Resumen de pagos ordinarios 10
Tabla 9: Flujos de caja con financiación propia 15

0. INTRODUCCIÓN AL ANEJO VIII: EVALUACIÓN ECONOMICO-FINANCIERA

Este anejo tiene por objeto analizar la viabilidad económica y financiera del proyecto, proporcionando una visión global sobre los recursos necesarios, los costes asociados y los beneficios esperados a lo largo de la vida útil de la inversión. La evaluación económico-financiera constituye una herramienta esencial dentro de la planificación de proyectos de ingeniería, ya que permite contrastar la viabilidad técnica con la rentabilidad económica, facilitando la toma de decisiones estratégicas tanto para la empresa promotora como para posibles entidades financiadoras.

Para ello, se identificarán y valorarán los pagos ordinarios y extraordinarios, así como los cobros derivados de la explotación, definiendo los flujos de caja que servirán de base para la evaluación. Posteriormente, se estudiarán diferentes escenarios de financiación, evaluando su impacto en la rentabilidad y el riesgo del proyecto. Asimismo, se llevará a cabo un análisis de sensibilidad que permite anticipar la respuesta del proyecto ante variaciones en parámetros críticos, como el precio de la materia prima, el volumen de ingresos o el coste de los recursos.

Finalmente, el anejo incluye un análisis económico de costes, desglosando los costes fijos y variables, y determinando los umbrales de rentabilidad que marcan el punto a partir del cual el proyecto comienza a generar beneficios. De este modo, se establece un marco integral de evaluación que garantiza la coherencia económica y financiera del proyecto, asegurando la sostenibilidad de la inversión en el medio y largo plazo.

1. CONSIDERACIONES PREVIAS AL ANÁLISIS

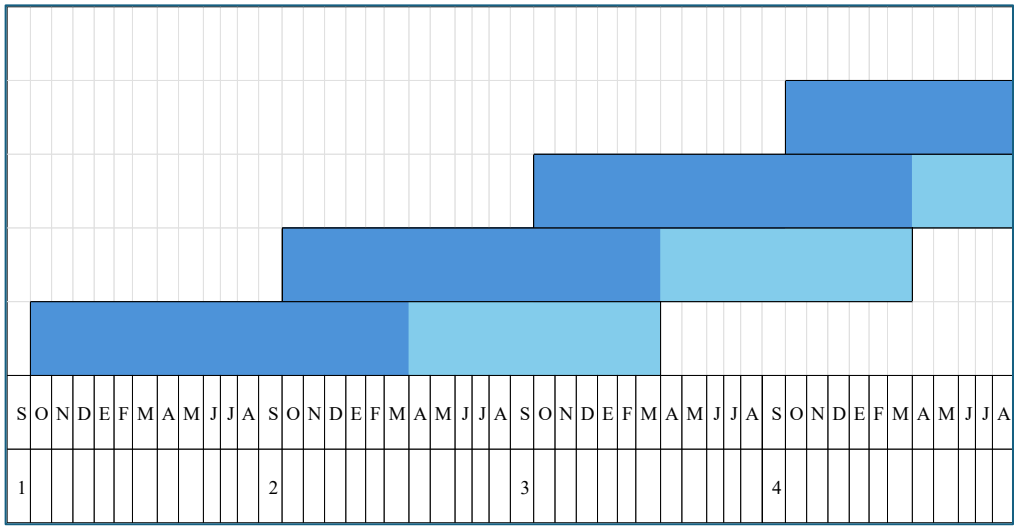
Previo al análisis financiero han de tenerse en cuanta los siguientes aspectos:

- La inversión inicial se realizará en el año 0 del proyecto.
- La vida útil de proyecto será de 30 años.
- Desde el primer ejercicio completo (año 1) se prevé que la explotación funcione a plena capacidad.

- Los ingresos quedarán reflejados como cobros, incluyendo todos los flujos positivos, mientras que los pagos recogerán los egresos y consumos de recursos. Ambos se registrarán al cierre de cada ejercicio anual.
- El coste de oportunidad del promotor, es decir, la rentabilidad que podría obtener con inversiones alternativas se representará mediante una tasa de actualización del 3% aplicada al proyecto.
- No se contemplará el efecto de la inflación, por lo que cobros y pagos permanecerán constantes en el tiempo y se expresarán en términos reales.
- Para la evaluación de la inversión se emplearán los indicadores económicos clásicos: Valor Actual Neto (VAN), Tasa Interna de Retorno (TIR) y periodo de recuperación de la inversión (Pay-back).
- La compra de la parcela no formará parte de la inversión considerada.

Cabe destacar que, dado el largo proceso de crianza de los dos formatos de vinos espumosos elaborados: Gran Crianza y Crianza (18 y 30 meses respectivamente), el primer año de producción no sacará a la venta ningún producto y el segundo sólo sacará a la venta el primer lote de Crianza. A partir de ahí, de el tercer año de producción en adelante, saldrán ambos lotes a la venta una vez al año. Se adjunta gráfico para mayor comprensión, donde el periodo azul oscuro representa el periodo de crianza de ambas elaboraciones y el periodo azul claro el tiempo extra que requiere la elaboración de gran crianza.

Figura 1: Representación de la salida de producto elaborado según tipo de crianza



Fuente: Elaboración propia

2. INVERSIÓN DEL PROYECTO

La inversión necesaria para la puesta en marcha de la industria objeto de estudio se encuentra desarrollada en el Documento IV: Presupuesto, donde se recoge el presupuesto de ejecución por administración, compuesto por el presupuesto de ejecución por contrata (PEC) más el importe correspondiente al IVA.

En este anejo, sin embargo, la valoración de la inversión se realizará excluyendo el IVA.

Tabla 1: Presupuesto de ejecución material y partidas

CONCEPTO		IMPORTE
1	Movimiento de tierras	10721.11
2	Urbanización	92333.63
3	Cimentación	4437.42
4	Estructura	148456.65
5	Cerramientos, particiones, albañilería y carpintería	377681.96
6	Instalaciones básicas	10196.27
7	Instalación de frío	67485.96
8	Maquinaria del proceso productivo	385204.04
TOTAL(€)		1096517.04

Fuente: Elaboración propia

A este importe se suman otros conceptos adicionales calculados en función del PEC (sin IVA):

- Honorarios del proyectista (3%): 1.096.517.04 × 0,03 = 32.895,51 €
- Gastos generales (13%): 1.096.517.04 × 0,13 = 142.547,21 €
- Beneficio industrial (6%): 1.096.517.04 × 0,06 = 65.791,02€
- Licencia de obras (2%): 1.096.517.04 × 0,02 = 21.930,34€
- Coste de mobiliario (10%): 1.096.517.04 × 0,10 = 109.651,70 €

Por tanto, la inversión inicial total del proyecto se estima en 1.469.332,83€.

3. IDENTIFICACIÓN, CUANTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE PAGOS

En este apartado se analizan en detalle los desembolsos asociados al proyecto,

distinguiendo entre los pagos que se producen de forma recurrente durante la explotación ordinaria y aquellos que responden a situaciones excepcionales o a inversiones puntuales.

3.1.Pagos ordinarios

Serán los egresos periódicos y recurrentes asociados a la explotación habitual del proyecto. Incluyen los costes de funcionamiento necesarios para mantener la actividad, como mano de obra, materias primas, energía, agua, mantenimiento, impuestos, seguros, distribución y logística.

3.1.1. Mano de obra

El número de empleados necesarios quedó definido en el anejo de ingeniería del proceso. En la Tabla 2 se recoge el coste total asociado a la mano de obra en la industria.

Las cotizaciones a la Seguridad Social se han calculado conforme a la normativa española vigente en 2025, publicada por el Ministerio de Inclusión, Seguridad Social y Migraciones. En este marco, la contribución empresarial se ha estimado en torno al 30% de la base de cotización, lo que cubre conceptos como contingencias comunes, desempleo y formación. Por su parte, la aportación de los trabajadores se sitúa aproximadamente en un 6,4% del salario bruto.

Cabe señalar que estos valores son promedios de referencia, pudiendo variar en función de posibles bonificaciones, reducciones o límites legales. Por ello, resulta aconsejable contrastar los cálculos con un asesor laboral para obtener la cifra exacta en cada caso.

Tabla 2: Pagos ordinarios a los trabajadores de la bodega

Tipo de contrato	Oficio	Nº de trabajadores	Salario bruto anual/semanal (€)	Coste empresa (30%)	Deducción trabajador (6,4%)	Coste total (€)
Fijo	Enólogo y jefe de producción	1	35000.00	10500.00	2240.00	47740.00
Fijo	Capataz de bodega	1	25000.00	7500.00	1600.00	34100.00
Fijo	Técnico de laboratorio	1	22000.00	6600.00	1408.00	30008.00
Fijo	Operadores especializados	2	20000.00	6000.00	1280.00	27280.00
Fijo	Técnico de mantenimiento	1	23000.00	6900.00	1472.00	31372.00
Fijo	Personal de limpieza	2	18000.00	5400.00	1152.00	24552.00
Fijo	Administrativo	1	21000.00	6300.00	1344.00	28644.00
Temporal	Vendimiadores	6	307.00	92.10	19.65	418.75
Temporal	Transportista-tractorista	2	365.00	109.50	23.36	497.86
Temporal	Personal de primer embotellado	5	336.00	100.80	21.50	458.30
Temporal	Personal de segundo embotellado	11	336.00	100.80	21.50	458.30
TOTAL						**225529.22**

Fuente: Elaboración propia

3.1.2. Materia prima y auxiliar

Las cantidades de materias primas y auxiliares necesarias en el proceso fueron definidas

en el Anejo III y a continuación se estimarán sus precios puesto que no todos se pueden conocer con exactitud.

Tabla 3: Pagos ordinarios de materias primas y auxiliares

Materia	Precio estimado	Cantidad empleada	Total
Uva (€/kg)	0.75	57000	42750
Anhidro sulfuroso (€/kg)	2.5	9.5	23.75
LSA (Levaduras Secas Activas) (€/kg)	20	9.22	184.422
Clarificantes (€/kg)	6	65.4	392.4
Correctores (€/kg)	4	3	12
Bitartrato de potasio (€/kg)	8	121	968
Azúcar (€/kg)	0.8	6.9	5.52
Tiamina (€/kg)	45	1	45
Fosfato diamónico (€/kg)	3	1	3
Botellas (€/unidad)	0.5	40527	20263.5
Chapas (€/unidad)	0.03	40527	1215.81
Obturadores (€/unidad)	0.05	40527	2026.35
Corchos (€/unidad)	0.2	40000	8000
Bozales (€/unidad)	0.05	40000	2000
Cápsulas (€/unidad)	0.04	40000	1600
Etiquetas delanteras (€/unidad)	0.03	40000	1200
Etiquetas traseras (€/unidad)	0.03	40000	1200
Cajas (€/unidad)	0.4	40000	16000
TOTAL			**97889.75**

Fuente: Elaboración propia

3.1.3. Consumo energético

El consumo energético vendrá definido por la maquinaria e instalaciones de la nave, destinadas tanto al proceso productivo como al servicio de trabajadores. Quedan recogidos en la siguiente tabla.

Tabla 4: Consumo energético del proceso

Máquina/Elemento auxiliar	Potencia media(kW)	Horas de funcionamiento(h/año)	Consumo anual (kWh/año)	Tarifa (€/kWh)	Importe(€/año)
Báscula puente	2	2	4	0.2	0.8
Sistema de volteado de cajas y sele	4	10	40	0.2	8
Despalilladora	9	10	90	0.2	18
Bomba de vendimia	6	15	90	0.2	18
Prensa	12	9	108	0.2	21.6
Bomba de trasiego	4	30	120	0.2	24
Bomba dosificadora SO2	0.5	20	10	0.2	2
Sistema de inertización	0.5	8	4	0.2	0.8
Enjuagadora	5	57	285	0.2	57
Llenadora	6	57	342	0.2	68.4
Taponadora de tapón rosca	4	57	228	0.2	45.6
Congelador de cuellos	8	43	344	0.2	68.8
Equipo de deguelle y rellenado	7	43	301	0.2	60.2
Taponadora-bozaladora	4	43	172	0.2	34.4
Capsuladora-etiquetadora	5	43	215	0.2	43
Instalación de agua glicolada	15	400	6000	0.2	1200
Cámara frigorífica	12	144	1728	0.2	345.6
Salas climatizadas	10	860	8600	0.2	1720
Luz	Estimación (kWh/año)		3000	0.2	600
TOTAL			21681	0.2	4336.2

Fuente: Elaboración propia

3.1.4. Consumo de agua

El consumo total anual de agua de la bodega se estima en unos 455 m³/año (455.000 L), equivalente a ~15,2 L de agua por litro de vino producido. Esta cifra incluye agua de proceso y limpiezas (240 m³), operaciones de embotellado (20 m³), consumo del personal (121 m³) y usos auxiliares de laboratorio y limpieza (15 m³), más un 15 % de contingencia para escenarios de máxima demanda.

Tabla 5: Consumo de agua de la nave

Concepto	Consumo estimado (m³/año)	Consumo estimado (L/año)	Coste (€)
Proceso y limpiezas (CIP, equipos, suelo	240	240 000	489,60
Embotellado (enjuague + CIP de línea)	20,4	20 400	41,62
Consumo personal (servicios e higiene)	120,9	120 900	246,64
Laboratorio y usos auxiliares	15	15 000	30,60
Subtotal sin contingencia	396,3	396 300	807,46
Contingencia (+15 %)	59,4	59 400	121,18
Total estimado con contingencia	**455,7**	**455 700**	**€ 928,64**

Fuente: Elaboración propia

3.1.5. Distribución y logística

Se estiman los gastos de distribución y logística en 0.05 €/kg por lo que, teniendo en cuenta el peso de cada botella, contenido y embalaje contando su propio peso, contenido, tapón y caja, el transporte supondrá unos 1.500€ totales

3.1.6. Seguros

Los seguros que se contraten también serán considerados un pago ordinario que repercutirá en el flujo de caja de la explotación.

Tabla 6: Pagos relativos a seguros

Concepto	Estimación anual (€)
Seguro de instalaciones	1250
Seguro de mercancías	600
Seguro de transporte	1000
Seguro de responsabilidad civil	1000
Seguro de accidentes laborales/convenio	3000
Total anual	**6,850.00 €**

Fuente: Elaboración propia

3.1.7. Mantenimiento

Se estima el coste de mantenimiento de instalaciones y maquinaria puesto que influirán en los costes de producción

Tabla 7: Gatos relativos al mantenimiento de instalaciones y maquinaria

Concepto	Estimación anual (€)
Maquinaria de proceso	2700
Instalaciones técnicas	1000
Edificio y obra civil	2000
Servicios externos (SAT, revisiones)	1500
Correctivos imprevistos	1000
Total anual	**8,200.00 €**

Fuente: Elaboración propia

3.1.8. Impuestos

El Impuesto sobre Bienes Inmuebles (IBI) de la bodega se ha estimado considerando un valor catastral aproximado de 87.500 €, equivalente al 35 % del valor de mercado de la nave e instalaciones (250.000 €). Aplicando el tipo impositivo urbano vigente en el municipio de Requena, en torno al 0,55 %, resulta una cuota anual cercana a 500 €, cifra coherente con el rango esperado para edificaciones de uso industrial de estas características.

3.1.9. Resumen de los pagos ordinarios

Se incluirán además gastos extra como los derivados de gestión de residuos o marketing entre otros, obteniendo así la cantidad destinada a pagos ordinarios del flujo de caja.

Tabla 8: Resumen de pagos ordinarios

	Pago ordinario	Importe anual (€/año)	Porcentaje del total (%)
1	Mano de obra	225539.22	63.31035443
2	Materias primas y auxiliares	97889.752	27.47830242
3	Consumo energético	4336.2	1.21720009
4	Consumo de agua	928.64	0.260675405
5	Seguros	6850	1.922840417
6	Mantenimiento	8200	2.301794368
7	Impuestos(IBI)	500	0.140353315
8	Otros(marketing, gestión de residuos…)	12000	3.368479563
TOTAL		**356243.812**	**100**

Fuente: Elaboración propia

3.2. Pagos extraordinarios

Se refieren a los desembolsos puntuales o no recurrentes, vinculados normalmente a la puesta en marcha o a hitos específicos del proyecto. Aquí se incluyen la inversión inicial en infraestructuras y equipos, la obtención de permisos y licencias, así como renovaciones o sustituciones de maquinaria durante la vida útil del proyecto.

3.2.1. Inversión inicial

Como ya se mencionó en el apartado 2, asciende a 1.469.332,83 € y será contabilizada en el año 0 ya sea el caso de financiación propia o ajena, contando además el pago del préstamo y los respectivos intereses en el segundo caso.

3.2.2. Renovación de maquinaria

La vida útil de la maquinaria será de 15 años, por lo que la renovación de la misma será llevada a cabo en el año 15 y será igual a el total de inversión inicial en maquinaria: 385.204,04 €.

4. IDENTIFICACIÓN, CUANTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE COBROS

En este epígrafe se recogen los ingresos generados por la actividad del proyecto, diferenciando entre cobros de carácter ordinario, procedentes de la venta recurrente de productos, y cobros extraordinarios, vinculados a situaciones específicas como el valor residual de la maquinaria o de las instalaciones al final de su vida útil.

4.1. Cobros ordinarios

Son los ingresos recurrentes derivados de la explotación normal del proyecto. Corresponden a las ventas de bienes o servicios que genera la actividad industrial de forma continuada.

Como ya se ha explicado anteriormente, el primer año no se obtendrán cobros por venta de productos, el segundo únicamente por venta de el lote de Crianza y a partir del tercer año por la venta de el lote de Crianza y el de Gran Crianza.

Dados los precios de venta del producto a restauradores y supermercados:

-Botella de vino espumoso blanco ecológico Brut Nature D.O. Cava de Requena de uva *pinot noir* Crianza (75cl): 19.50 €/ud

-Botella de vino espumoso blanco ecológico Brut Nature D.O. Cava de Requena de uva *pinot noir* Gran Crianza (75cl): 9,50 €/ud

Lo que supone 390.000 € por cada añada de Gran Crianza y 190.000 € por cada añada de Crianza, al ser cada lote de 20.000 botellas. Es decir, 190.000€ el año 2 y 580.000€ los años siguientes.

4.2. Cobros extraordinarios

Engloban los ingresos no periódicos que se producen de manera excepcional. Entre ellos destacan el valor de desecho de la maquinaria al final de su vida útil, la venta de activos no necesarios para la actividad o el valor residual de las obras e instalaciones.

4.2.1. Valor de desecho de la maquinaria

Será estimado en un 10% del valor de adquisición de la maquinaria, el cual es de 385.204,04€, suponiendo un valor de deshecho de 38.520,40 €, que será contabilizado en el año 15, al igual que la renovación de maquinaria.

4.2.2. Valor de desecho del mobiliario

Sucederá igual que en el caso anterior sólo que su valor se estimado en un 6% de el de adquisición, suponiendo un cobro de 9.579,102€ en el año 15, al igual que la renovación de mobiliario.

4.2.3. Valor residual de las instalaciones

Al igual que los casos anteriores salvo que el valor se en un 20% del gasto inicial, contabilizándose a final de la vida útil y suponiendo un flujo positivo de 142.262,6 €, fruto del gasto de 711.313 € presupuestados para las instalaciones.

5. EVALUACIÓN FINANCIERA

Una vez identificados, cuantificados y valorados los cobros y pagos del proyecto, se procede a definir los flujos de caja a lo largo de toda su vida útil. Sobre estos flujos se aplican los principales indicadores económicos de evaluación, que son los siguientes:

- Valor Actual Neto (VAN): también denominado plusvalía o valor capital de la inversión. Representa la diferencia entre el valor presente de los flujos de caja generados por el proyecto y la inversión inicial realizada. En términos prácticos, mide la ganancia neta que aporta el proyecto tras recuperar el desembolso inicial. Se expresa como:

$$VAN = -k + \sum_{j=1}^{n} \frac{R_j}{(1+r)^j}$$

Donde:

  - *K*: inversión inicial.
  - *n*: número de años de vida útil.
  - *R*: flujo de caja anual generado por la inversión.
  - *r*: tipo de actualización (en este caso, 3 %).

Siendo la interpretación la siguiente:

  - VAN > 0 → el proyecto genera beneficios netos y se considera viable.
  - VAN = 0 → la inversión se recupera, incluyendo el coste del capital.
  - VAN < 0 → el proyecto no resulta rentable en las condiciones planteadas.

- Tasa Interna de Retorno (TIR): refleja la rentabilidad que ofrece la inversión, expresada en forma de porcentaje. Es el tipo de descuento que hace que el VAN sea igual a cero. En otras palabras, indica la tasa de rendimiento interno del

$$VAN = 0 = -k + \sum_{j=1}^{n} \frac{R_j}{(1+r)^j}$$

proyecto. Un proyecto se considera aceptable si la TIR es superior al coste de los recursos financieros a los que puede acceder el inversor.

- Plazo de Recuperación (Pay-back): se refiere al tiempo necesario para que los cobros acumulados igualen a los pagos realizados. Es decir, los años que transcurren desde el inicio del proyecto hasta recuperar la inversión inicial. Un proyecto será viable si su vida útil es superior al periodo de recuperación calculado.

$$\text{Payback} = \sum_{j=1}^{h} \frac{R_j}{(1+r)^j} \geq \sum_{j=0}^{m} \frac{K_j}{(1+r)^j}$$

5.1. Hipótesis de la evaluación

Se analizarán seguidamente dos formas de financiación a la hora de ejecución de el proyecto; financiación propia y financiación ajena.

Cabe destacar que, dado el largo proceso de crianza de el vino, la producción de nuevos lotes se detendrá dos años antes de el fin de la vida útil de el proyecto. De esta forma se evitará producir vino que no podrá ser completamente procesado para su venta. Aún así, habrá crianzas por finalizar de los años anteriores, en concreto un lote de cada tipo el año 29 y uno de Gran Crianza el año 30, suponiendo cobros aun sin procesar más uva. Además, serán necesarios de menos pagos, puesto que no se empleará mano de obra temporal, la cual se destina a los periodos de vendimia, procesado y embotellado y tampoco hará falta materia prima ni auxiliar. También se reducirá el gasto de luz, agua contrato de seguros, etc. Esto reducirá el pago ordinario a 115.421,57 €.

5.1.1. Evaluación con financiación propia

En ella, será el promotor el que abonará por cuenta propia el 100% de el coste de la inversión del proyecto en el año 0 y sin recurrir a fuentes de financiación ajenas. Esto supondrá los siguientes flujos de caja:

Tabla 9: Flujos de caja con financiación propia

Año	Cobros ordinarios (€)	Cobros extraordinarios (€)	Pagos ordinarios (€)	Pagos extraordinarios (€)	Inversión (€)	Flujo de caja (€)
0					1469332.83	-1469332.83
1			356243.81			-356243.81
2	190000.00		356243.81			-166243.81
3	580000.00		356243.81			223756.19
4	580000.00		356243.81			223756.19
5	580000.00		356243.81			223756.19
6	580000.00		356243.81			223756.19
7	580000.00		356243.81			223756.19
8	580000.00		356243.81			223756.19
9	580000.00		356243.81			223756.19
10	580000.00		356243.81			223756.19
11	580000.00		356243.81			223756.19
12	580000.00		356243.81			223756.19
13	580000.00		356243.81			223756.19
14	580000.00		356243.81			223756.19
15	580000.00	48099.50	356243.81	385204.04		-113348.35
16	580000.00		356243.81			223756.19
17	580000.00		356243.81			223756.19
18	580000.00		356243.81			223756.19
19	580000.00		356243.81			223756.19
20	580000.00		356243.81			223756.19
21	580000.00		356243.81			223756.19
22	580000.00		356243.81			223756.19
23	580000.00		356243.81			223756.19
24	580000.00		356243.81			223756.19
25	580000.00		356243.81			223756.19
26	580000.00		356243.81			223756.19
27	580000.00		356243.81			223756.19
28	580000.00		356243.81			223756.19
29	580000.00		115421.57			464578.43
30	390000.00	190362.10	115421.57			464940.53

Fuente: Elaboración propia

Con una tasa de actualización del 3% se obtienen los siguientes valores de VAN y TIR:

VAN = 1.970.850,27 €

TIR = 8,57%

Y estudiando los flujos de caja acumulados se observa que se tardan 12 años en recuperar la inversión:

Tabla 10: Flujo de caja acumulado en el caso de la financiación propia

Año	Flujo de caja (€)	Flujo de caja acumulado (€)
1	-1469332.8	-1469332.8
2	-356243.81	-1825576.6
3	-166243.81	-1991820.5
4	223756.19	-1768064.3
5	223756.19	-1544308.1
6	223756.19	-1320551.9
7	223756.19	-1096795.7
8	223756.19	-873039.5
9	223756.19	-649283.31
10	223756.19	-425527.12
11	223756.19	-201770.93
12	223756.19	21985.26

Fuente: Elaboración propia

PAYBACK = $12 + \frac{201.770,93}{223.756,19}$ = 12,9 años concretamente.

Con una tasa de actualización del 3 %, el proyecto presenta un VAN de 1.970.850,27 €, lo que confirma una notable creación de valor. La TIR alcanza el 8,57 %, claramente superior al coste de capital, lo que evidencia su rentabilidad. El pay-back se sitúa en 12,9 años, un plazo largo pero coherente con la naturaleza del sector vitivinícola y dada la gran inversión inicial, sabiendo además que la crianza prolongada retrasará los retornos los primeros años. En conjunto, los resultados reflejan un proyecto financieramente viable y atractivo a largo plazo.

5.1.2. Evaluación con financiación ajena

En este escenario de financiación, a diferencia del anterior, el promotor no afronta la totalidad de la inversión inicial con recursos propios. Se plantea, en su lugar, la contratación de un préstamo que cubra el 60 % del importe total de la inversión, lo que permite disponer del capital necesario desde el año 0.

Como consecuencia, en la estimación de los flujos de caja del proyecto deben incorporarse los pagos extraordinarios vinculados a la financiación, concretados en las cuotas anuales (amortización e intereses) correspondientes al crédito solicitado.

$$Anualidad = \frac{C \cdot (1+i)^n \cdot i}{(1+i)^n - 1}$$

Donde:

-C (Préstamo realizado) = 1.469.332,83 x 0.6 = 881.599,69 €

-i (Tasa de interés aplicado anualmente) = 4 %

-n (Periodo de amortización) = 10 años

$$Anualidad = \frac{881.599{,}69 \text{ x } (1+0{,}04)^{10} x\ 0{,}04}{(1+0{,}04)^{10}-1} = 108.693{,}26\ €$$

Así pues, este será el importe a pagar de forma anual durante los primeros 10 años de proyecto.

Tabla 11: Flujo de caja con financiación ajena

Año	Cobros ordinarios (€)	Cobros extraordinarios (€)	Pagos ordinarios (€)	Pagos extraordinarios (€)	Inversión (€)	Flujo de caja (€)
0					1469332.83	-1469332.83
1			356243.81	108693.26		-464937.07
2	190000.00		356243.81	108693.26		-274937.07
3	580000.00		356243.81	108693.26		115062.93
4	580000.00		356243.81	108693.26		115062.93
5	580000.00		356243.81	108693.26		115062.93
6	580000.00		356243.81	108693.26		115062.93
7	580000.00		356243.81	108693.26		115062.93
8	580000.00		356243.81	108693.26		115062.93
9	580000.00		356243.81	108693.26		115062.93
10	580000.00		356243.81	108693.26		115062.93
11	580000.00		356243.81			223756.19
12	580000.00		356243.81			223756.19
13	580000.00		356243.81			223756.19
14	580000.00		356243.81			223756.19
15	580000.00	48099.50	356243.81	385204.04		-113348.35
16	580000.00		356243.81			223756.19
17	580000.00		356243.81			223756.19
18	580000.00		356243.81			223756.19
19	580000.00		356243.81			223756.19
20	580000.00		356243.81			223756.19
21	580000.00		356243.81			223756.19
22	580000.00		356243.81			223756.19
23	580000.00		356243.81			223756.19
24	580000.00		356243.81			223756.19
25	580000.00		356243.81			223756.19
26	580000.00		356243.81			223756.19
27	580000.00		356243.81			223756.19
28	580000.00		356243.81			223756.19
29	580000.00		115421.57			464578.43
30	390000.00	190362.10	115421.57			464940.53

Fuente: Elaboración propia

Obteniendo los siguientes valores de VAN y TIR con una tasa de actualización del 3%:

VAN = 1.043.674,71€

TIR = 5,54%

Y estudiando los flujos de caja acumulados se observa que se tardan 18 años en recuperar la inversión:

Tabla 12: Flujo de caja acumulado en el caso de la financiación ajena

Año	Flujo de caja (€)	Flujo de caja acumulado (€)
0	-1469332.8	-1469332.8
1	-464937.07	-1934269.9
2	-274937.07	-2209207
3	115062.93	-2094144
4	115062.93	-1979081.1
5	115062.93	-1864018.2
6	115062.93	-1748955.3
7	115062.93	-1633892.3
8	115062.93	-1518829.4
9	115062.93	-1403766.5
10	115062.93	-1288703.5
11	223756.19	-1064947.3
12	223756.19	-841191.15
13	223756.19	-617434.96
14	223756.19	-393678.77
15	-113348.35	-507027.12
16	223756.19	-283270.93
17	223756.19	-59514.74
18	223756.19	164241.45

Fuente: Elaboración propia

PAYBACK = $18 + \frac{59.514,74}{223.756,19}$ = 18,26 años concretamente.

Con una tasa de actualización del 3 %, el proyecto obtiene un VAN de 1.043.674,71 €, valor positivo que indica creación de riqueza, aunque inferior al caso anterior. La TIR es del 5,54 %, todavía por encima del coste de capital, lo que garantiza rentabilidad, pero

con un margen más ajustado. El pay-back se alarga hasta 18,3 años, lo que supone una recuperación más lenta de la inversión dentro de la vida útil de 30 años. En conjunto, se trata de un proyecto viable pero menos atractivo, con rentabilidad moderada y un retorno tardío.

5.1.3. Conclusión

En el caso de financiación propia, el proyecto presenta una mayor rentabilidad y una recuperación de la inversión más temprana, aunque requiere un fuerte desembolso inicial que inmoviliza capital. Con financiación ajena (60 % mediante préstamo), la rentabilidad es menor y el pay-back se alarga hasta 18,3 años, sin embargo, este escenario permite al promotor disminuir el esfuerzo financiero inicial, mantener liquidez para otras inversiones y beneficiarse de la deducibilidad fiscal de los intereses, ofreciendo así mayor flexibilidad a pesar de un retorno más lento.

6. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

Para más certeza a cerca de la inversión a realizar por el promotor, se estudiarán tres casos de cambios desfavorables en variables de la evaluación financiera del proyecto. En ellos se verá cómo afectan a la rentabilidad del proyecto casos de reducciones de cobros, aumentos del coste de materias primas y disminuciones del precio de venta del producto.

6.1. Hipótesis 1: Reducción de los cobros ordinarios hasta el 60%

Suponiendo que no se lograra vender gran parte del producto elaborado, en concreto un 40% del stock, estudiaremos la rentabilidad del proyecto.

Tabla 13: Flujos de caja para la hipótesis 1 del análisis de sensibilidad

Año	Cobros ordinarios (€)	Cobros extraordinarios (€)	Pagos ordinarios (€)	Pagos extraordinarios (€)	Inversión (€)	Flujo de caja (€)
0					1469332.83	-1469332.83
1			356243.81			-356243.81
2	114000.00		356243.81			-242243.81
3	348000.00		356243.81			-8243.81
4	348000.00		356243.81			-8243.81
5	348000.00		356243.81			-8243.81
6	348000.00		356243.81			-8243.81
7	348000.00		356243.81			-8243.81
8	348000.00		356243.81			-8243.81
9	348000.00		356243.81			-8243.81
10	348000.00		356243.81			-8243.81
11	348000.00		356243.81			-8243.81
12	348000.00		356243.81			-8243.81
13	348000.00		356243.81			-8243.81
14	348000.00		356243.81			-8243.81
15	348000.00	48099.50	356243.81	385204.04		-345348.35
16	348000.00		356243.81			-8243.81
17	348000.00		356243.81			-8243.81
18	348000.00		356243.81			-8243.81
19	348000.00		356243.81			-8243.81
20	348000.00		356243.81			-8243.81
21	348000.00		356243.81			-8243.81
22	348000.00		356243.81			-8243.81
23	348000.00		356243.81			-8243.81
24	348000.00		356243.81			-8243.81
25	348000.00		356243.81			-8243.81
26	348000.00		356243.81			-8243.81
27	348000.00		356243.81			-8243.81
28	348000.00		356243.81			-8243.81
29	348000.00		115421.57			232578.43
30	234000.00	190362.10	115421.57			308940.53

Fuente: Elaboración propia

Obteniendo los siguientes valores de VAN y TIR con una tasa de actualización del 3%:

VAN = -2.172.853,45€

TIR = -6,26%

Con una tasa de actualización del 3 %, el proyecto arroja un VAN de –2.172.853,45 €, lo que refleja una pérdida significativa de valor. La TIR es negativa (–6,26 %), situándose muy por debajo del coste de capital, lo que indica clara falta de rentabilidad. Además, el pay-back no llega a alcanzarse dentro de la vida útil, ya que los flujos de caja acumulados

nunca cubren la inversión inicial. En consecuencia, el proyecto resulta financieramente inviable bajo estas condiciones.

6.2. Hipótesis 2: Incremento del 50% en el precio de la materia prima

Se estudiará la rentabilidad del proyecto suponiendo que el coste de la uva aumentase en un 50%, pasando de 0,75 €/kg a 1,125 €/kg:

Tabla 14: Flujos de caja para la hipótesis 2 del análisis de sensibilidad

Año	Cobros ordinarios (€)	Cobros extraordinarios (€)	Pagos ordinarios (€)	Pagos extraordinarios (€)	Inversión (€)	Flujo de caja (€)
0					1469332.83	-1469332.83
1			377618.81			-377618.81
2	190000.00		377618.81			-187618.81
3	580000.00		377618.81			202381.19
4	580000.00		377618.81			202381.19
5	580000.00		377618.81			202381.19
6	580000.00		377618.81			202381.19
7	580000.00		377618.81			202381.19
8	580000.00		377618.81			202381.19
9	580000.00		377618.81			202381.19
10	580000.00		377618.81			202381.19
11	580000.00		377618.81			202381.19
12	580000.00		377618.81			202381.19
13	580000.00		377618.81			202381.19
14	580000.00		377618.81			202381.19
15	580000.00	48099.50	377618.81	385204.04		-134723.35
16	580000.00		377618.81			202381.19
17	580000.00		377618.81			202381.19
18	580000.00		377618.81			202381.19
19	580000.00		377618.81			202381.19
20	580000.00		377618.81			202381.19
21	580000.00		377618.81			202381.19
22	580000.00		377618.81			202381.19
23	580000.00		377618.81			202381.19
24	580000.00		377618.81			202381.19
25	580000.00		377618.81			202381.19
26	580000.00		377618.81			202381.19
27	580000.00		377618.81			202381.19
28	580000.00		377618.81			202381.19
29	580000.00		136796.57			443203.43
30	390000.00	190362.10	136796.57			443565.53

Fuente: Elaboración propia

Obteniendo los siguientes valores de VAN y TIR con una tasa de actualización del 3%:

Obteniendo los siguientes valores de VAN y TIR con una tasa de actualización del 3%:

VAN = 1.551.90,83

TIR = 7,44%

PB = 13,05 años

Con una tasa de actualización del 3 %, el proyecto muestra un VAN de 1.551.890,83 €, lo que evidencia una generación de valor significativa. La TIR alcanza el 7,44 %, claramente superior al coste de capital, garantizando la rentabilidad de la inversión. El pay-back se sitúa en 13,05 años, un plazo relativamente largo pero asumible dentro de la vida útil de 30 años. En conjunto, el proyecto se considera financieramente viable y atractivo a medio y largo plazo.

6.3. Hipótesis 3: Aumento del precio de la mano de obra un 20%

Se analizará el caso de que suba el precio de la mano de obra un 20%:

Tabla 15: Flujos de caja para la hipótesis 3 del análisis de sensibilidad

Año	Cobros ordinarios (€)	Cobros extraordinarios (€)	Pagos ordinarios (€)	Pagos extraordinarios (€)	Inversión (€)	Flujo de caja (€)
0					1469332.83	-1469332.83
1			401351.66			-401351.66
2	190000.00		401351.66			-211351.66
3	580000.00		401351.66			178648.34
4	580000.00		401351.66			178648.34
5	580000.00		401351.66			178648.34
6	580000.00		401351.66			178648.34
7	580000.00		401351.66			178648.34
8	580000.00		401351.66			178648.34
9	580000.00		401351.66			178648.34
10	580000.00		401351.66			178648.34
11	580000.00		401351.66			178648.34
12	580000.00		401351.66			178648.34
13	580000.00		401351.66			178648.34
14	580000.00		401351.66			178648.34
15	580000.00	48099.50	401351.66	385204.04		-158456.20
16	580000.00		401351.66			178648.34
17	580000.00		401351.66			178648.34
18	580000.00		401351.66			178648.34
19	580000.00		401351.66			178648.34
20	580000.00		401351.66			178648.34
21	580000.00		401351.66			178648.34
22	580000.00		401351.66			178648.34
23	580000.00		401351.66			178648.34
24	580000.00		401351.66			178648.34
25	580000.00		401351.66			178648.34
26	580000.00		401351.66			178648.34
27	580000.00		401351.66			178648.34
28	580000.00		401351.66			178648.34
29	580000.00		207394.22			372605.78
30	390000.00	190362.10	207394.22			372967.88

Fuente: Elaboración propia

Obteniendo los siguientes valores de VAN y TIR con una tasa de actualización del 3%:

VAN = 1,047,521.91

TIR = 6.10%

PB = 15,65 años

Con una tasa de actualización del 3 %, el proyecto presenta un VAN de 1.047.521,91 €, que confirma la creación de valor económico. La TIR es del 6,10 %, superior al coste de capital, lo que asegura rentabilidad, aunque con un margen moderado. El pay-back alcanza los 15,65 años, reflejando un retorno tardío de la inversión, pero todavía dentro de la vida útil prevista. En conjunto, se trata de un proyecto financieramente viable, aunque con recuperación lenta del capital invertido.

6.4. Conclusión

Se concluye entonces que el proyecto muestra poca sensibilidad a subidas de precios en parámetros relativos a la producción, como el aumento de costes de materias primas o de mano de obra. Dados estos casos el proyecto seguiría siendo rentable, aunque vería reducidos sus retornos, pudiendo optar por subir los precios. En cuanto a la reducción de cobros ordinarios el proyecto presenta mayor sensibilidad, siendo este su mayor punto débil.

Esto se debe al alto valor añadido del producto elaborado, lo cual ofrece un gran margen de beneficios que podrían paliar subidas de precios como las mencionadas. El problema estaría si no se consigue vender la totalidad o gran parte de la totalidad del producto, como se observa en la hipótesis 3. En este caso se podría optar por reducir precios y estudiar de nuevo la rentabilidad, aunque se confía en que no suceda esta hipótesis dado el amplio estudio de mercado realizado

DOCUMENTO II:

PLANOS

TRABAJO FIN DE GRADO

Javier Martínez Ferrez

Curso académico 2024-2025

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRONÓMICA, ALIMENTARIA Y DE BIOSISTEMAS

ÍNDICE DE PLANOS

1) LOCALIZACIÓN DE LA PARCELA DEL PROYECTO

2) PLANO DE ORDENACIÓN DE EDIFICACIONES

3.1) DISTRIBUCIÓN EN PLANTA, SUPERFICIES Y COTAS

3.2) DISTRIBUCIÓN EN PLANTA CON MAQUINARIA

4) PLANTA DE CIMENTACIÓN DE LA ESTRUCTURA

5) DETALLES DE CIMENTACIÓN DE LA ESTRUCTURA I

6) DETALLES DE CIMENTACIÓN DE LA ESTRUCTURA II

7) DETALLES DE CIMENTACIÓN DE LA ESTRUCTURA III

8) PLACAS DE ANCLAJE DE LA ESTRUCTURA

9) ESTRUCTURA DE PÓRTICOS Y ESQUEMA 3D DE LA NAVE

10) ESTRUCTURA-UNIONES 1

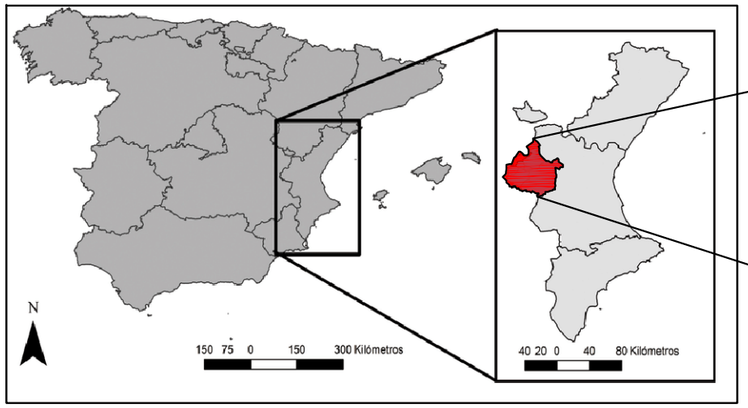
11) ESTRUCTURA-UNIONES 1

12) RESUMEN DE ALBAÑILERÍA EN PLANTA

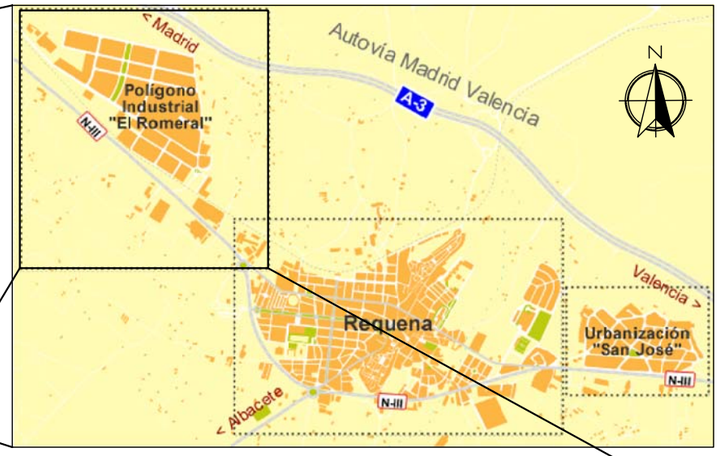
13) INSTALACIÓN DE FRÍO: EQUIPOS Y TUBERÍAS

14) ALZADOS DE LA NAVE

LOCALIZACIÓN DE LA COMARCA DE REQUENA-UTIEL



UBICACIÓN DEL POLÓGONO INDUSTRIAL "EL ROMERAL" EN REQUENA

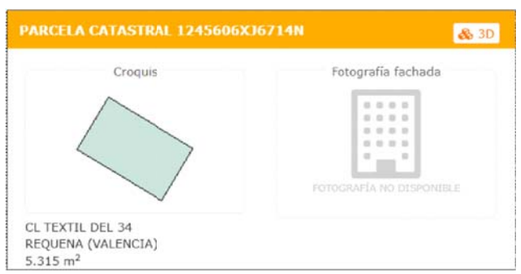






VISTA AÉREA DE EL POLÍGONO Y LA PARCELA EN CALLE DEL TEXTIL Nº34 (1:10.000)

Emplazamiento	Calle del textil nº34
Municipio	Requena
Provincia	Valencia
Referencia catastral	1245606XJ6714N
Superficie Suelo	5.315,00 m^2
Superficie Construida	1.319,74 m^2
Normativa urbanística aplicable	Plan General de Ordenación Urbana (PGOU) de Requena
Calificación del suelo	Urbanizable
Acceso a la industria	Autovía A-3 y la carretera N-III



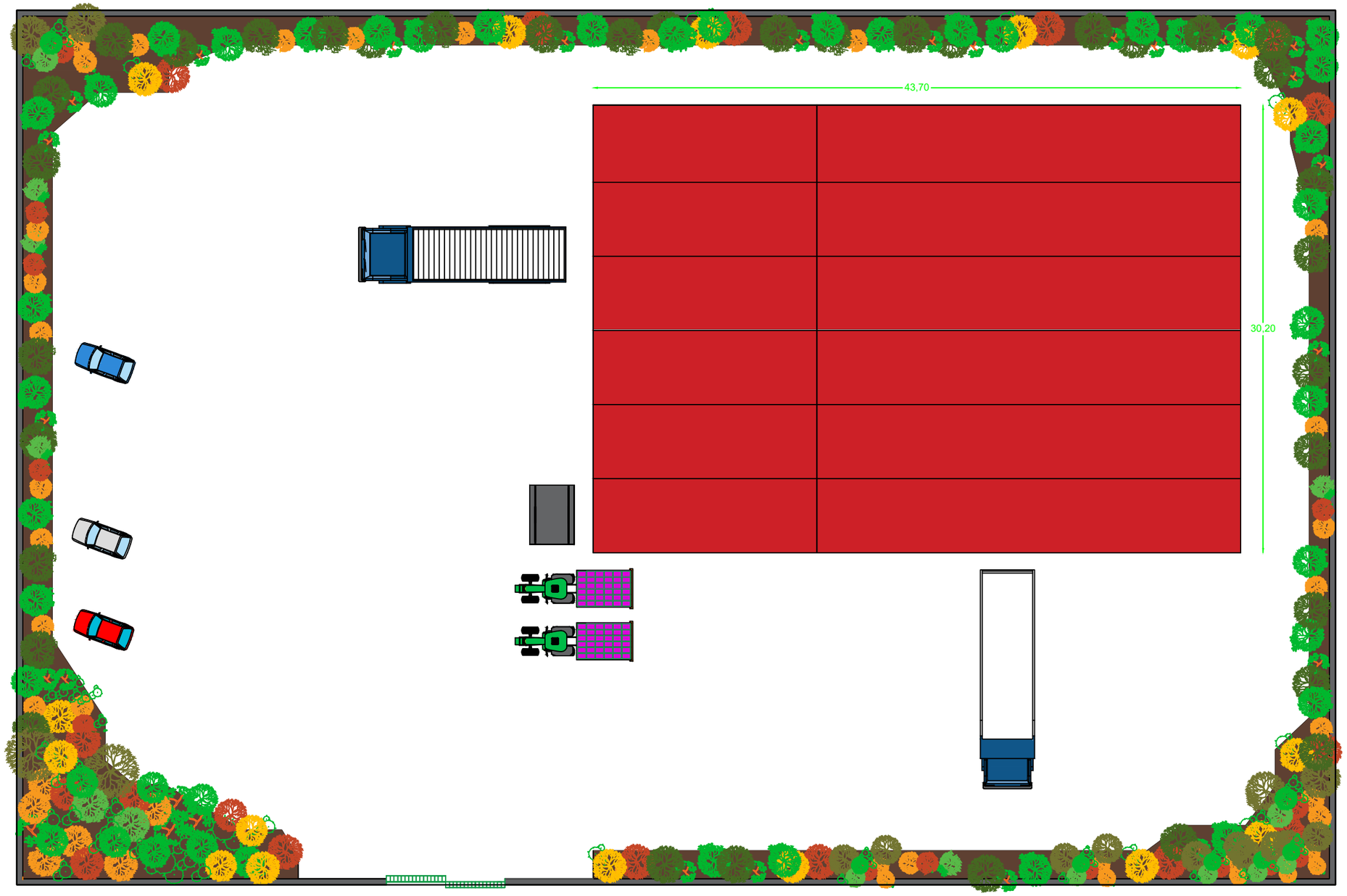
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID
E.T.S. DE INGENIERÍA AGRONÓMICA, ALIMENTARIA Y DE BIOSISTEMAS

GRADO EN INGENIERÍA ALIMENTARIA
TRABAJO DE FIN DE GRADO

TITULO: Diseño y dimensionamiento de una planta de elaboración de 40.000 botellas de vino espumoso ecológico D.O. Cava Brut en Requena, Valencia.

PLANO: LOCALIZACIÓN DE LA PARCELA DEL PROYECTO (IMPRESIÓN A3)

ESCALA:	EL ALUMNO:	Nº: 1
VARIAS	JAVIER MARTÍNEZ FERREZ	FECHA: SEPTEMBRE-2025



Emplazamiento	Calle del textil nº34
Municipio	Requena
Provincia	Valencia
Referencia catastral	1245606XJ6714N
Superficie Suelo	5.315,00 m^2
Superficie Construida	(43,70 x 30,20) 1.319,74 m^2
Normativa urbanística aplicable	Plan General de Ordenación Urbana (PGOU) de Requena
Calificación del suelo	Urbanizable
Acceso a la industria	Autovía A-3 y la Carretera N-III

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID
E.T.S. DE INGENIERÍA AGRONÓMICA, ALIMENTARIA Y DE BIOSISTEMAS

GRADO EN INGENIERÍA ALIMENTARIA
TRABAJO DE FIN DE GRADO

TITULO: Diseño y dimensionamiento de una planta de elaboración de 40.000 botellas de vino espumoso ecológico D.O. Cava Brut en Requena, Valencia.

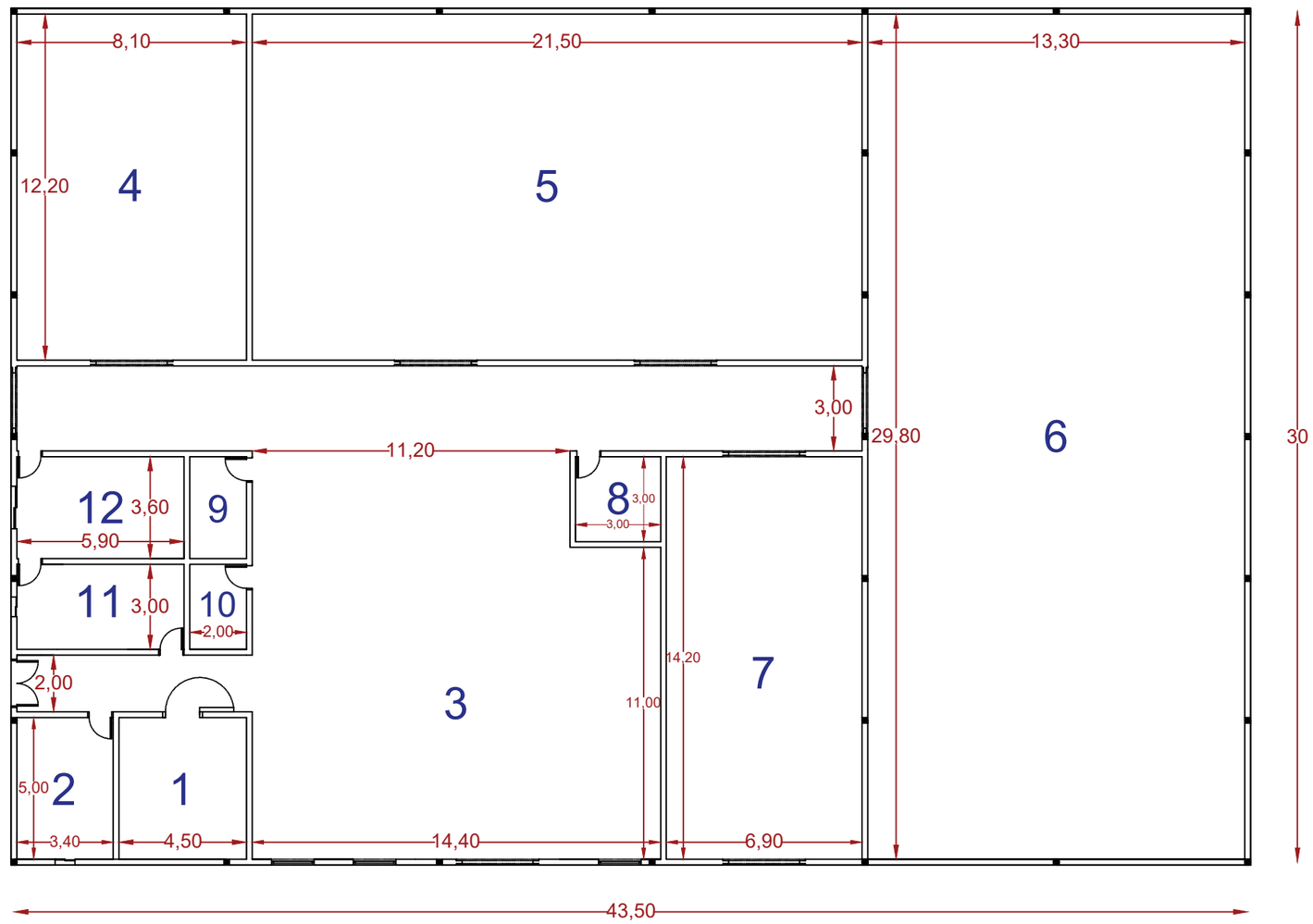
PLANO: PLANO DE ORDENACIÓN DE EDIFICACIONES (IMPRESION A3)

ESCALA: 1:3000

EL ALUMNO: JAVIER MARTÍNEZ FERREZ

Nº: 2

FECHA: SEPTIEMBRE - 2025



NÚMERO	ZONA	MEDIDIDAS (m)	SUPERFICIE (m^2)
1	Cámara frigorífica	4,5 x 5	22.5
2	Laboratorio y almacén de materias auxiliares	3,4 x 5	17
3	Sala de procesado y embotellado	14,4 x 11 +11,2 x 3,4	163.48
4	Almacén de material de envasado	8,1 x 12,2	98.82
5	Sala de rima y crianza	8,1 x 21,5	174.15
6	Sala de puesta en punta	13,3 x 29,8	396.34
7	Almacén de producto elaborado	6,9 x 14,2	97.98
8	Sala técnica de producción de frío	3 x 3	9
9	Sala de limpieza	2 x 3,6	7.2
10	Almacén de residuos	2 x 3	6
11	Baños y vestuarios	5,9 x 3	17.7
12	Comedor y sala de descanso	5,9 x 3,6	21.24

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID
E.T.S. DE INGENIERÍA AGRONÓMICA, ALIMENTARIA Y DE BIOSISTEMAS

GRADO EN INGENIERÍA ALIMENTARIA
TRABAJO DE FIN DE GRADO

TITULO: Diseño y dimensionamiento de una planta de elaboración de 40.000 botellas de vino espumoso ecológico D.O. Cava Brut en Requena, Valencia.

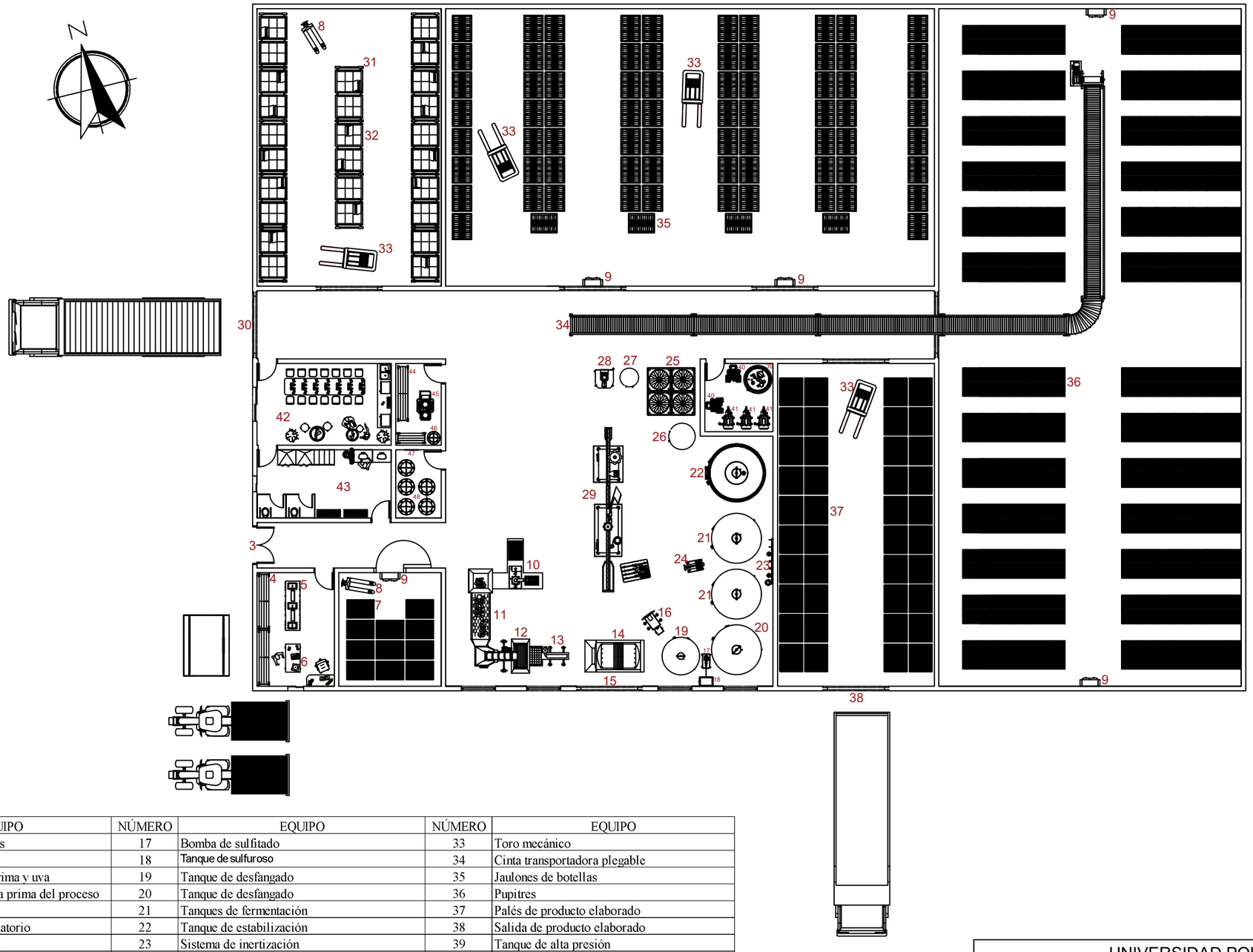
PLANO: DISTRIBUCIÓN EN PLANTA, SUPERFICIES Y COTAS (IMPRESIÓN A3)

ESCALA: 1:500

EL ALUMNO: JAVIER MARTÍNEZ FERREZ

Nº:3.1

FECHA: SEPTIEMBRE-2025



NÚMERO	EQUIPO	NÚMERO	EQUIPO	NÚMERO	EQUIPO
1	Tractores y remolques	17	Bomba de sulfitado	33	Toro mecánico
2	Báscula puente	18	Tanque de sulfuroso	34	Cinta transportadora plegable
3	Entrada de materia prima y uva	19	Tanque de desfangado	35	Jaulones de botellas
4	Estanterías de materia prima del proceso	20	Tanque de desfangado	36	Pupitres
5	Mesa de laboratorio	21	Tanques de fermentación	37	Palés de producto elaborado
6	Instrumentos de laboratorio	22	Tanque de estabilización	38	Salida de producto elaborado
7	Palés de cajas de uva	23	Sistema de inertización	39	Tanque de alta presión
8	Transpaleta	24	Filtro de placas	40	Bombas de amoniaco
9	Evaporador cúbico	25	Equipo de frío	41	Compresores de tornillo abierto
10	Volteadora de cajas	26	Tanque acumulador de agua glicolada	42	Mobiliario del comedor y sala de descanso
11	Mesa de selección	27	Sistema CIP	43	Mobiliario y sanitarios de baños y vestuarios
12	Despalilladora	28	Calentador de agua	44	Estanterías de productos de limpieza
13	Bomba de tornillo excéntrico	29	Línea de embotellado	45	Carrito de la limpieza
14	Prensa neumática	30	Entrada de personal y material de embotellado	46	Contenedor de basura común
15	Puerta de salida de raspón y orujo	31	Estanterías de palés	47	Registro de gestión de residuos
16	Bomba peristáltica	32	Palés de material de embotellado	48	Contenedores de residuos

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

E.T.S. DE INGENIERÍA AGRONÓMICA, ALIMENTARIA Y DE BIOSISTEMAS

GRADO EN INGENIERÍA ALIMENTARIA

TRABAJO DE FIN DE GRADO

TITULO: Diseño y dimensionamiento de una planta de elaboración de 40.000 botellas de vino espumoso ecológico D.O. Cava Brut en Requena, Valencia.

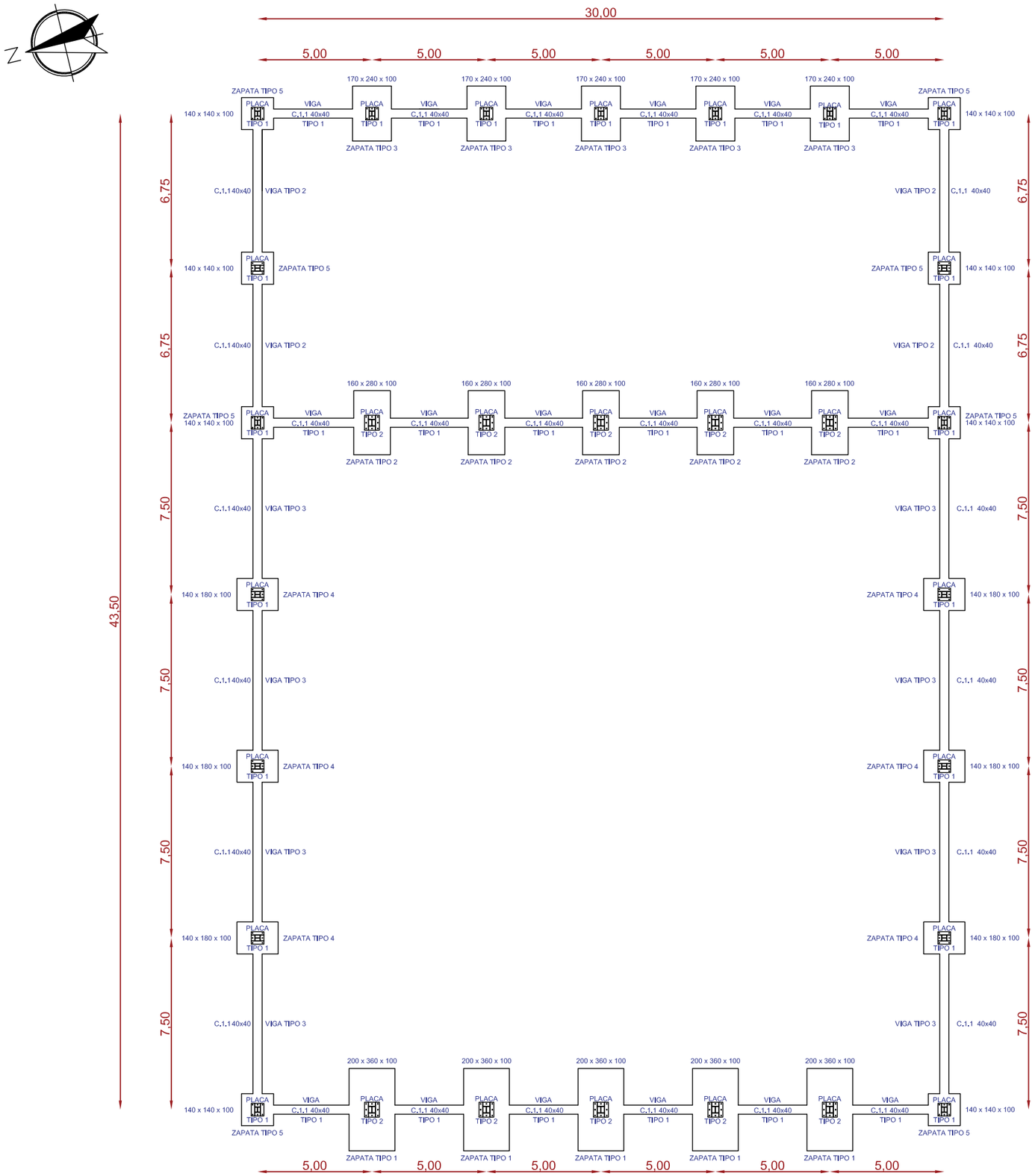
PLANO: DISTRIBUCIÓN EN PLANTA CON MAQUINARIA (IMPRESIÓN A3)

ESCALA: 1:500

EL ALUMNO: JAVIER MARTÍNEZ FERREZ

Nº:3.2

FECHA: SEPTIEMBRE-2025



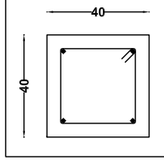
RESUMEN DE MEDICIÓN DE ZAPATAS					
Número de la zapata	B 500 S Ys=1,15 (kg)			Hormigón (m^3)	
Referencia	Ø16	Ø20	Total	HA-25 Yc=1,5	Limpieza
1	8x48.44	-	387,52	8x1.96	8x0.20
2	5x46.02	5x54.60	503,1	5x4.48	5x0.45
3	-	5x102.30	511,5	5x4.08	5x0.41
4	6x30.47	6x35.38	395,1	6x2.52	6x0.25
5	5x82.12	5x74.87	784,95	5x7.20	5x0.72
TOTAL	**1.211,04**	**1.371,13**	**2.582,17**	**109,60**	**10,96**

RESUMEN DE MEDICIÓN DE VIGAS DE ATADO					
Número de la viga	B 500 S Ys=1,15 (kg)			Hormigón (m^3)	
Referencia	Ø8	Ø12	Total	Hormigón (m^3)	Limpieza
1	18x8.66	18x20.70	528,48	18x0.55	18x0.14
2	4x13.28	4x27.54	163,28	4x0.86	4x0.21
3	8x15.02	8x30.47	363,92	8x0.98	8x0.24
TOTAL	**329,16**	**726,52**	**1.055,68**	**21,17**	**5,29**

Cuadro de arranques		
Referencias	Pernos de Placas de Anclaje	Dimensión de Placas de Anclaje
PLACA TIPO 1	6 Pernos Ø 25	Placa base (550x550x20)
PLACA TIPO 2	8 Pernos Ø 32	Placa base (650x650x25)

Resumen Acero Elemento, Viga y Placa de anclaje		Long. total (m)	Peso+10% (kg)	Total
B 500 S, Ys=1.15	Ø8	758.1	329	
	Ø12	744.0	727	
	Ø16	1413.5	2454	
	Ø20	1035.4	2809	6319

CUADRO DE VIGAS DE ATADO



C.1.1

Arm. sup.: 2Ø12

Arm. inf.: 2Ø12

Estribos: 1xØ8c/25

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

E.T.S. DE INGENIERÍA AGRONÓMICA, ALIMENTARIA Y DE BIOSISTEMAS

GRADO EN INGENIERÍA ALIMENTARIA

TRABAJO DE FIN DE GRADO

TITULO: Diseño y dimensionamiento de una planta de elaboración de 40.000 botellas de vino espumoso ecológico D.O. Cava Brut en Requena, Valencia.

PLANO: PLANTA DE CIMENTACIÓN DE LA ESTRUCTURA (IMPRESIÓN A3)

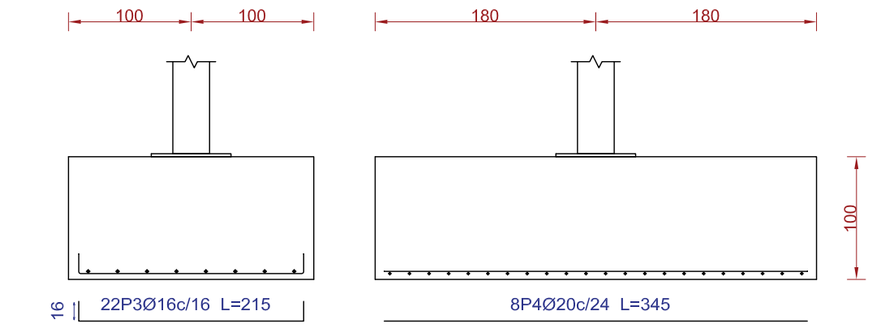
ESCALA: 1:500

EL ALUMNO: JAVIER MARTÍNEZ FERREZ

Nº: 4

FECHA: SEPTIEMBRE - 2025

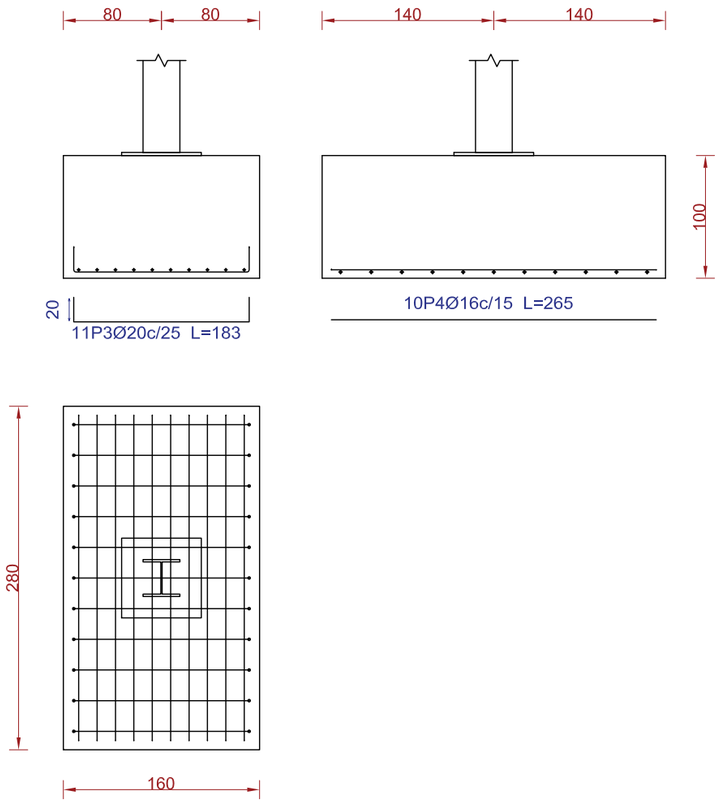
ZAPATA TIPO 1



COTAS EN cm

ZAPATA 1		B 500 S, Ys=1.15		Total
Nombre de armado		Ø16	Ø20	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	22x2.15		47.3
	Peso (kg)	22x3.39		74.65
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)		8x3.45	27.6
	Peso (kg)		8x8.51	68.07
Totales	Longitud (m)	47.3	27.6	
	Peso (kg)	74.65	68.07	142.72
Total con mermas	Longitud (m)	52.03	30.36	
-10.00%	Peso (kg)	82.12	74.87	156.99

ZAPATA TIPO 2



COTAS EN cm

ZAPATA 2		B 500 S, Ys=1.15		Total
Nombre de armado		Ø16	Ø20	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)		11x1.83	20.13
	Peso (kg)		11x4.51	49.64
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	10x2.65		26.5
	Peso (kg)	10x4.18		41.83
Totales	Longitud (m)	26.5	20.13	
	Peso (kg)	41.83	49.64	91.47
Total con mermas	Longitud (m)	29.15	22.14	
-10.00%	Peso (kg)	46.01	54.61	100.62

	B 500 S, Ys=1.15 (kg)			Hormigón (m³)	
Elemento	Ø16	Ø20	Total	HA-25, Yc=1.5	Limpieza
ZAPATA TIPO 5	8x48.44		387.52	8x1.96	8x0.20
ZAPATA TIPO 2	5x46.02	5x54.60	503.1	5x4.48	5x0.45
ZAPATA TIPO 3		5x102.30	511.5	5x4.08	5x0.41
ZAPATA TIPO 4	6x30.47	6x35.38	395.1	6x2.52	6x0.25
ZAPATA TIPO 1	5x82.12	5x74.87	784.95	5x7.20	5x0.72
Totales	1211.04	1371.13	2582.17	109.6	10.96

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

E.T.S. DE INGENIERÍA AGRONÓMICA, ALIMENTARIA Y DE BIOSISTEMAS

GRADO EN INGENIERÍA ALIMENTARIA

TRABAJO DE FIN DE GRADO

TITULO: Diseño y dimensionamiento de una planta de elaboración de 40.000 botellas de vino espumoso ecológico D.O. Cava Brut en Requena, Valencia.

PLANO: DETALLES DE CIMENTACIÓN I DE LA ESTRUCTURA (IMPRESIÓN A3)

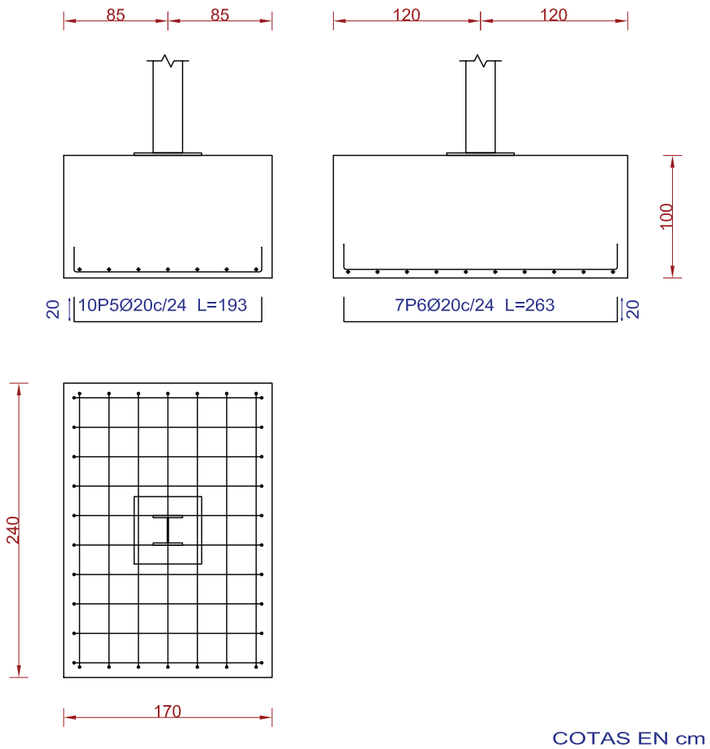
ESCALA: 1:50

EL ALUMNO: JAVIER MARTÍNEZ FERREZ

Nº: 5

FECHA: SEPTIEMBRE - 2025

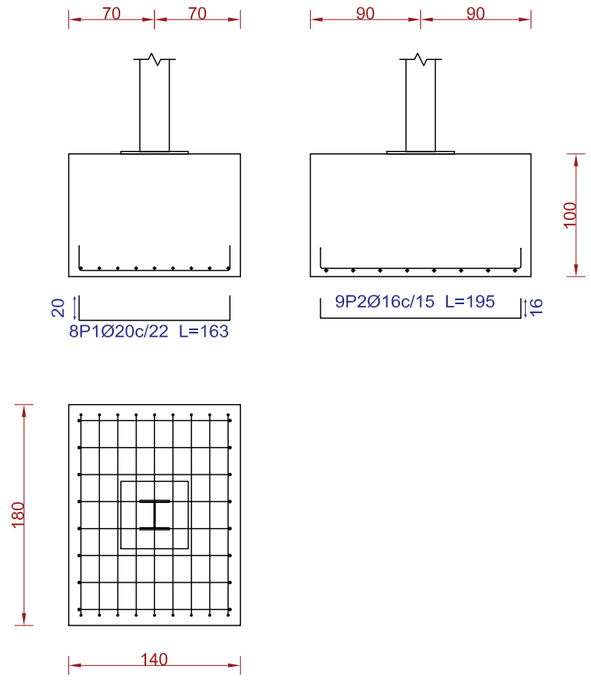
ZAPATA TIPO 3



COTAS EN cm

ZAPATA 3		B 500 S, Ys=1.15	Total
Nombre de armado		Ø20	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	10x1.93	19.3
	Peso (kg)	10x4.76	47.6
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	7x2.63	18.41
	Peso (kg)	7x6.49	45.4
Totales	Longitud (m)	37.71	
	Peso (kg)	93	93
Total con mermas	Longitud (m)	41.48	
-10.00%	Peso (kg)	102.3	102.3

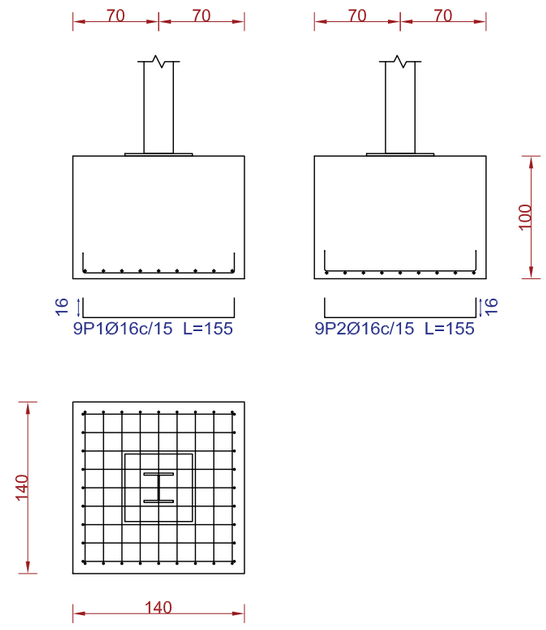
ZAPATA TIPO 4



COTAS EN cm

ZAPATA 4		B 500 S, Ys=1.15		Total
Nombre de armado		Ø16	Ø20	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)		8x1.63	13.04
	Peso (kg)		8x4.02	32.16
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	9x1.95		17.55
	Peso (kg)	9x3.08		27.7
Totales	Longitud (m)	17.55	13.04	
	Peso (kg)	27.7	32.16	59.86
Total con mermas	Longitud (m)	19.31	14.34	
-10.00%	Peso (kg)	30.47	35.38	65.85

ZAPATA TIPO 5



COTAS EN cm

ZAPATA 5		B 500 S, Ys=1.15	Total
Nombre de armado		Ø16	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	9x1.55	13.95
	Peso (kg)	9x2.45	22.02
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	9x1.55	13.95
	Peso (kg)	9x2.45	22.02
Totales	Longitud (m)	27.9	
	Peso (kg)	44.04	44.04
Total con mermas	Longitud (m)	30.69	
-10.00%	Peso (kg)	48.44	48.44

	B 500 S, Ys=1.15 (kg)			Hormigón (m³)	
Elemento	Ø16	Ø20	Total	HA-25, Yc=1.5	Limpieza
ZAPATA TIPO 5	8x48.44		387.52	8x1.96	8x0.20
ZAPATA TIPO 2	5x46.02	5x54.60	503.1	5x4.48	5x0.45
ZAPATA TIPO 3		5x102.30	511.5	5x4.08	5x0.41
ZAPATA TIPO 4	6x30.47	6x35.38	395.1	6x2.52	6x0.25
ZAPATA TIPO 1	5x82.12	5x74.87	784.95	5x7.20	5x0.72
Totales	1211.04	1371.13	2582.17	109.6	10.96

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID
E.T.S. DE INGENIERÍA AGRONÓMICA, ALIMENTARIA Y DE BIOSISTEMAS

GRADO EN INGENIERÍA ALIMENTARIA
TRABAJO DE FIN DE GRADO

TITULO: Diseño y dimensionamiento de una planta de elaboración de 40.000 botellas de vino espumoso ecológico D.O. Cava Brut en Requena, Valencia.

PLANO: DETALLES DE CIMENTACIÓN II DE LA ESTRUCTURA (IMPRESIÓN A3)

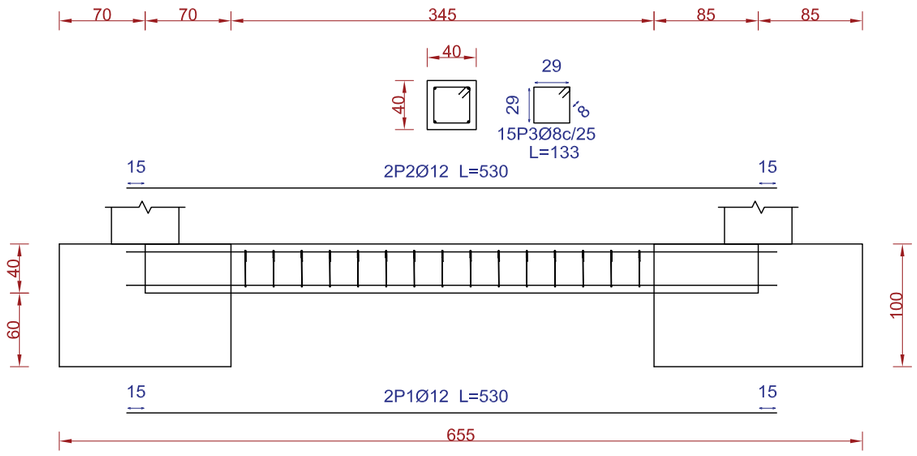
ESCALA: 1:50

EL ALUMNO: JAVIER MARTÍNEZ FERREZ

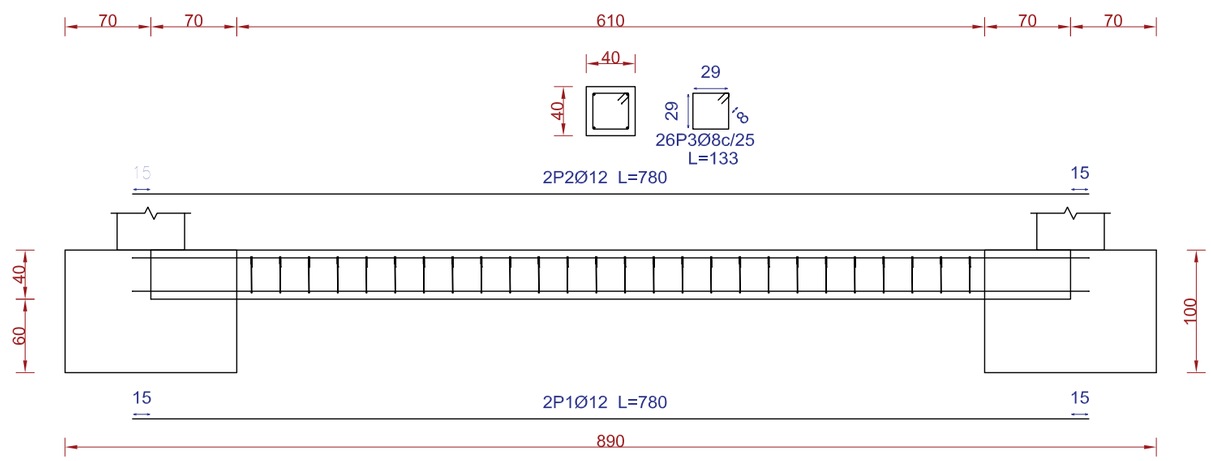
Nº: 6

FECHA: SEPTIEMBRE - 2025

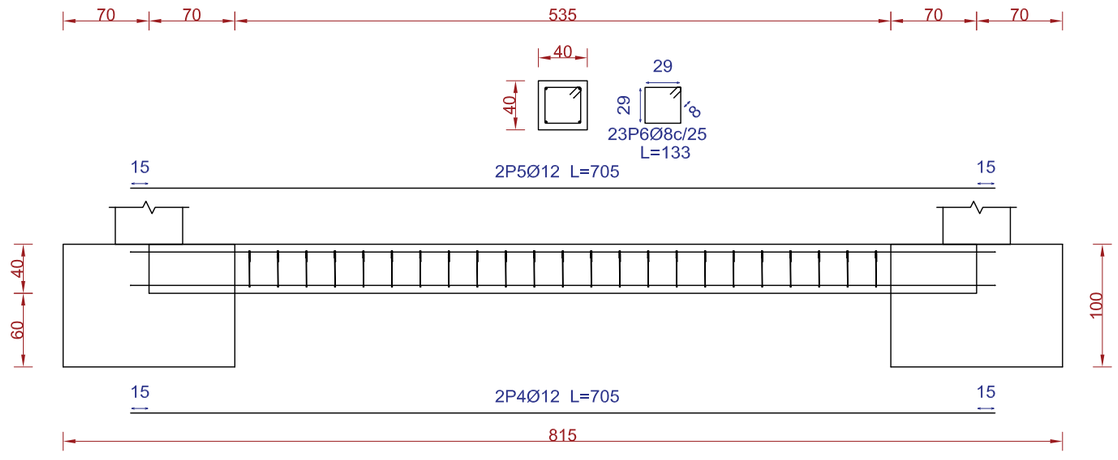
VIGA DE ATADO TIPO 1



VIGA DE ATADO TIPO 2



VIGA DE ATADO TIPO 3



VIGA DE ATADO TIPO 1		B 500 S, Ys=1.15		Total
Nombre de armado		Ø8	Ø12	
Armado viga - Armado inferior	Longitud (m)		2x5.30	10,6
	Peso (kg)		2x4.71	9,41
Armado viga - Armado superior	Longitud (m)		2x5.30	10,6
	Peso (kg)		2x4.71	9,41
Armado viga - Estribo	Longitud (m)	15x1.33		19,95
	Peso (kg)	15x0.52		7,87
Totales	Longitud (m)	19,95	21,2	
	Peso (kg)	7,87	18,82	26,69
Total con mermas	Longitud (m)	21,95	23,32	
-10,00%	Peso (kg)	8,66	20,7	29,36

VIGA DE ATADO TIPO 2		B 500 S, Ys=1.15		Total
Nombre de armado		Ø8	Ø12	
Armado viga - Armado inferior	Longitud (m)		2x7.80	15,6
	Peso (kg)		2x6.93	13,85
Armado viga - Armado superior	Longitud (m)		2x7.80	15,6
	Peso (kg)		2x6.93	13,85
Armado viga - Estribo	Longitud (m)	26x1.33		34,58
	Peso (kg)	26x0.52		13,65
Totales	Longitud (m)	34,58	31,2	
	Peso (kg)	13,65	27,7	41,35
Total con mermas	Longitud (m)	38,04	34,32	
-10,00%	Peso (kg)	15,02	30,47	45,49

VIGA DE ATADO TIPO 3		B 500 S, Ys=1.15		Total
Nombre de armado		Ø8	Ø12	
Armado viga - Armado inferior	Longitud (m)		2x7.05	14,1
	Peso (kg)		2x6.26	12,52
Armado viga - Armado superior	Longitud (m)		2x7.05	14,1
	Peso (kg)		2x6.26	12,52
Armado viga - Estribo	Longitud (m)	23x1.33		30,59
	Peso (kg)	23x0.52		12,07
Totales	Longitud (m)	30,59	28,2	
	Peso (kg)	12,07	25,04	37,11
Total con mermas	Longitud (m)	33,65	31,02	
-10,00%	Peso (kg)	13,28	27,54	40,82

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

E.T.S. DE INGENIERÍA AGRONÓMICA, ALIMENTARIA Y DE BIOSISTEMAS

GRADO EN INGENIERÍA ALIMENTARIA

TRABAJO DE FIN DE GRADO

TITULO: Diseño y dimensionamiento de una planta de elaboración de 40.000 botellas de vino espumoso ecológico D.O. Cava Brut en Requena, Valencia.

PLANO: DETALLES DE CIMENTACIÓN III DE LA ESTRUCTURA (IMPRESIÓN A3)

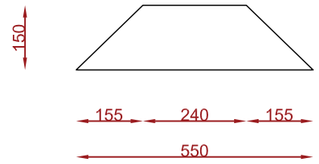
ESCALA: 1:50

EL ALUMNO: JAVIER MARTÍNEZ FERREZ

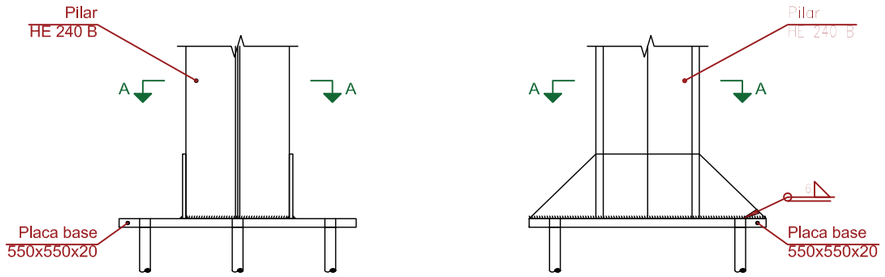
Nº: 7

FECHA: SEPTIEMBRE - 2025

PLACA TIPO 1

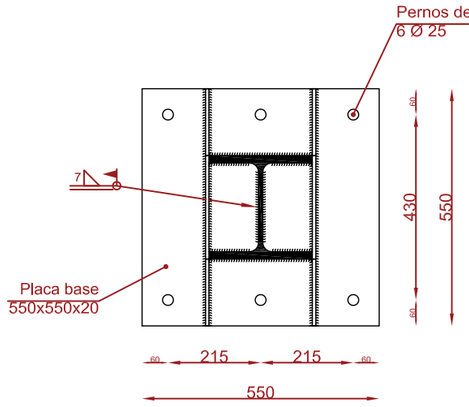


Rigidizadores y - y (e = 8 mm)

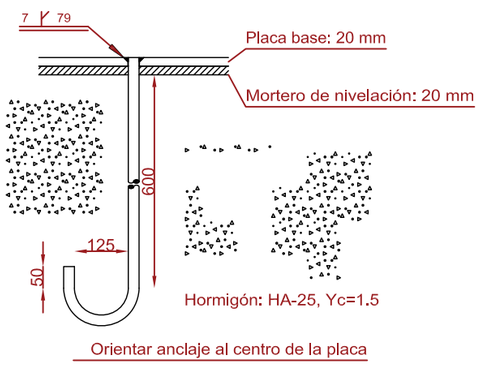


Alzado

Vista lateral



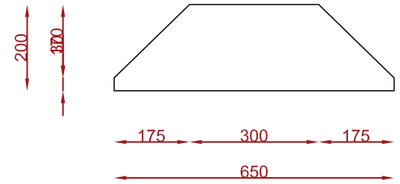
Sección A - A



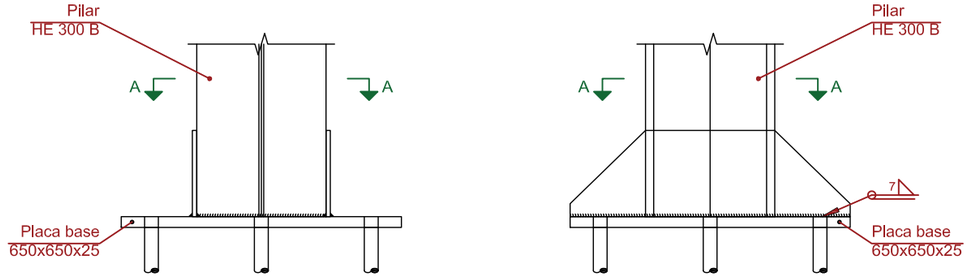
Anclaje de los pernos Ø 25,
B 400 S, Ys = 1.15 (corrugado)

Cuadro de arranques		
Referencias	Pernos de Placas de Anclaje	Dimensión de Placas de Anclaje
PLACA TIPO 1	6 Pernos Ø 25	Placa base (550x550x20)
PLACA TIPO 2	8 Pernos Ø 32	Placa base (650x650x25)

PLACA TIPO 4

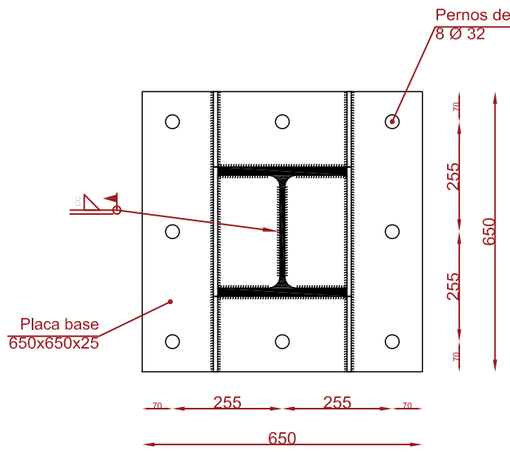


Rigidizadores y - y (e = 10 mm)

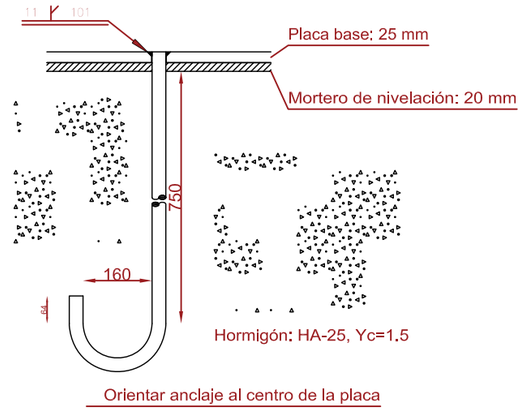


Alzado

Vista lateral



Sección A - A



Anclaje de los pernos Ø 32,
B 400 S, Ys = 1.15 (corrugado)

Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275 (UNE-EN 10025-2)	Placa base	19	550x550x20	902,4
		10	650x650x25	829,2
	Rigidizadores pasantes	38	550/240x150/0x8	141,4
		20	650/300x200/30x10	157,4
			TOTAL:	2.030,3
B 400 S, Ys = 1.15 (corrugado)	Pernos de anclaje	114	Ø 25 - L = 665 + 286	417,6
		80	Ø 32 - L = 827 + 366	602,3
			TOTAL:	1.019,9

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID
E.T.S. DE INGENIERÍA AGRONÓMICA, ALIMENTARIA Y DE BIOSISTEMAS

GRADO EN INGENIERÍA ALIMENTARIA
TRABAJO DE FIN DE GRADO

TITULO: Diseño y dimensionamiento de una planta de elaboración de 40.000 botellas de vino espumoso ecológico D.O. Cava Brut en Requena, Valencia.

PLANO: PLACAS DE ANCLAJE DE LA ESTRUCTURA (IMPRESIÓN A3)

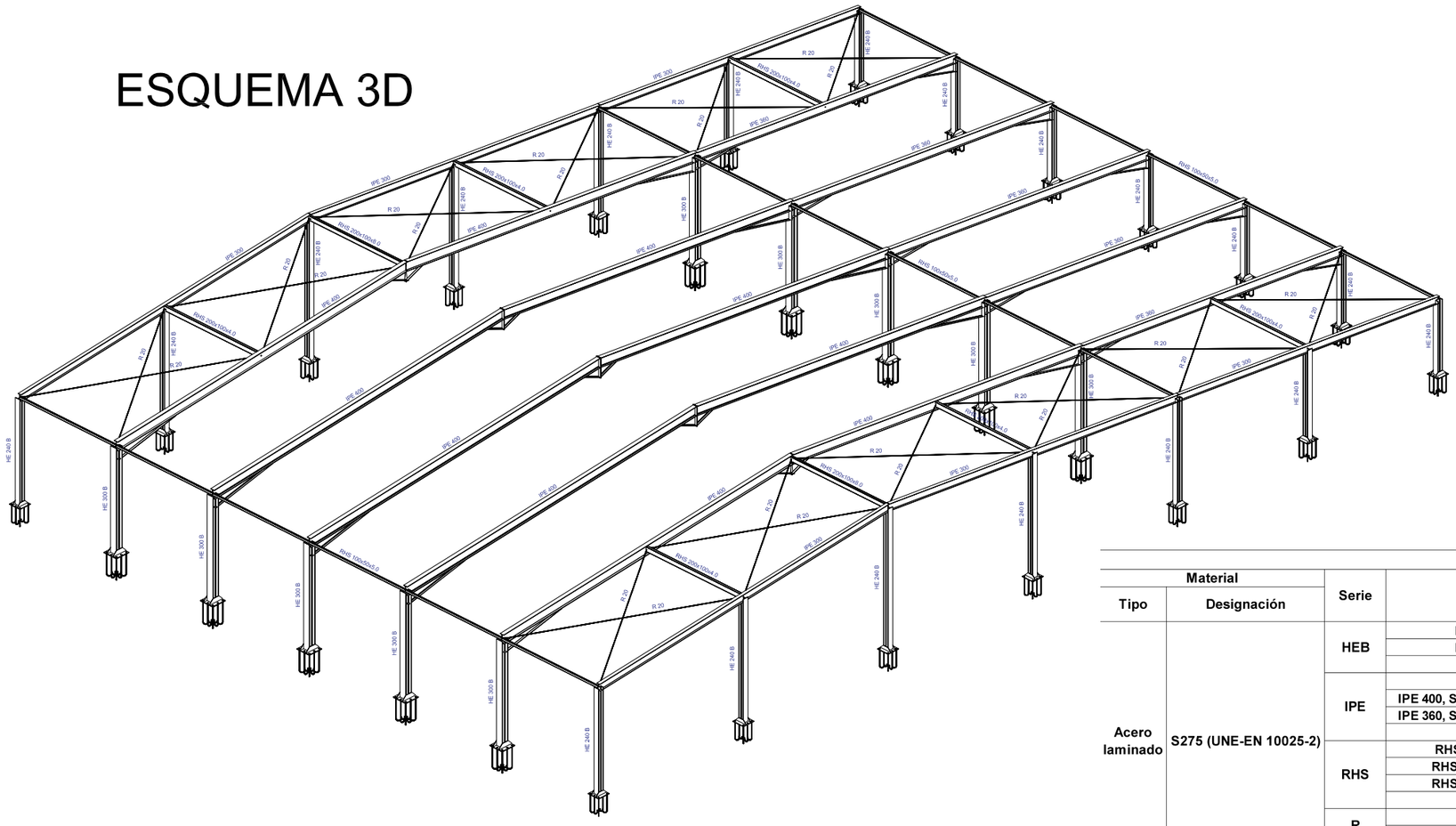
ESCALA: 1:5

EL ALUMNO: JAVIER MARTÍNEZ FERREZ

Nº: 8

FECHA: SEPTIEMBRE - 2025

ESQUEMA 3D

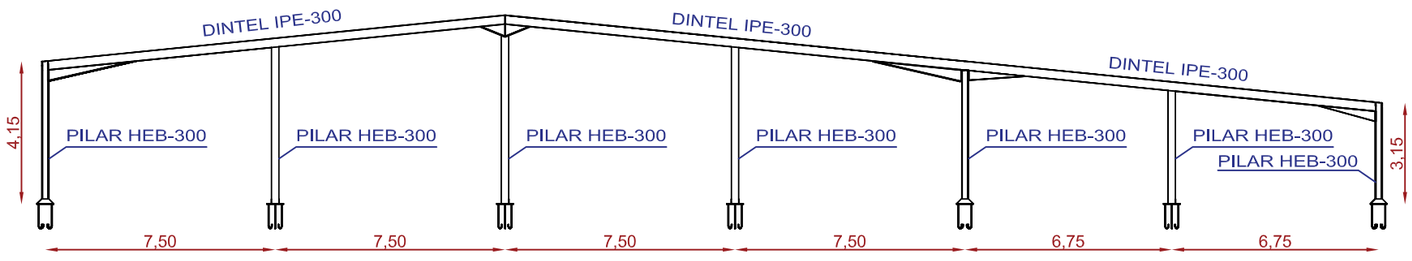


Acero laminado: Medición de las superficies a pintar			
Perfil	Superficie unitaria (m²/m)	Longitud (m)	Superficie (m²)
HE 240 B	1,420	80,70	114,59
HE 300 B	1,778	45,00	80,01
IPE 300	1,186	87,43	103,68
IPE 400, Simple con cartelas	1,692	150,75	255,10
IPE 360, Simple con cartelas	1,588	67,84	107,73
RHS 100x50x5.0	0,282	90,00	25,42
RHS 200x100x4.0	0,586	30,00	17,58
RHS 200x100x8.0	0,572	10,00	5,72
R 20	0,063	212,14	13,33
		TOTAL:	**723,15**

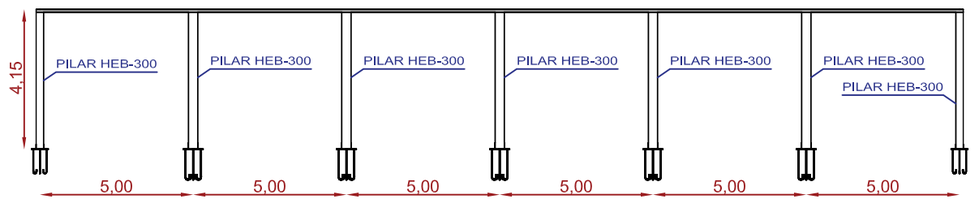
Resumen de medición

Material		Serie	Perfil	Longitud			Volumen			Peso		
Tipo	Designación			Perfil (m)	Serie (m)	Material (m)	Perfil (m³)	Serie (m³)	Material (m³)	Perfil (kg)	Serie (kg)	Material (kg)
Acero laminado	S275 (UNE-EN 10025-2)	HEB	HE 240 B	80,7			0,855			6.715,1		
			HE 300 B	45			0,671			5.267,0		
					125,70			1,526			11.982,0	
		IPE	IPE 300	87,44			0,470			3.692,6		
			IPE 400, Simple con cartelas	150,75			2,124			11.202,5		
			IPE 360, Simple con cartelas	67,84			0,821			4.420,4		
					306,02			3,415			19.315,5	
		RHS	RHS 100x50x5.0	90,00			0,120			942,6		
			RHS 200x100x4.0	30,00			0,069			540,2		
			RHS 200x100x8.0	10,00			0,044			343,5		
					130,00			0,233			1.826,2	
		R	R 20	212,14			0,067			523,2		
					212,14			0,067			523,2	
					TOTAL:	773,86		TOTAL:	5,241		TOTAL:	33.646,9

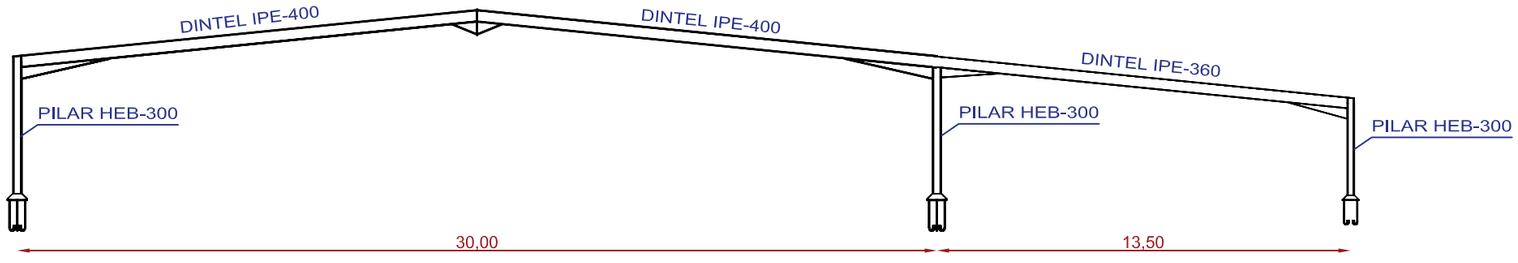
PÓRTICO HASTIAL



PÓRTICO LONGITUDINAL



PÓRTICO CENTRAL



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID
E.T.S. DE INGENIERÍA AGRONÓMICA, ALIMENTARIA Y DE BIOSISTEMAS

GRADO EN INGENIERÍA ALIMENTARIA
TRABAJO DE FIN DE GRADO

TITULO: Diseño y dimensionamiento de una planta de elaboración de 40.000 botellas de vino espumoso ecológico D.O. Cava Brut en Requena, Valencia.

PLANO: ESTRUCTURA PÓRTICOS Y ESQUEMA 3D (IMPRESIÓN A3)

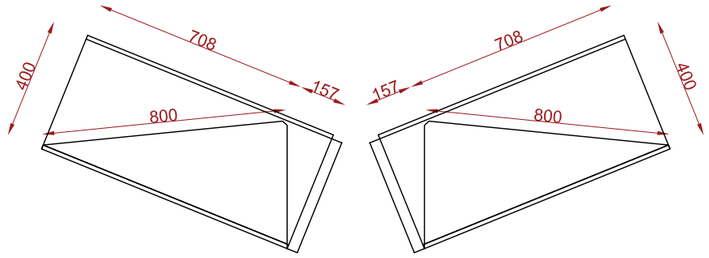
ESCALA: 1:500

EL ALUMNO: JAVIER MARTÍNEZ FERREZ

Nº: 9

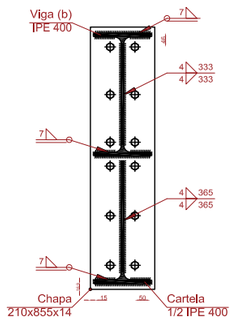
FECHA: SEPTIEMBRE - 2025

UNIÓN DINTEL-DINTEL (REFUERZO EN CLAVE)

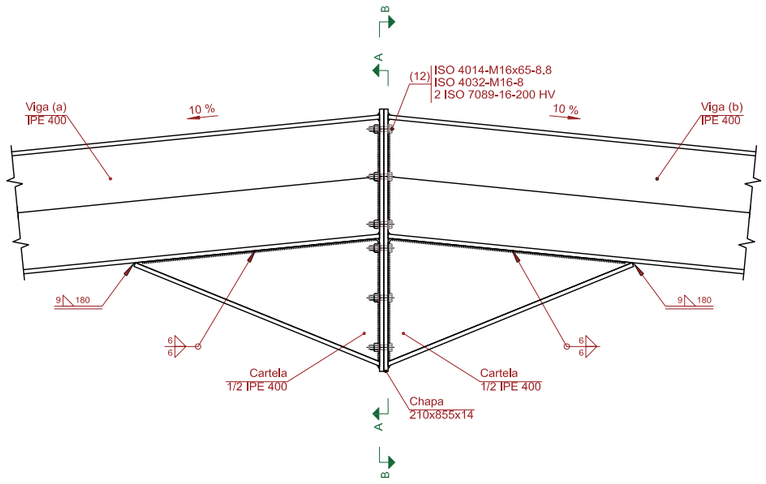


VIGA (a): DETALLE DE LA CARTELA (1/2 IPE 400)

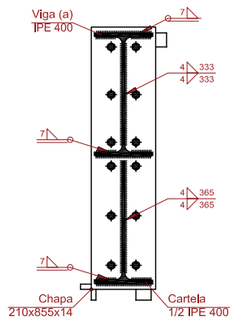
VIGA (b): DETALLE DE LA CARTELA (1/2 IPE 400)



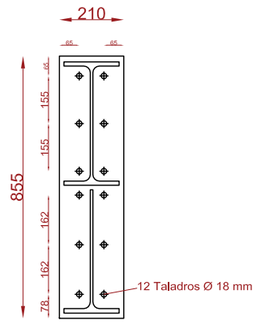
Sección A - A



Alzado



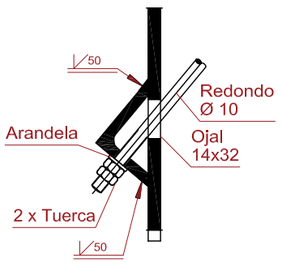
Sección B - B



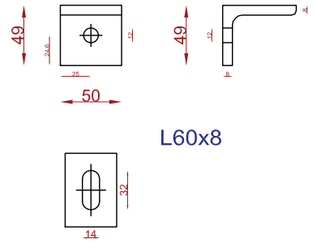
Chapas frontales (e = 14 mm)

Escala 1:5

UNIÓN VIGA DE ATADO-TIRANTE (1)



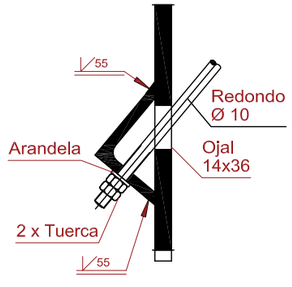
Sección transversal



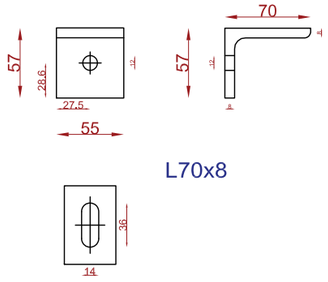
Detalle del ojal

Escala 1:20

UNIÓN VIGA DE ATADO-TIRANTE (2)



Sección transversal



Detalle del ojal

Escala 1:20

Soldaduras				
f (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
410.0	En taller	En ángulo	4	14949
			5	3358
			6	73230
			7	36716
			9	1780
		A tope en bisel simple con talón de raíz amplio	7	8954
			11	8042
	En el lugar de montaje	En ángulo	7	22496
			8	14860

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275 (UNE-EN 10025-2)	Rigidizadores	4	262x140x14	16.12
		2	267x140x14	8.23
		2	264x140x14	8.13
		4	206x110x14	9.96
	Chapas	6	210x855x14	118.40
		1	200x750x15	17.66
		2	210x890x18	52.82
		1	200x765x18	21.62
			Total	252.94

UNIONES ATORNILLADAS EN ESTRUCTURA METÁLICA

NORMA:

Código Estructural: Código Estructural (Real Decreto 470/2021). Article 3. Connections made with bolts, rivets or pins.

MATERIALES:

- Perfiles (Material base): S275 (UNE-EN 10025-2).
- Clase de acero de los tornillos empleados: 8.8 (Eurocódigo 3, Parte 1-8, Artículo 3.1.1).

DISPOSICIONES CONSTRUCTIVAS:

1) Se han considerado las siguientes distancias mínimas y máximas entre ejes de agujeros y entre éstos y los bordes de las piezas:

Disposiciones constructivas para tornillos, según artículo 3.5 Eurocódigo 3, Parte 1-8							
Distancias	Al borde de la pieza		Entre agujeros		Entre tornillos		
	e1 (1)	e2 (2)	p1 (1)	p2 (2)	Compresión	Tracción	
						Filas exteriores	Filas interiores
Mínimas	1.2 do	1.5 do	2.2 do	3 do	p1 y p2	p1, e	p1, i
Máximas (3)	40 mm + 4t		14t 200 mm		14t 200 mm	14t 200 mm	14t 200 mm

Notas:
(1) Paralela a la dirección de la fuerza
(2) Perpendicular a la dirección de la fuerza
(3) Se considera el menor de los valores
do: Diámetro del agujero.
t: Menor espesor de las piezas que se unen.
En el caso de esfuerzos oblicuos, se interpolan los valores de manera que el resultado quede del lado de la seguridad.

2) No deben soldarse ni los tornillos ni las tuercas.

3) Cuando los tornillos se dispongan en posición vertical, la tuerca se situará por debajo de la cabeza del tornillo.

4) Debe comprobarse antes de la colocación que las tuercas pueden desplazarse libremente sobre el tornillo correspondiente.

5) En cada tornillo se colocará una arandela en el lado de la cabeza y otra en el lado de la tuerca.

6) Los agujeros deben realizarse por taladrado u otro proceso que proporcione un acabado equivalente.

7) El punzonado se admite para piezas de hasta 15 mm de espesor, siempre que el espesor nominal de la pieza no sea mayor que el diámetro nominal del agujero (o dimensión mínima si el agujero no es circular). De realizar el punzonado, se recomienda realizarlo con un diámetro 3 mm menor que el diámetro definitivo y luego taladrar hasta el diámetro nominal.

8) Condiciones para el apriete de los tornillos ordinarios:

- Cada conjunto de tornillo, tuerca y arandelas debe alcanzar la condición de "apretado a tope" sin sobrepretensar los tornillos. Esta condición es la que conseguiría un operario con la llave normal, sin brazo de prolongación.
- Para los grandes grupos de tornillos, el apriete debe realizarse desde los tornillos centrales hacia el exterior e incluso realizar algún ciclo de apriete adicional.

COMPROBACIONES:

Se realizan las comprobaciones indicadas en los artículos 3.1.0, 3.6, 6.2 y 6.3 de Código Estructural.

UNIONES SOLDADAS EN ESTRUCTURA METÁLICA

NORMA:

Código Estructural: Código Estructural (Real Decreto 470/2021). Article 4. Welded connections.

MATERIALES:

- Perfiles (Material base): S275 (UNE-EN 10025-2).
- Material de aportación (soldaduras): Los valores específicos del límite elástico, resistencia última a la tracción, alargamiento a rotura y energía mínima de Charpy, del metal de aportación, deberán ser iguales o superiores a los correspondientes del tipo de acero del material base. (Eurocódigo 3, Parte 1-8, artículo 4.2 (2))

DISPOSICIONES CONSTRUCTIVAS:

1) Las siguientes prescripciones se aplican a uniones soldadas donde los espesores de las piezas a unir sean al menos de 4 mm.

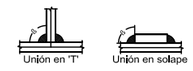
2) Los cordones de las soldaduras en ángulo no podrán tener un espesor de garganta inferior a 3 mm ni superior al menor espesor de las piezas a unir.

3) Los cordones de las soldaduras en ángulo cuyas longitudes sean menores de 30 mm o 6 veces el espesor de garganta, no se tendrán en cuenta para calcular la resistencia de la unión.

4) En el detalle de las soldaduras en ángulo se indica la longitud efectiva del cordón (longitud sobre la cual el cordón tiene su espesor de garganta completo). Para cumplirla, puede ser necesario prolongar el cordón rodeando las esquinas, con el mismo espesor de garganta y una longitud de 2 veces dicho espesor. La longitud efectiva de un cordón de soldadura deberá ser mayor o igual que 6 veces el espesor de garganta.

5) Las soldaduras en ángulo pueden ser usadas para unir piezas donde las caras a unir forman un ángulo b comprendido entre 60 y 120 grados. En caso contrario:

- Para ángulos b > 120 (grados): la resistencia de las soldaduras en ángulo debe determinarse mediante ensayos.
- Para ángulos b < 60 (grados): se considerarán como soldaduras a tope con penetración parcial.



COMPROBACIONES:

a) Cordones de soldadura a tope con penetración total:

En este caso, no es necesaria ninguna comprobación. La resistencia de cálculo de los cordones de soldadura a tope con penetración total será igual a la resistencia de cálculo de la más débil de las piezas unidas, siempre que el cordón de soldadura se realice con un electrodo adecuado que proporcione un límite elástico mínimo y una resistencia a tracción mínima en el metal de aportación no menor que la requerida para el material base.

b) Cordones de soldadura a tope con penetración parcial y con preparación de bordes:

Se comprueban como soldaduras en ángulo considerando un espesor de garganta igual al canto nominal de la preparación menos 2 mm.

c) Cordones de soldadura en ángulo:

Se realiza la comprobación de tensiones en cada cordón de soldadura según el artículo 4.5.3.2 Eurocódigo 3, Parte 1-8 (Método direccional).

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID
E.T.S. DE INGENIERÍA AGRONÓMICA, ALIMENTARIA Y DE BIOSISTEMAS

GRADO EN INGENIERÍA ALIMENTARIA
TRABAJO DE FIN DE GRADO

TITULO: Diseño y dimensionamiento de una planta de elaboración de 40.000 botellas de vino espumoso ecológico D.O. Cava Brut en Requena, Valencia.

PLANO: ESTRUCTURA - UNIONES I (IMPRESIÓN A3)

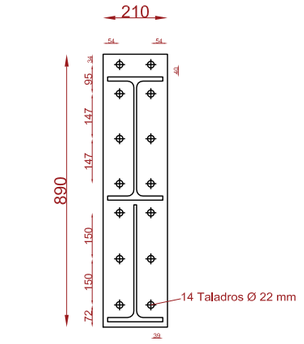
ESCALAS: 1:20 - 1:5

EL ALUMNO: JAVIER MARTÍNEZ FERREZ

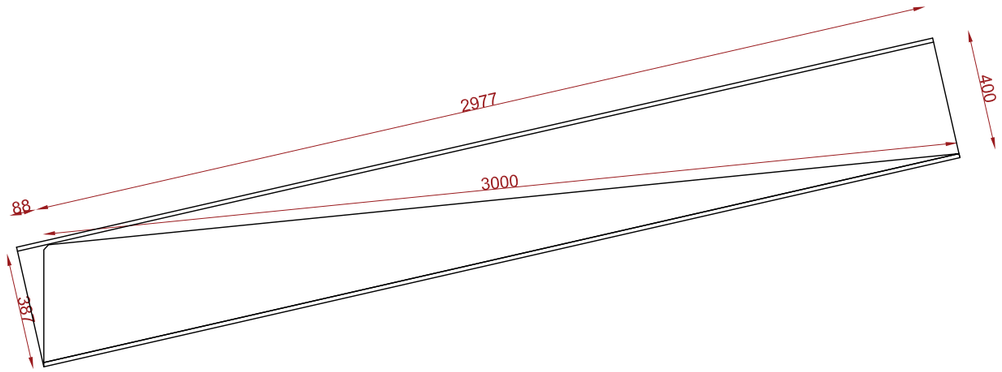
Nº: 10

FECHA: SEPTIEMBRE - 2025

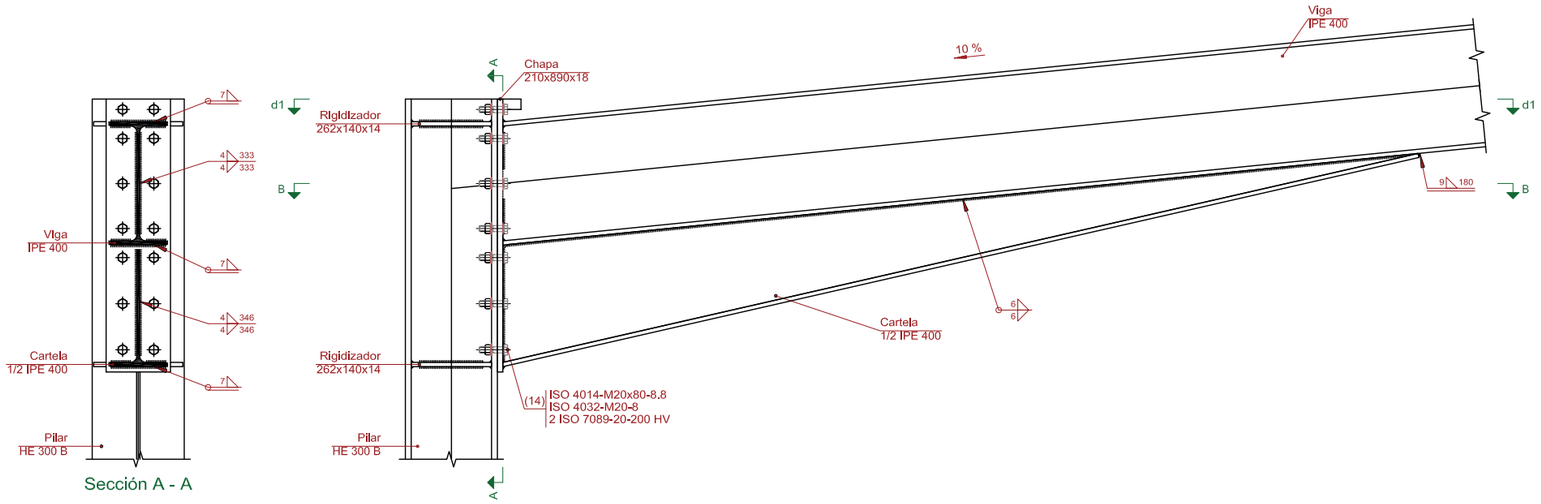
UNIÓN PILAR-DINTEL



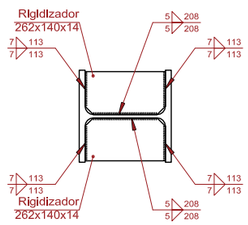
Chapa frontal de la viga IPE 400
(e = 18 mm)



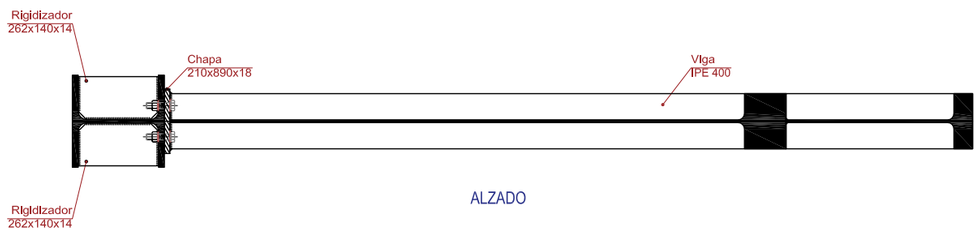
DETALLE DE LA CARTELA (1/2 IPE 400)



Sección A - A



d1.Detalle de soldaduras: rigidizadores
a Pilar HE 300 B



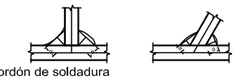
ALZADO

Sección B - B

Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tornillos	Clase 8.8	36	ISO 4014-M16x65
		52	ISO 4014-M20x80
Tuercas	Clase 8	36	ISO 4032-M16
		52	ISO 4032-M20
Arandelas	Dureza 200 HV	72	ISO 7089-16
		104	ISO 7089-20

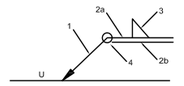
REFERENCIAS Y SIMBOLOGÍA

a[mm]: espesor de garganta eficaz de un cordón de soldadura en ángulo, que es la altura del mayor triángulo (de iguales o desiguales lados) que se puede inscribir dentro de las caras de fusión y la superficie del cordón, medido perpendicularmente a la cara exterior de este triángulo. Eurocódigo 3, Parte 1-8, Articulo 4.5.2 (1)



L[mm]: longitud efectiva del cordón de soldadura

MÉTODO DE REPRESENTACIÓN DE SOLDADURAS

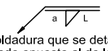


Referencias:
1: línea de la flecha
2a: línea de referencia (línea continua)
2b: línea de identificación (línea a trazos)
3: símbolo de soldadura
4: indicaciones complementarias
U: Unión

Referencias 1, 2a y 2b

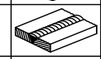
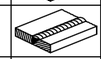
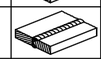
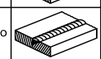
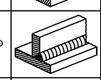
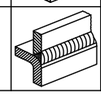


El cordón de soldadura que se detalla se encuentra en el lado de la flecha.

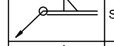
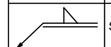


El cordón de soldadura que se detalla se encuentra en el lado opuesto al de la flecha.

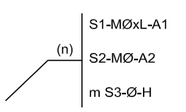
Referencia 3

Designación	Ilustración	Símbolo
Soldadura en ángulo		
Soldadura a tope en 'V' simple (con chaflán)		
Soldadura a tope en bisel simple		
Soldadura a tope en bisel doble		
Soldadura a tope en bisel simple con talón de raíz amplio		
Soldadura combinada a tope en bisel simple y en ángulo		
Soldadura a tope en bisel simple con lado curvo		

Referencia 4

Representación	Descripción
	Soldadura realizada en todo el perimetro de la pieza
	Soldadura realizada en taller
	Soldadura realizada en el lugar de montaje

MÉTODO DE REPRESENTACIÓN DE LOS TORNILLOS DE UNA UNIÓN



Referencias:
n: Cantidad de tornillos
S1: Norma de especificación del tornillo
Ø[mm]: Diámetro nominal
L[mm]: Longitud nominal del tornillo
A1: Clase de calidad del acero del tornillo
S2: Norma de especificación de la tuerca
A2: Clase de calidad del acero de la tuerca
m: Cantidad de arandelas
S3: Norma de especificación de la arandela
H: Dureza de la arandela

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID
E.T.S. DE INGENIERÍA AGRONÓMICA, ALIMENTARIA Y DE BIOSISTEMAS

GRADO EN INGENIERÍA ALIMENTARIA
TRABAJO DE FIN DE GRADO

TITULO: Diseño y dimensionamiento de una planta de elaboración de 40.000 botellas de vino espumoso ecológico D.O. Cava Brut en Requena, Valencia.

PLANO: ESTRUCTURA - UNIONES II (IMPRESIÓN A3)

ESCALA: 1:5

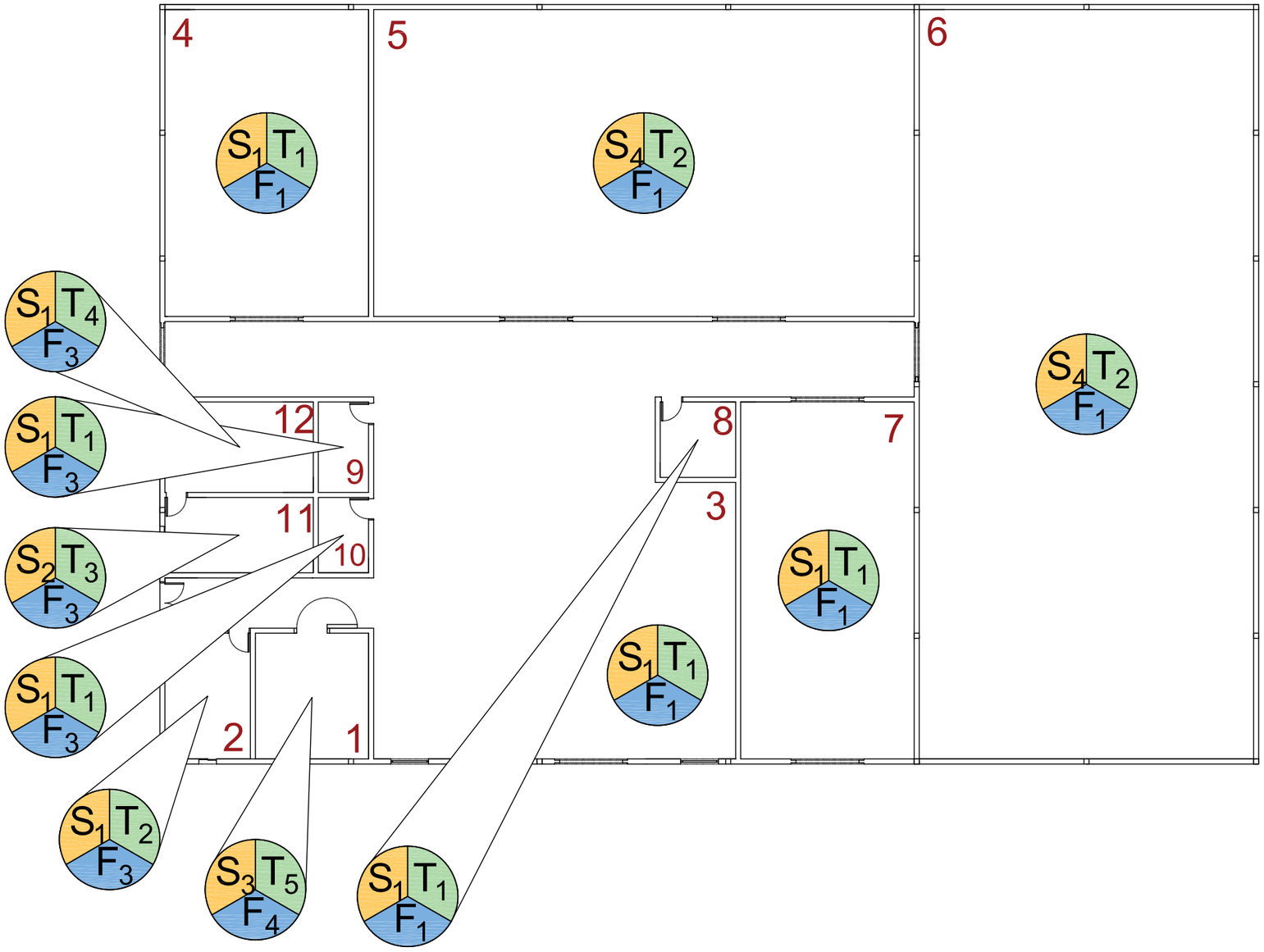
EL ALUMNO: JAVIER MARTÍNEZ FERREZ

Nº: 11

FECHA: SEPTIEMBRE - 2025

SOLERA	
Identificación	Descripción
S1	Doble capa de barniz de resina epoxi (0,12 cm)
S2	Baldosa cerámica (30x30x2.5 cm) con mortero de cemento
S3	Panel sándwich autoportante
S4	Doble capa de barniz de resina epoxi (0,12 cm), planchas de aislante, barrera antivapor

FALSO TECHO	
Identificación	Descripción
F1	Sin falso techo
F2	Falso techo de panel sándwich de aluminio y espuma rígida de poliuretano
F3	Falso techo de yeso laminado con acabado de vinilo
F4	Panel sándwich autoportante



TABIQUERÍA	
Identificación	Descripción
T1	Panel macizo de PVC (0,24 cm)
T2	Pintura plástica (0,15 cm)
T3	Baldosa cerámica (30x30x2.5 cm) con mortero de cemento
T4	Revestimiento decorativo de madera lacada
T5	Panel sandwich autoportante

NÚMERO	ZONA	MEDIDIDAS (m)	SUPERFICIE (m^2)
1	Cámara frigorífica	4,5 x 5	22.5
2	Laboratorio y almacén de materias auxiliares	3,4 x 5	17
3	Sala de procesado y embotellado	14,4 x 11 +11,2 x 3,4	163.48
4	Almacén de material de envasado	8,1 x 12,2	98.82
5	Sala de rima y crianza	8,1 x 21,5	174.15
6	Sala de puesta en punta	13,3 x 29,8	396.34
7	Almacén de producto elaborado	6,9 x 14,2	97.98
8	Sala técnica de producción de frío	3 x 3	9
9	Sala de limpieza	2 x 3,6	7.2
10	Almacén de residuos	2 x 3	6
11	Baños y vestuarios	5,9 x 3	17.7
12	Comedor y sala de descanso	5,9 x 3,6	21.24

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID
E.T.S. DE INGENIERÍA AGRONÓMICA, ALIMENTARIA Y DE BIOSISTEMAS

GRADO EN INGENIERÍA ALIMENTARIA
TRABAJO DE FIN DE GRADO

TITULO: Diseño y dimensionamiento de una planta de elaboración de 40.000 botellas de vino espumoso ecológico D.O. Cava Brut en Requena, Valencia.

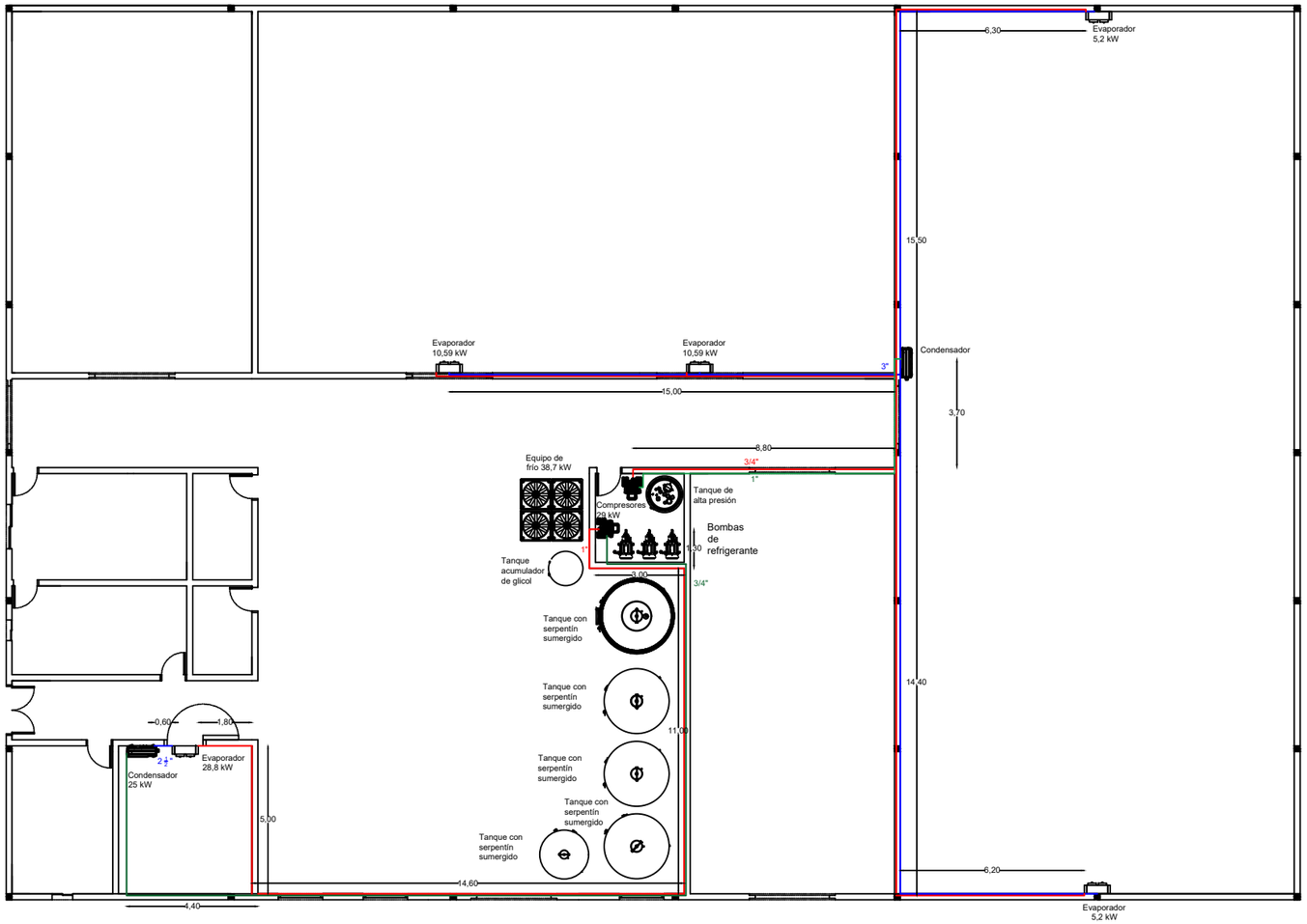
PLANO: ALBAÑILERIA (IMPRESIÓN A3)

ESCALA: 1:500

EL ALUMNO: JAVIER MARTÍNEZ FERREZ

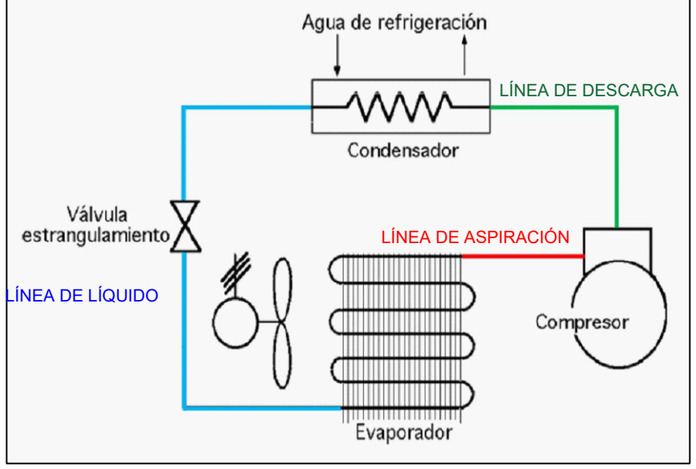
Nº: 12

FECHA: SEPTIEMBRE - 2025





ESQUEMA DE LA INSTALACIÓN



INSTALACIÓN DE LA CÁMARA FRIGORÍFICA			INSTALACIÓN DE LA CÁMARA FRIGORÍFICA		
LÍNEA	DIÁMETRO (")	LONGITUD (m)	LÍNEA	DIÁMETRO (")	LONGITUD (m)
Aspiración	1''	36,7	Aspiración	3/4''	60,2
Descarga	3/4''	38,6	Descarga	1''	13,8
Líqudo	2 ½''	0,6	Líqudo	3''	57,4

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID
E.T.S. DE INGENIERÍA AGRONÓMICA, ALIMENTARIA Y DE BIOSISTEMAS

GRADO EN INGENIERÍA ALIMENTARIA
TRABAJO DE FIN DE GRADO

TITULO: Diseño y dimensionamiento de una planta de elaboración de 40.000 botellas de vino espumoso ecológico D.O. Cava Brut en Requena, Valencia.

PLANO: INSTALACIÓN DE FRÍO: EQUIPOS Y TUBERÍAS (IMPRESIÓN A3)

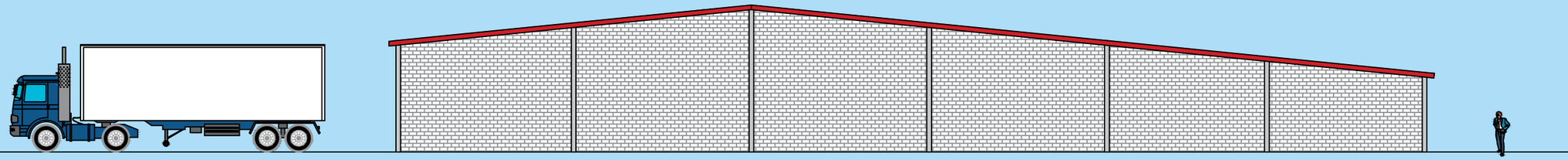
ESCALA: 1:500

EL ALUMNO: JAVIER MARTÍNEZ FERREZ

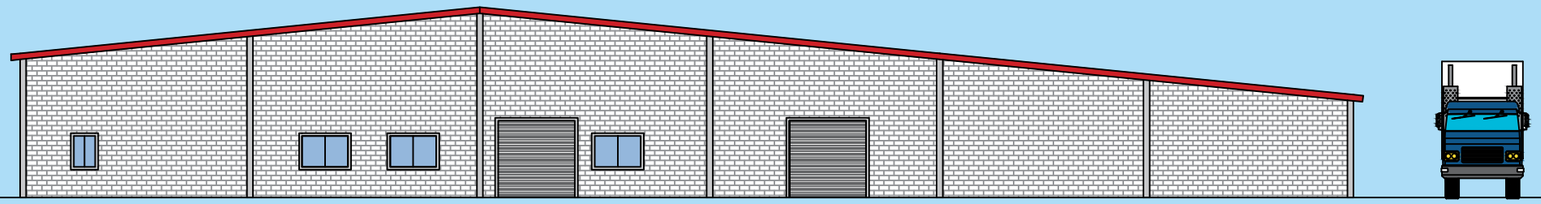
Nº: 13

FECHA: SEPTIEMBRE - 2025

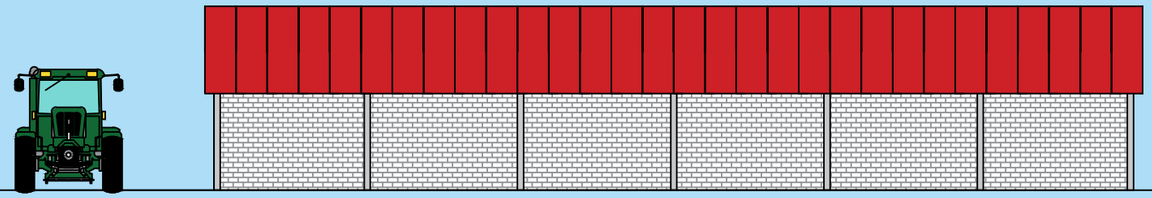
ALZADO FACHADA NORTE



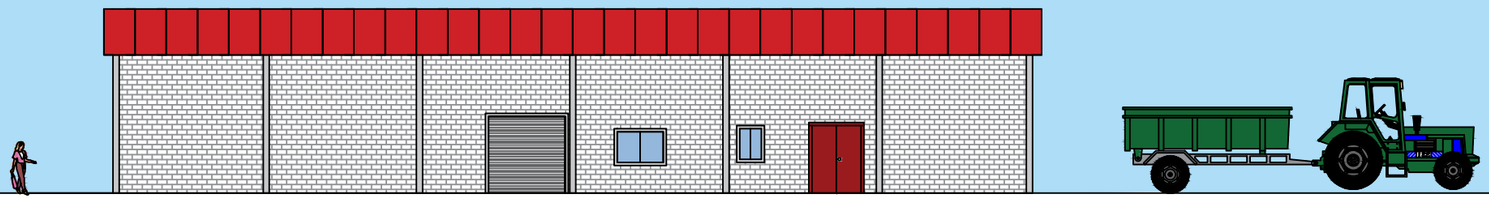
ALZADO FACHADA SUR



ALZADO FACHADA ESTE



ALZADO FACHADA OESTE



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

E.T.S. DE INGENIERÍA AGRONÓMICA, ALIMENTARIA Y DE BIOSISTEMAS

GRADO EN INGENIERÍA ALIMENTARIA

TRABAJO DE FIN DE GRADO

TITULO: Diseño y dimensionamiento de una planta de elaboración de 40.000 botellas de vino espumoso ecológico D.O. Cava Brut en Requena, Valencia.

PLANO: ALZADOS DE LA NAVE

ESCALA: 1:500

EL ALUMNO: JAVIER MARTÍNEZ FERREZ

Nº: 14

FECHA: SEPTIEMBRE - 2025

DOCUMENTO III:

PLIEGO DE CONDICIONES

TRABAJO FIN DE GRADO

Javier Martínez Ferrez

Curso académico 2024-2025

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRONÓMICA, ALIMENTARIA Y DE BIOSISTEMAS

ÍNDICE DE CONTENIDOS

0. INTRODUCCIÓN AL DOCUMENTO III: PLIEGO DE CONDICIONES 14

1. DISPOSICIONES GENERALES 14

1.1. Naturaleza y objeto del pliego general. 14

1.2. Ámbito de Aplicación de las Obras 15

1.3. Obras Accesorias y Complementarias 15

1.4. Documentación Contractual y Jerarquía de Documentos 15

1.5. Compatibilidad entre Documentos 16

1.6. Dirección Facultativa y Técnicos Competentes 16

1.7. Obligaciones Generales de las Partes 17

1.8. Normativa de Aplicación 18

1.9. Condiciones Medioambientales y de Seguridad 20

2. CAPÍTULO I: PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS 21

2.1. Objeto y alcance de las condiciones técnicas 21

a) Finalidad: 22

b) Alcance material 22

c) Alcance temporal 22

d) Límites y exclusiones 23

e) Criterios de desempeño mínimo 23

f) Coordinación con otros documentos del proyecto 23

g) Documentación complementaria del contratista 24

2.2. Normas y referencias técnicas aplicables 24

a) Carácter general 24

b) Normativa de edificación y estructura 24

c) Normativa de instalaciones 24

d) Normativa de higiene y seguridad alimentaria 25

e) Normativa de prevención de riesgos laborales 25

f) Normativa medioambiental y de gestión de residuos 25

g) Normas técnicas de obligado cumplimiento 25

h) Criterios de aplicación 26

2.3. Mano de obra 26

a) Cualificación y capacitación del personal 26

b) Condiciones generales de seguridad y disciplina 26

c) Obligaciones específicas del personal en obra 27

d) Condiciones laborales mínimas 27

e) Responsabilidad del contratista 27

2.4. Manejo y organización de la obra 27

a) Organización general y planificación de los trabajos 27

b) Instalaciones provisionales de obra 28

c) Limpieza, señalización y orden durante la ejecución 28

d) Condiciones de entrega y recepción de la obra 28

2.5. Materiales 29

a) Condiciones generales de calidad 29

b) Documentación y certificados 29

c) Recepción de materiales en obra 29

d) Almacenamiento y conservación 30

e) Rechazo y sustitución de materiales defectuosos 30

f) Innovaciones y cambios de materiales 30

2.6. Ejecución de las obras de edificación 33

a) Movimiento de tierras y cimentación 33

b) Estructura 33

c) Cerramientos y cubiertas 33

d) Pavimentos y acabados interiores 34

e) Carpinterías y cerrajería 34

f) Replanteos, tolerancias y verificaciones 34

2.7. Instalaciones auxiliares y de servicio 35

a) Instalación eléctrica e iluminación 35

b) Instalación de agua y saneamiento 35

c) Instalación de climatización y ventilación 35

d) Instalación de frío industrial y acumuladores 35

e) Instalación contra incendios 36

f) Otras instalaciones auxiliares 36

2.8. Maquinaria 36

2.9. Condiciones de ejecución y control de calidad 37

a) Ensayos y verificaciones de materiales 37

b) Pruebas de servicio en instalaciones 38

c) Tolerancias de ejecución 38

d) Recepción de unidades de obra 38

e) Documentación de control de calidad 39

2.10 . Seguridad y salud en la ejecución..... 39

a) Cumplimiento normativo 39

b) Plan de seguridad y salud..... 39

c) Coordinación de actividades empresariales..... 40

d) Medidas de seguridad en obra..... 40

e) Plan de emergencias y primeros auxilios 40

f) Control y seguimiento..... 41

3. CAPÍTULO II: PLIEGO DE CONDICIONES FACULTATIVAS..... 41

3.1. Delimitación general de funciones de los agentes intervinientes 41

a) La Propiedad..... 41

b) La Dirección Facultativa (Ingeniero Director)..... 41

c) Coordinador de Seguridad y Salud..... 42

d) El Contratista..... 42

e) Colaboradores técnicos y subcontratistas..... 42

3.2. Obligaciones y derechos del Contratista 43

a) Verificación de los documentos del Proyecto 43

b) Oficina de obra y residencia del Contratista 43

c) Presencia y disponibilidad en los trabajos 43

d) Ejecución conforme al Pliego y órdenes de la Dirección 43

e) Reclamaciones contra las órdenes de la Dirección 44

f) Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones de documentos 44

g) Cumplimiento de disposiciones legales y sectoriales 44

h) Personal no idóneo y disciplina en obra 44

i) Copia de documentos de obra y archivo técnico 45

j) Faltas, multas y responsabilidades 45

k) Derechos del Contratista 45

3.3. Obligaciones y derechos de la Propiedad 45

a) Designación de la Dirección Facultativa y coordinadores 45

b) Aportación de terrenos, licencias y permisos administrativos 46

c) Pago de certificaciones y liquidaciones de obra 46

d) Derecho a supervisar, inspeccionar y recibir informes 46

e) Derecho a exigir el cumplimiento de plazos y calidades 46

f) Obligaciones adicionales 47

3.4. Prescripciones generales relativas a los trabajos, materiales y medios auxiliares 47

a) Caminos y accesos a la obra 47

b) Replanteo de la obra 47

c) Comienzo de los trabajos y ritmo de ejecución 47

d) Órdenes de trabajo y su cumplimiento 48

e) Condiciones generales de ejecución 48

f) Facilidades para otros contratistas y gremios 48

g) Ampliaciones de plazo por fuerza mayor o imprevistos 48

h) Responsabilidad del Contratista y penalizaciones por retraso 49

i) Trabajos defectuosos y vicios ocultos 49

j) Daños materiales, responsabilidad civil y seguros 49

k) Materiales defectuosos o no utilizables 49

l) Aparatos, maquinaria y herramientas de la obra 49

m) Andamios y medios auxiliares 50

n) Costes asociados a pruebas, ensayos y muestras 50

o) Limpieza, orden y conservación durante los trabajos 50

p) Otras disposiciones complementarias 50

3.5. Recepciones y liquidaciones 51

3.5.1. Recepción provisional: procedimiento y efectos 51

3.5.2. Recepción definitiva: plazos y garantías 51

3.5.3. Documentación final de obra obligatoria 51

3.5.4. Medición definitiva de trabajos y liquidación provisional 51

3.5.5. Liquidación final de obra 52

3.5.6. Liquidación en caso de rescisión del contrato 52

3.5.7. Plazo de garantía y subsanación de defectos 52

3.6. Facultades de la Dirección Facultativa 52

3.6.1. Órdenes, instrucciones y circulares de obra 53

3.6.2. Facultades de control ordinario 53

3.6.3. Facultades extraordinarias en caso de incumplimiento 53

3.6.4. Facultad de ordenar demolición o rectificación de trabajos 53

3.6.5. Resolución de incidencias y discrepancias 54

3.7. Suspensión y resolución de los trabajos 54

3.7.1. Causas de suspensión temporal 54

3.7.2. Procedimiento y efectos de la suspensión 54

3.7.3. Causas de resolución anticipada del contrato 55

3.7.4. Procedimiento de liquidación en caso de resolución 55

4. CAPÍTULO III: PLIEGO DE CONDICIONES ECONÓMICAS 55

4.1. Contrato de obra 55

a) Naturaleza y alcance del contrato 55

b) Documentos que integran el contrato 56

c) Jerarquía de documentos 56

d) Carácter del contrato 57

4.2. Base fundamental 57

a) Presupuesto de ejecución material (PEM) 57

b) Presupuesto de contrata (PEC) 57

c) Precios unitarios 58

d) Carácter vinculante de los precios 58

e) Alcance económico del contrato 58

4.3. Criterio general de valoración económica 59

a) Principio de precio cierto 59

b) Prioridad de precios unitarios sobre globales 59

c) Omisiones en el presupuesto 59

d) Precios contradictorios 59

e) Revisión y actualización de precios 60

f) Resolución de discrepancias en la valoración 60

4.4. Garantías de cumplimiento y fianzas 60

a) Finalidad de las garantías 60

b) Garantía provisional 60

c) Garantía definitiva 61

d) Forma de constitución de las garantías 61

e) Devolución y cancelación de fianzas 61

f) Ejecución de las garantías 61

4.5. Precios y revisiones 62

4.5.1. Definición de precios 62

4.5.2. Presupuesto de ejecución material (PEM) 62

4.5.3. Precios contradictorios y fijación de nuevos precios 62

4.5.4. Reclamaciones de aumentos de precios por causas diversas 63

4.5.5. Revisión de los precios contratados 63

4.5.6. Gastos incluidos en los precios 63

4.5.7. Elementos comprendidos en el presupuesto 64

4.5.8. Obras por administración 64

4.6. Valoración y abono de los trabajos 64

4.6.1. Valoración general de las obras 64

4.6.2. Mediciones parciales y finales 64

4.6.3. Equivocaciones en el presupuesto y errores materiales 65

4.6.4. Valoración de obras incompletas 65

4.6.5. Abono de obras ejecutadas 65

4.6.6. Obras de mejora o calculadas por medidas alzadas 65

4.6.7. Honorarios por dirección de obra (cuando proceda) 65

4.6.8. Abono de agotamientos, ensayos y otros trabajos especiales no contratados 66

4.6.9. Liquidaciones parciales con carácter provisional 66

4.6.10. Liquidación definitiva 66

4.7. Pagos 66

4.7.1. Certificaciones mensuales ordinarias 66

4.7.2. Certificaciones extraordinarias 66

4.7.3. Retenciones en las certificaciones 67

4.7.4. Plazos y forma de pago 67

4.7.5. Abonos a cuenta y carácter provisional 67

4.8. Indemnizaciones y responsabilidades económicas 68

4.8.1. Suspensión por retraso de pagos 68

4.8.2. Indemnización por retraso de pagos 68

4.8.3. Indemnización por retraso en la ejecución de los trabajos 68

4.8.4. Indemnización por daños de causa mayor al Contratista 68

4.8.5. Penalizaciones por incumplimiento de calidades o defectos de obra 69

4.8.6. Responsabilidad civil y daños a terceros 69

4.9. Mejoras, aumentos y/o reducciones de obra 69

4.9.1. Propuestas de mejora técnica o económica 69

4.9.2. Obras complementarias o no previstas 70

4.9.3. Reducciones de obra autorizadas 70

4.9.4. Limitaciones a modificaciones 70

4.9.5. Documentación de las modificaciones 70

4.10. Seguros de los trabajos 71

4.10.1. Seguros obligatorios 71

4.10.2. Coberturas mínimas 71

4.10.3. Vigencia y mantenimiento de pólizas 71

4.10.4. Seguros adicionales 71

4.10.5. Ejecución de las garantías 72

4.11. Garantías económicas 72

4.11.1. Retenciones en certificaciones 72

4.11.2. Garantía definitiva 72

4.11.3. Devolución de las garantías 73

4.11.4. Cobertura de responsabilidades posteriores 73

5. CAPÍTULO IV: PLIEGO DE CONDICIONES LEGALES 73

5.1. Objeto y alcance de las condiciones legales 73

a) Finalidad del capítulo 73

b) Relación con el contrato y normativa aplicable 73

c) Alcance de las condiciones legales 74

d) Carácter vinculante 74

5.2. Jurisdicción y arbitraje 75

5.2.1. Jurisdicción competente 75

5.2.2. Arbitraje obligatorio en materia técnica 75

5.2.3. Procedimientos de resolución de conflictos 75

5.2.4. Renuncia al fuero propio 76

5.3. Contrato de obra y validez legal de documentos 76

5.3.1. Documentos que integran el contrato 76

5.3.2. Jerarquía y prevalencia en caso de contradicción 76

5.3.3. Interpretación legal del contrato 77

5.3.4. Carácter vinculante 77

5.4. Seguros y accidentes de trabajo 77

5.4.1. Seguro de los trabajos y daños materiales 77

5.4.2. Accidentes de trabajo y cobertura de trabajadores 78

5.4.3. Responsabilidad civil frente a terceros 78

5.4.4. Obligaciones de prueba y vigencia 78

5.4.5. Responsabilidad legal supletoria 79

5.5. Obligaciones legales del Contratista 79

5.5.1. Cumplimiento de leyes laborales y de Seguridad Social 79

5.5.2. Pagos de arbitrios, tasas y licencias administrativas 79

5.5.3. Hallazgos arqueológicos, patrimoniales o ambientales 79

5.5.4. Responsabilidad medioambiental 80

5.5.5. Confidencialidad y uso de la documentación técnica 80

5.6. Maquinaria y equipos 80

5.6.1. Adquisición y procedencia de la maquinaria 80

5.6.2. Comprobación de estado y seguridad de equipos 81

5.6.3. Responsabilidad por defectos o accidentes derivados de su uso 81

5.6.4. Conservación y mantenimiento durante la obra 81

5.6.5. Retirada al finalizar la obra 82

5.7. Modificaciones y cesión de contrato 82

5.7.1. Modificaciones autorizadas 82

5.7.2. Limitaciones a la subcontratación 82

5.7.3. Cesión del contrato 83

5.7.4. Procedimiento de aprobación 83

5.7.5. Nulidad de modificaciones no autorizadas 83

5.8. Causas de rescisión del contrato 83

5.8.1. Incumplimientos graves del Contratista 83

5.8.2. Incumplimientos de la Propiedad 84

5.8.3. Mutuo acuerdo 84

5.8.4. Fuerza mayor 85

5.8.5. Procedimiento de rescisión 85

5.9. Liquidación en caso de rescisión 85

5.9.1. Medición de los trabajos ejecutados 85

5.9.2. Valoración económica de las unidades aceptadas 86

5.9.3. Deducciones por incumplimientos y daños 86

5.9.4. Liquidación del saldo 86

5.9.5. Continuación de la obra con terceros 86

5.10. Disposiciones finales 87

5.10.1. Entrada en vigor del Pliego 87

5.10.2. Aplicación supletoria del Derecho Civil y Mercantil 87

5.10.3. Prioridad frente a otros documentos contractuales 87

5.10.4. Aceptación expresa por parte del Contratista 87

5.10.5. Conservación y archivo 87

0. INTRODUCCIÓN AL DOCUMENTO III: PLIEGO DE CONDICIONES

El Pliego de Condiciones constituye el documento técnico y administrativo que establece los criterios, requisitos y especificaciones a los que deberá ajustarse la ejecución del proyecto. Su finalidad es garantizar la correcta interpretación, desarrollo y control de las obras, definiendo de forma clara y precisa las obligaciones de las partes implicadas, así como los procedimientos de verificación y aceptación de los trabajos.

El pliego se organiza en apartados que abarcan desde las disposiciones generales y normativas de aplicación, hasta las prescripciones particulares sobre materiales, equipos, procesos constructivos, condiciones de seguridad, control de calidad y criterios de medición y valoración. De este modo, se pretende unificar criterios, evitar ambigüedades y asegurar que la ejecución responda a los estándares de calidad, seguridad y sostenibilidad establecidos en el proyecto.

Este documento se concibe, por tanto, como una herramienta esencial para coordinar las actuaciones de todos los agentes intervinientes, facilitar el cumplimiento de la normativa vigente y garantizar que el resultado final satisfaga los objetivos técnicos, económicos y funcionales planteados.

1. DISPOSICIONES GENERALES

1.1. Naturaleza y objeto del pliego general.

El presente Pliego de Condiciones tiene por objeto establecer las prescripciones técnicas, facultativas, económicas y legales que regirán la ejecución del proyecto de bodega de nueva construcción, concebida como una instalación integral destinada a la elaboración, crianza, embotellado y almacenamiento de vino.

Quedan sujetas a las condiciones de este pliego todas las obras e instalaciones comprendidas en la memoria, planos, mediciones y presupuesto del proyecto, así como aquellas actuaciones necesarias para la completa terminación y puesta en servicio de la bodega conforme al uso al que se destina.

La finalidad del pliego es asegurar que la ejecución se realice conforme a la normativa vigente, con las garantías de calidad, seguridad y funcionalidad requeridas, constituyendo un marco de referencia para todos los agentes intervinientes en la obra.

1.2. Ámbito de Aplicación de las Obras

Quedarán comprendidas en el presente Pliego todas las obras e instalaciones descritas en la memoria, planos, mediciones y presupuesto que conforman el proyecto de la bodega, así como aquellas que resulten necesarias para dejar la nave y sus dependencias completamente terminadas y en condiciones de uso conforme a su destino.

El ámbito de aplicación incluye, de manera general, los trabajos de edificación, urbanización interior, instalaciones técnicas y de proceso, y cuantos elementos sean precisos para la correcta puesta en marcha y explotación de la bodega.

1.3. Obras Accesorias y Complementarias

Se considerarán obras accesorias todas aquellas que, sin figurar de forma expresa en la memoria, planos o presupuesto del proyecto, resulten indispensables para la correcta ejecución y terminación de la bodega conforme a su destino.

Dichas obras se ejecutarán siguiendo las instrucciones de la Dirección Facultativa, la cual determinará su alcance y supervisará su realización. En todo momento deberán respetarse las normas de buena práctica constructiva, quedando el contratista obligado a llevarlas a cabo sin que ello suponga derecho a reclamación alguna distinta de la valoración que fije la Dirección de Obra.

1.4. Documentación Contractual y Jerarquía de Documentos

Integran el contrato de ejecución de la obra los siguientes documentos, ordenados por su valor de prelación en caso de discrepancia, omisión o contradicción entre ellos:

-1.º El documento de Contrato debidamente suscrito por las partes.
-2.º El Pliego de Condiciones Particulares.
-3.º El presente Pliego General de Condiciones.

-4.º La documentación técnica del Proyecto, compuesta por la Memoria, los Planos, las Mediciones y el Presupuesto.

Las órdenes e instrucciones emitidas por la Dirección Facultativa se considerarán parte integrante del proyecto, en cuanto interpretación, complemento o precisión de sus determinaciones.

En caso de discrepancia entre documentos gráficos y literales, prevalecerán siempre las especificaciones escritas. En los planos, tendrán prioridad las cotas numéricas sobre las medidas obtenidas a escala.

1.5. Compatibilidad entre Documentos

En caso de omisiones, contradicciones o incompatibilidades entre los distintos documentos que integran el proyecto, se aplicarán los siguientes criterios:

- Prevalencia de lo escrito sobre lo gráfico: las especificaciones literales tendrán prioridad sobre los planos.
- Cotas sobre escalas: en los planos prevalecerán siempre las cotas numéricas frente a las medidas obtenidas por escala.
- Integración implícita: cualquier elemento indicado en un documento y omitido en otro se entenderá incluido en el conjunto, debiendo ejecutarse como si figurase en todos ellos.
- Criterio económico: en lo relativo a precios unitarios y valoraciones, será de aplicación lo establecido en el presupuesto.

1.6. Dirección Facultativa y Técnicos Competentes

La Propiedad designará, en su representación, a un técnico competente que asumirá la Dirección Facultativa de la obra. Dicho cargo podrá ser desempeñado por un Ingeniero Alimentario, Ingeniero Agrónomo, Ingeniero Industrial o Arquitecto Técnico, siempre que sus atribuciones profesionales se correspondan con la naturaleza del proyecto y las instalaciones previstas.

La Dirección Facultativa tendrá plena autoridad para interpretar el proyecto, dictar instrucciones necesarias para su correcta ejecución, aprobar o rechazar materiales,

sistemas constructivos o instalaciones, y verificar el cumplimiento de las disposiciones de este Pliego.

El Contratista está obligado a prestar toda la colaboración necesaria para el desempeño de estas funciones, facilitando el acceso a la obra, la entrega de documentación técnica, la realización de mediciones, ensayos o comprobaciones, y garantizando la presencia de personal cualificado cuando se requiera.

La Dirección Facultativa podrá estar asistida por colaboradores o técnicos especialistas (arquitectos, ingenieros técnicos, responsables de seguridad y salud, laboratorios de control de calidad, etc.), cuyas actuaciones se considerarán igualmente vinculantes.

Las órdenes e instrucciones de la Dirección Facultativa deberán cumplirse de forma inmediata. La falta de cumplimiento de las mismas podrá dar lugar a la paralización de los trabajos hasta su corrección, sin que ello genere derecho a reclamación alguna por parte del Contratista.

1.7. Obligaciones Generales de las Partes

a) De la Propiedad

- Facilitar a la Dirección Facultativa y al Contratista la documentación necesaria para la ejecución de la obra.
- Designar al técnico competente responsable de la dirección de obra y, en su caso, a los coordinadores o especialistas que estime oportuno.
- Asegurar la disponibilidad de los terrenos y autorizaciones necesarias para la construcción de la bodega.
- Abonar al Contratista las certificaciones y liquidaciones de obra en los términos establecidos en el contrato.

b) De la Dirección Facultativa

- Interpretar el proyecto y dictar las órdenes precisas para la correcta ejecución de los trabajos.
- Supervisar y aprobar la calidad de los materiales, equipos e instalaciones.

- Realizar el seguimiento técnico de la obra, comprobando su adecuación a la normativa vigente y a lo dispuesto en este Pliego.
- Expedir las actas de replanteo, de recepción y, en su caso, de subsanación de defectos.

c) Del Contratista

- Ejecutar las obras e instalaciones ajustándose estrictamente a la documentación del proyecto, al presente Pliego y a las órdenes de la Dirección Facultativa.
- Disponer del personal, maquinaria, equipos y medios auxiliares necesarios para el correcto desarrollo de los trabajos.
- Cumplir con todas las normas en materia de seguridad laboral, higiene alimentaria y prevención de riesgos durante la ejecución de la obra.
- Entregar la obra en condiciones de uso y funcionamiento, libre de defectos y con la documentación técnica y de legalización correspondiente.

1.8. Normativa de Aplicación

La ejecución de las obras y la puesta en servicio de la bodega se ajustarán a la legislación vigente y a las normas técnicas que resulten de aplicación en el momento de la construcción. Entre otras, se citan las siguientes disposiciones de carácter general y específico:

a) Legislación de contratación y carácter administrativo

- Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público.
- Orden HFP/1298/2017, de 26 de diciembre, sobre límites de contratos del sector público.
- Decreto 3854/1970, de 31 de diciembre, Pliego de Cláusulas Administrativas Generales para Contratación de Obras del Estado (vigente como norma supletoria).

b) Normativa de edificación y estructura

- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación (y sus modificaciones posteriores, incluyendo el Real Decreto 732/2019).
- Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.

c) Normativa de instalaciones y equipos

- Real Decreto 809/2021, de 21 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento de Equipos a Presión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Real Decreto 552/2019, de 27 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento de Seguridad para Instalaciones Frigoríficas (RSIF).
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT), aprobado por Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto.
- Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE), aprobado por Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio.

d) Normativa de higiene y seguridad alimentaria

- Reglamento (CE) 852/2004, relativo a la higiene de los productos alimenticios.
- Reglamento (CE) 853/2004, por el que se establecen normas específicas de higiene de los alimentos de origen animal.
- Real Decreto 640/2006, de 26 de mayo, por el que se regulan determinadas condiciones de aplicación de las disposiciones comunitarias en materia de higiene.

e) Normativa de prevención de riesgos laborales y seguridad industrial

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en obras de construcción.
- Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, Reglamento de seguridad contra incendios en establecimientos industriales.

f) Normativa medioambiental y de gestión de residuos

- Ley 22/2011, de 28 de julio, de Residuos y Suelos Contaminados.
- Normativa autonómica y local relativa a vertidos de aguas residuales, emisiones y gestión de subproductos de la vinificación (orujo, lías, etc.).

g) Normas técnicas complementarias

- Normas UNE, ISO y EN que se apliquen a materiales, equipos, procesos de construcción e instalaciones de proceso.
- Reglamentación sectorial específica que pueda dictarse durante el desarrollo de la obra.

1.9.Condiciones Medioambientales y de Seguridad

La ejecución de la obra y la posterior explotación de la bodega deberán ajustarse a los principios de sostenibilidad, eficiencia energética y prevención de riesgos, garantizando la protección del medio ambiente y la seguridad de trabajadores, instalaciones y producto elaborado. A tal efecto, se establecen las siguientes disposiciones:

a) Gestión ambiental y residuos

- Los subproductos de la vinificación (raspones, orujo, lías, y aguas residuales) se gestionarán conforme a la normativa vigente, priorizando su valorización en destilería, compostaje o tratamientos autorizados como queda descrito en proyecto (Anejo III a la memoria).
- Se adoptarán medidas para la correcta segregación y almacenamiento de residuos peligrosos (aceites usados, envases de productos químicos, etc.) en recipientes homologados y áreas acondicionadas.
- Se minimizará la generación de residuos de obra, aplicando prácticas de reutilización y reciclaje de materiales siempre que sea posible.

b) Eficiencia energética y sostenibilidad

- Las instalaciones de frío, bombeo y climatización deberán dimensionarse buscando el máximo rendimiento energético y el cumplimiento del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE).

- Se fomentará el uso de sistemas de control automático y recuperación energética que permitan optimizar consumos eléctricos en procesos de fermentación, conservación y climatización.
- Se priorizará el empleo de materiales de bajo impacto ambiental y de soluciones constructivas que favorezcan el aislamiento térmico de la nave.

c) Seguridad contra incendios

- La bodega se dotará de las instalaciones de detección, alarma y extinción que resulten exigibles por el Reglamento de Seguridad contra Incendios en Establecimientos Industriales (RSCIEI).
- Los elementos de sectorización, recorridos de evacuación y equipos de protección se ajustarán a lo dispuesto en el Código Técnico de la Edificación y normativa aplicable.

d) Prevención de riesgos laborales

- Durante la ejecución de la obra, el Contratista deberá cumplir las disposiciones de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y de su normativa de desarrollo, en especial el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, sobre seguridad y salud en obras de construcción.
- Se garantizarán las condiciones adecuadas de ventilación, iluminación, señalización, orden y limpieza en la obra.
- El personal deberá recibir formación e información específica en materia de riesgos laborales vinculados tanto a la construcción como al posterior proceso enológico.

2. CAPÍTULO I: PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

2.1. Objeto y alcance de las condiciones técnicas

El presente capítulo establece las prescripciones de carácter técnico que regirán la ejecución, verificación, puesta en marcha y recepción de la obra correspondiente a una bodega de nueva construcción integrada en una única nave, destinada a la elaboración,

crianza, embotellado y almacenamiento de vino espumoso, con sus instalaciones auxiliares y de servicio.

a) Finalidad:

Garantizar que la obra y las instalaciones:

- Cumplan la normativa vigente y lo dispuesto en el proyecto.
- Aseguren los niveles de calidad, seguridad, funcionalidad, higiene y eficiencia energética previstos.
- Sean aptas para el uso enológico al que se destinan, incluyendo operaciones de vinificación, conservación, manipulación y expedición.

b) Alcance material

Estas prescripciones se aplican a:

- Obra civil: movimiento de tierras, cimentaciones, estructuras, cerramientos, cubiertas, particiones, pavimentos y acabados.
- Instalaciones de servicio: eléctrica y alumbrado, saneamiento y abastecimiento, climatización y ventilación, protección contra incendios, telecomunicaciones y otras auxiliares necesarias.
- Instalaciones de proceso: recepción de uva, conducciones de mosto y vino, depósitos, control térmico, zona de crianza, embotellado/etiquetado y sistemas CIP.
- Integración de sistemas: compatibilidad funcional entre obra civil, utilidades e instalaciones de proceso, incluidos automatismos y control cuando proceda.
- Pruebas, puesta en marcha y documentación “as built” asociada a los trabajos anteriores.

c) Alcance temporal

Las condiciones técnicas son aplicables desde el replanteo de la obra hasta su recepción definitiva, incluyendo:

- Controles de recepción de materiales y equipos.
- Ensayos y pruebas de servicio.

- Subsanación de defectos detectados en la recepción provisional.

d) Límites y exclusiones

Quedan excluidos, salvo estipulación expresa en el Proyecto o en el Contrato:

- Suministros en fase de explotación (energía, agua, gases, consumibles).
- Repuestos y consumibles de operación más allá de los necesarios para la puesta en marcha.
- Formación del personal de explotación y manuales operativos específicos, sin perjuicio de la documentación mínima de fabricante.
- Mobiliario no técnico y elementos decorativos.

e) Criterios de desempeño mínimo

- Calidad y durabilidad: materiales y sistemas conformes a normas UNE/EN/ISO aplicables y a las especificaciones de proyecto.
- Diseño higiénico en áreas enológicas: superficies continuas, fácilmente limpiables y resistentes a agentes de limpieza; minimización de aristas y huecos.
- Seguridad: cumplimiento estricto de requisitos de protección colectiva e individual, y de seguridad eléctrica, mecánica y contra incendios.
- Eficiencia energética: selección y ejecución orientadas al rendimiento y a la reducción de pérdidas térmicas y eléctricas.
- Mantenibilidad: accesos, registros y disposición que permitan inspección, limpieza y mantenimiento periódico.

f) Coordinación con otros documentos del proyecto

Este capítulo se lee junto a:

- Capítulo II (Condiciones Facultativas), para el régimen de órdenes, controles y recepciones.
- Capítulo III (Condiciones Económicas), para criterios de medición y valoración.
- Capítulo IV (Condiciones Legales), para el marco jurídico y responsabilidades. En caso de discrepancia, regirá la jerarquía documental establecida en las Disposiciones Generales.

g) Documentación complementaria del contratista

El contratista deberá aportar, para validación por la Dirección Facultativa:

- Plan de obra y procedimientos de ejecución de unidades críticas.
- Plan de control de calidad y registros de ensayos.
- Certificados de conformidad de materiales y equipos, declaraciones CE y manuales.
- Planos "as built" y relaciones de repuestos recomendados para primera línea.

2.2. Normas y referencias técnicas aplicables

a) Carácter general

La ejecución de la obra, el montaje de instalaciones y la puesta en servicio de la bodega deberán ajustarse a la legislación vigente, así como a las normas técnicas nacionales e internacionales aplicables en el momento de la construcción.

Las disposiciones contenidas en este Pliego tendrán carácter complementario respecto de la normativa, y en caso de que sus exigencias resulten más restrictivas que las mínimas legales, prevalecerán sobre estas.

b) Normativa de edificación y estructura

- Código Técnico de la Edificación (CTE), aprobado por Real Decreto 314/2006 y sus modificaciones posteriores.
- Código Estructural, aprobado por Real Decreto 470/2021, para estructuras de hormigón, acero y mixtas.
- Reglamento de Seguridad contra Incendios en Establecimientos Industriales (RSCIEI), Real Decreto 2267/2004.
- Normativa autonómica y municipal en materia urbanística, de accesibilidad y contra incendios.

c) Normativa de instalaciones

- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT), RD 842/2002.
- Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE), RD 1027/2007.

- Reglamento de Seguridad para Instalaciones Frigoríficas (RSIF), RD 552/2019.
- Reglamento de Equipos a Presión, RD 809/2021, e Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Otras reglamentaciones específicas en materia de gas, telecomunicaciones y agua que resulten de aplicación.

d) Normativa de higiene y seguridad alimentaria

- Reglamento (CE) 852/2004, relativo a la higiene de los productos alimenticios.
- Reglamento (CE) 853/2004, por el que se establecen normas específicas de higiene de alimentos de origen animal.
- Real Decreto 640/2006, de 26 de mayo, sobre condiciones de aplicación de las disposiciones comunitarias en materia de higiene.
- Guías de buenas prácticas higiénicas del sector vitivinícola publicadas por organismos oficiales.

e) Normativa de prevención de riesgos laborales

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, sobre seguridad y salud en obras de construcción.
- Normativa de EPIs, señalización de seguridad, protección frente a atmósferas explosivas (ATEX), cuando proceda.

f) Normativa medioambiental y de gestión de residuos

- Ley 22/2011, de Residuos y Suelos Contaminados.
- Normativa autonómica sobre vertidos, emisiones y gestión de subproductos de la vinificación (orujo, lías, etc.).
- Directivas comunitarias de eficiencia energética y gestión sostenible.

g) Normas técnicas de obligado cumplimiento

Todos los materiales, equipos y procesos deberán responder a normas:

- UNE, UNE-EN e ISO, en su versión vigente.
- Certificaciones CE y marcado obligatorio para productos y equipos.
- Especificaciones de fabricantes reconocidos, siempre validadas por la Dirección Facultativa.

h) Criterios de aplicación

- En caso de conflicto entre normas de diferente rango, prevalecerá la de mayor jerarquía legal.
- Cuando existan varias normas aplicables, se adoptará la más restrictiva en materia de calidad, seguridad e higiene.
- La Dirección Facultativa resolverá cualquier duda sobre interpretación o compatibilidad normativa.

2.3.Mano de obra

a) Cualificación y capacitación del personal

- Todo el personal que participe en la ejecución de la obra deberá contar con la formación y experiencia adecuadas a las tareas que se le asignen.
- En particular, los oficiales y especialistas deberán acreditar experiencia previa en el tipo de trabajo que realicen (estructuras, instalaciones eléctricas, frío industrial, soldadura, etc.).
- El personal no cualificado se limitará a tareas auxiliares bajo supervisión.

b) Condiciones generales de seguridad y disciplina

- Todo operario estará obligado al uso de equipos de protección individual (EPI) apropiados: casco, botas de seguridad, guantes, arnés, protección auditiva o visual según proceda.
- Se prohibirá el consumo de alcohol y sustancias que puedan alterar las condiciones psicofísicas del trabajador.
- Se exigirá el cumplimiento estricto de las normas de seguridad y de las instrucciones de la Dirección Facultativa y del Coordinador de Seguridad y Salud.
- La infracción de estas normas será motivo suficiente para la expulsión del operario de la obra.

c) Obligaciones específicas del personal en obra

- Mantener el orden, limpieza y correcta disposición de materiales y herramientas en las zonas de trabajo.
- Respetar las zonas restringidas, evitando interferir en los trabajos de otros gremios o especialidades.
- Notificar de inmediato a los responsables cualquier accidente, anomalía o situación de riesgo detectada.
- Participar en las sesiones de formación e información preventiva organizadas por el contratista o la Dirección Facultativa.

d) Condiciones laborales mínimas

- El contratista garantizará que todos los trabajadores estén dados de alta en la Seguridad Social y cumplan con las obligaciones legales en materia laboral.
- Se deberán respetar los descansos legales, las jornadas máximas y la normativa vigente en materia de trabajo temporal o subcontratación.
- No se permitirá la presencia en obra de personal sin contrato laboral en vigor.

e) Responsabilidad del contratista

- Corresponde al contratista asegurar que la mano de obra disponible sea suficiente en número y cualificación para el correcto avance de los trabajos.
- Será su responsabilidad el cumplimiento de la normativa laboral, de seguridad y de prevención, exonerando a la Propiedad de cualquier reclamación o sanción derivada de incumplimientos en esta materia.

2.4. Manejo y organización de la obra

a) Organización general y planificación de los trabajos

- El Contratista será responsable de la planificación integral de la obra, presentando un programa de trabajos detallado con las fases de ejecución, recursos asignados y plazos parciales.
- Dicho programa deberá ser validado por la Dirección Facultativa, y cualquier modificación sustancial deberá contar con su autorización previa.

- Se fomentará la coordinación entre oficios y gremios, evitando interferencias y retrasos en la ejecución.

b) Instalaciones provisionales de obra

- El Contratista habilitará las instalaciones temporales necesarias para el desarrollo de los trabajos:
  - Oficinas de obra y casetas para uso de personal.
  - Almacenes y espacios para acopio de materiales.
  - Acometidas provisionales de agua, energía eléctrica y telecomunicaciones.
  - Instalaciones de higiene y vestuarios, dotadas de agua corriente, sanitarios y zonas de descanso.
- Estas instalaciones deberán mantenerse en condiciones adecuadas de seguridad, limpieza y salubridad durante toda la ejecución.

c) Limpieza, señalización y orden durante la ejecución

- La obra deberá permanecer en todo momento ordenada y señalizada, garantizando la seguridad de trabajadores y visitantes.
- Se delimitarán claramente las zonas de acopio, tránsito y trabajo, con señalización de seguridad homologada.
- Los escombros y residuos se retirarán periódicamente, depositándose en contenedores adecuados y gestionándose conforme a normativa medioambiental.
- Al finalizar cada jornada, los tajos deberán quedar libres de herramientas y materiales que puedan suponer riesgo de accidente.

d) Condiciones de entrega y recepción de la obra

- Una vez finalizados los trabajos, la Dirección Facultativa realizará las comprobaciones y ensayos necesarios para verificar el cumplimiento del proyecto y del presente Pliego.
- La obra se considerará terminada cuando todos los sistemas y elementos se encuentren en condiciones de funcionamiento y uso seguro, conforme a su destino.

- Hasta el acto de recepción, el Contratista será responsable de la conservación, limpieza y custodia de la obra, respondiendo de los daños o desperfectos que se produzcan.
- La entrega incluirá la documentación final de obra: planos "as built", manuales de uso y mantenimiento, certificados de conformidad y garantías de equipos e instalaciones.

2.5. Materiales

a) Condiciones generales de calidad

- Todos los materiales empleados en la construcción deberán ser nuevos, de primera calidad y conformes con las normas UNE, EN o ISO aplicables.
- Se rechazarán aquellos materiales que presenten defectos de fabricación, alteraciones por almacenamiento inadecuado o no cumplan las especificaciones del proyecto.
- No se admitirán materiales de procedencia dudosa o sin documentación acreditativa de su conformidad.

b) Documentación y certificados

- Cada suministro deberá ir acompañado de certificados de calidad, marcado CE y, en su caso, declaraciones de conformidad emitidas por el fabricante.
- La Dirección Facultativa podrá exigir la entrega de fichas técnicas, ensayos de laboratorio o muestras para comprobar las características del material antes de su aceptación.
- Los productos químicos, pinturas, recubrimientos o aditivos deberán incluir hojas de seguridad conforme a la legislación vigente.

c) Recepción de materiales en obra

- El Contratista notificará a la Dirección Facultativa la llegada de cada suministro para su comprobación y aceptación.
- Se inspeccionará visualmente la integridad, dimensiones, acabados y embalajes, pudiendo requerirse ensayos adicionales si existen dudas sobre su calidad.

- Los materiales no aceptados deberán ser retirados de la obra de inmediato, a cargo del Contratista.

d) Almacenamiento y conservación

- Los materiales se almacenarán en condiciones que garanticen su protección frente a humedad, heladas, altas temperaturas o radiación solar directa, según sus características.
- Se dispondrán zonas de acopio diferenciadas y señalizadas, evitando mezclas o confusiones entre partidas.
- Los productos susceptibles de contaminación (cementos, áridos, aditivos, pinturas, recubrimientos, etc.) deberán mantenerse cerrados hasta su uso.
- En materiales de larga duración, el contratista deberá garantizar que la vida útil no se vea reducida por un acopio inadecuado.

e) Rechazo y sustitución de materiales defectuosos

- La Dirección Facultativa tendrá plena potestad para rechazar materiales que no cumplan los requisitos establecidos.
- El Contratista estará obligado a retirar inmediatamente dichos materiales y a sustituirlos por otros adecuados, sin derecho a reclamación económica adicional.
- En caso de que un material defectuoso se haya empleado en la obra, el contratista deberá proceder a su demolición, sustitución o reparación a su cargo, incluyendo los costes derivados.

f) Innovaciones y cambios de materiales

- Cualquier propuesta de sustitución de un material por otro equivalente o mejorado deberá ser justificada por el Contratista y aprobada expresamente por la Dirección Facultativa.
- No se admitirán cambios que reduzcan la calidad, durabilidad, seguridad o higiene previstas en el proyecto.
- La Dirección Facultativa podrá autorizar materiales alternativos si cumplen las condiciones técnicas y garantizan prestaciones iguales o superiores.

2.5.1. Materiales para hormigones y morteros

-Cemento

- Se emplearán cementos conforme al Código Estructural (RD 470/2021) y la norma UNE-EN 197-1.
- Para elementos estructurales se admitirán cementos de clase 32,5 MPa o superior, quedando excluido el uso de cementos de albañilería.
- Todos los lotes deberán contar con marcado CE, declaración de prestaciones y albarán conforme a la Instrucción RC-08.
- El almacenamiento será en espacios secos y ventilados, con un límite máximo de 3 meses (clase 32,5), 2 meses (clase 42,5) y 1 mes (clase 52,5), salvo comprobación mediante ensayo.
- Para zonas en contacto con agua agresiva o ambientes marinos se emplearán cementos resistentes a sulfatos o cementos específicos para exposición XA según UNE-EN 206.

-Agua

- El agua para amasado y curado será potable o, en su defecto, analizada para demostrar su idoneidad en cuanto a pH, cloruros, sulfatos y materia orgánica.
- Se prohíbe el uso de agua de mar o con salinidad similar en hormigón armado.

-Áridos

- Procederán de canteras o graveras autorizadas, cumpliendo con la UNE-EN 12620.
- Serán limpios, duros y libres de partículas arcillosas, sulfuros oxidables o materia orgánica.
- Todo suministro deberá estar acompañado de marcado CE y declaración de conformidad.
- El almacenamiento evitará segregación y contaminación.
- El empleo de áridos reciclados solo se permitirá hasta un 20 % en peso y con autorización de la Dirección Facultativa.

-Aditivos

- Los aditivos cumplirán la UNE-EN 934-2 y deberán ir acompañados de marcado CE y declaración de prestaciones.
- Podrán emplearse superplastificantes, retardadores, inclusores de aire o aditivos multifuncionales, siempre bajo aprobación de la Dirección Facultativa.
- Se almacenarán en condiciones que eviten contaminación o degradación

2.5.2. Hormigones para cimentación y solera

- Se utilizará hormigón de limpieza con un espesor mínimo de 10 cm bajo cimentaciones, y de 30 cm en solera de nave.
- Para zapatas y elementos estructurales se aplicará hormigón armado con resistencia característica mínima HA-25/B/20/IIa (o la definida por cálculo estructural).
- El asiento de las zapatas se ejecutará sobre superficie compactada y nivelada, siguiendo los resultados del estudio geotécnico.
- Normativa de aplicación: Código Estructural, CTE DB-SE-C (cimientos), CTE DB-HS1 (humedades) y CTE DB-SI (resistencia al fuego, si procede)

2.5.3. Acero de alta adherencia para armaduras

- Se emplearán aceros corrugados de alta adherencia tipo B500S, conforme a UNE-EN 10080 y con marcado CE.
- Requisitos mínimos: límite elástico $\geq$ 500 MPa, módulo de elasticidad $\geq$ 200 GPa.
- Deberán presentarse certificados de conformidad y ensayos de control.
- No se admitirán barras con óxido profundo, deformaciones o defectos superficiales.

2.5.4. Acero para estructuras metálicas

- Para la estructura metálica de la nave se emplearán perfiles laminados de calidad S275JR o S355JR, según la UNE-EN 10025.
- Los elementos metálicos se transportarán y almacenarán de forma que se eviten deformaciones y daños.
- Las piezas llegarán con imprimación anticorrosiva libre de plomo y cromatos, aplicada en taller en dos capas de 35 µm cada una (salvo zonas de soldadura).

- En piezas galvanizadas, se comprobará que el recubrimiento de zinc sea continuo y uniforme.
- La recepción de los perfiles se documentará con hoja de suministro, declaración de prestaciones y marcado CE.

2.6. Ejecución de las obras de edificación

a) Movimiento de tierras y cimentación

- Los trabajos de excavación, relleno y compactación se realizarán según el estudio geotécnico y las directrices de la Dirección Facultativa.
- El terreno de cimentación se dejará nivelado, limpio y libre de materiales sueltos o blandos.
- Las cimentaciones (zapatas, losas o encepados) se ejecutarán con hormigones que cumplan con el Código Estructural, garantizando resistencia, durabilidad y correcta puesta en obra.
- Se preverán sistemas de drenaje y saneo del terreno para evitar asientos diferenciales o acumulaciones de agua.

b) Estructura

- La estructura será de hormigón armado, metálica o mixta, conforme a los cálculos estructurales y normativa vigente.
- Todas las uniones soldadas, atornilladas o encoladas deberán cumplir con normas UNE aplicables y ser verificadas por personal cualificado.
- Las piezas metálicas contarán con tratamientos anticorrosión adecuados al ambiente interior de la bodega.
- No se admitirán deformaciones, grietas o desviaciones que superen las tolerancias reglamentarias.

c) Cerramientos y cubiertas

- Los cerramientos exteriores estarán compuestos por paneles prefabricados o fábricas de bloque/ladrillo, con aislamiento térmico suficiente para garantizar eficiencia energética y estabilidad higrotérmica.

- Las cubiertas deberán ser estancas, aisladas y resistentes, con pendientes adecuadas para evacuación de aguas pluviales.
- Los encuentros entre elementos (cubierta, muros, carpinterías) estarán correctamente sellados, evitando puentes térmicos o filtraciones.

d) Pavimentos y acabados interiores

- Los pavimentos en áreas de proceso deberán ser antideslizantes, impermeables, resistentes a agentes químicos y de fácil limpieza.
- En zonas de tránsito de carretillas o maquinaria, se emplearán soluciones de alta resistencia mecánica.
- Las paredes de zonas de producción se revestirán con materiales lavables e higiénicos, evitando acabados rugosos.
- Los falsos techos, cuando existan, deberán ser accesibles para inspección y limpieza, y no generar polvo ni partículas.

e) Carpinterías y cerrajería

- Las carpinterías exteriores deberán garantizar aislamiento térmico, estanqueidad y seguridad frente a intrusiones.
- Las carpinterías interiores en contacto con zonas de proceso serán de materiales resistentes a la humedad, de fácil limpieza y sin aristas vivas.
- Las puertas de acceso a zonas de producción deberán ser de apertura segura y con sistemas que eviten contaminación cruzada (cortinas de lamas, cierrapuertas automáticos).
- La cerrajería metálica contará con tratamientos anticorrosión y acabados adecuados para ambientes húmedos.

f) Replanteos, tolerancias y verificaciones

- El Contratista deberá realizar los replanteos necesarios antes de iniciar la ejecución de cada unidad de obra.
- Las tolerancias en dimensiones, plomos y niveles deberán ajustarse a lo indicado en el Código Técnico de la Edificación y normativa complementaria.
- La Dirección Facultativa comprobará periódicamente la correcta ejecución, pudiendo ordenar demoliciones o rectificaciones si se detectan defectos graves.

2.7. Instalaciones auxiliares y de servicio

a) Instalación eléctrica e iluminación

- Se ejecutará conforme al Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT) y normativa complementaria.
- Los cuadros eléctricos estarán ubicados en zonas accesibles y ventiladas, con protecciones diferenciales y magnetotérmicas adecuadas.
- Se dispondrá de alumbrado general suficiente en todas las dependencias, con especial refuerzo en zonas de trabajo.
- En caso de fallo de suministro, se garantizará un sistema de iluminación de emergencia y señalización de evacuación.

b) Instalación de agua y saneamiento

- La red de abastecimiento proporcionará agua potable conforme al RD 140/2003, destinada a consumo humano y limpieza de equipos.
- Las conducciones deberán estar claramente diferenciadas de las de saneamiento, con materiales resistentes a la corrosión y fáciles de limpiar.
- El saneamiento de aguas residuales conectará a red pública o, en su defecto, a sistema de depuración autorizado, cumpliendo normativa medioambiental.
- Las aguas pluviales se recogerán y evacuarán mediante canalizaciones adecuadas, evitando acumulaciones en cubiertas o patios.

c) Instalación de climatización y ventilación

- En oficinas, vestuarios y zonas de descanso se instalarán equipos de climatización conforme al RITE.
- En áreas de proceso, la ventilación garantizará la renovación de aire, control de humedad y eliminación de gases de fermentación.
- Las rejillas, filtros y conductos deberán ser accesibles para inspección y limpieza periódica.

d) Instalación de frío industrial y acumuladores

- La bodega dispondrá de un sistema de frío industrial para controlar la temperatura en depósitos de fermentación y conservación.
- Los equipos principales estarán conectados a bombas, intercambiadores y acumuladores de agua glicolada, diseñados conforme al RSIF y al Reglamento de Equipos a Presión.
- Se preverán sistemas de control automático para regular temperaturas y optimizar consumos energéticos.

e) Instalación contra incendios

- La protección contra incendios cumplirá con el RSCIEI y el CTE-DB SI.
- Se instalarán extintores portátiles, bocas de incendio equipadas (BIEs), detectores y señalización luminosa de evacuación.
- Las salidas de emergencia estarán claramente indicadas y libres de obstáculos.
- Se preverán planes de evacuación y simulacros periódicos.

f) Otras instalaciones auxiliares

- Telecomunicaciones: canalizaciones y cableados necesarios para telefonía, red de datos e internet.
- Megafonía y control de accesos: opcional, según necesidades del promotor.
- Instalaciones provisionales: quedarán desmontadas y retiradas al finalizar la obra, garantizando que el edificio quede limpio y libre de elementos ajenos.

2.8. Maquinaria

La maquinaria prevista en el proyecto está especificada en la Memoria y en el Presupuesto, documentos a los que se remite este Pliego para conocer en detalle sus características.

Todos los equipos que entren en contacto directo con el producto deberán fabricarse con materiales estables e inalterables, de superficie lisa y fácil limpieza. Los acabados exteriores también deberán ser resistentes y permitir la higienización completa, evitando ángulos muertos o recovecos que dificulten el mantenimiento.

Las partes móviles deberán incorporar sistemas de protección que garanticen la seguridad de los operarios. Los equipos deberán alcanzar los rendimientos fijados en el proyecto. Si, en condiciones normales de trabajo y uso correcto, no se cumplen dichos valores, el proveedor deberá corregir las deficiencias detectadas. De no resolverse en el plazo máximo de un mes, el proveedor estará obligado a sustituir el equipo por otro equivalente o a devolver el importe abonado.

Todos los costes derivados del transporte, embalaje, seguros, aduanas, impuestos y riesgos hasta la entrega en el emplazamiento de la bodega correrán por cuenta del proveedor. El montaje será también de su responsabilidad, correspondiendo al promotor facilitar los medios auxiliares básicos (instalaciones provisionales, herramienta pesada y apoyos de albañilería, carpintería o cerrajería), así como personal de ayuda para los técnicos desplazados por el suministrador.

El plazo de entrega será el fijado en contrato y solo podrá alterarse por causas de fuerza mayor debidamente justificadas (huelgas, conflictos laborales, disturbios, situaciones bélicas u otras análogas). Los retrasos imputables al proveedor generarán una penalización del 1 % del importe del suministro por cada semana de demora.

El proveedor aportará, a su cargo, los equipos y útiles necesarios para realizar las pruebas de funcionamiento de los equipos. Dichas pruebas se efectuarán en la fecha indicada por la Dirección Facultativa y constituirán la base de la recepción provisional.

A partir de la recepción provisional comenzará un periodo mínimo de garantía de un año, durante el cual los equipos deberán mantener un funcionamiento adecuado. El proveedor se compromete a sustituir sin coste los componentes defectuosos y a corregir cualquier fallo de fabricación o instalación que impida el uso normal de la maquinaria.

2.9. Condiciones de ejecución y control de calidad

a) Ensayos y verificaciones de materiales

- Todo material empleado en la obra deberá someterse a controles de recepción para verificar su conformidad con la normativa y con las especificaciones del proyecto.

- Los ensayos de resistencia, durabilidad y acabado de hormigones, aceros, aislamientos, pinturas y recubrimientos se realizarán en laboratorios acreditados, cuando así lo exija la normativa o la Dirección Facultativa.
- Los materiales que no superen los ensayos serán rechazados y sustituidos de inmediato, a cargo del Contratista.

b) Pruebas de servicio en instalaciones

- Todas las instalaciones (eléctrica, climatización, frío industrial, agua, saneamiento, contra incendios, etc.) deberán ser sometidas a pruebas de funcionamiento y servicio antes de su recepción provisional.
- Estas pruebas incluirán:
    - Comprobación de presiones, caudales y estanqueidad en redes de agua y saneamiento.
    - Verificación de circuitos eléctricos, protecciones diferenciales, tomas de tierra y continuidad de conductores.
    - Pruebas de rendimiento de equipos de frío y acumuladores, midiendo temperaturas y consumos energéticos.
    - Ensayos de detección y extinción de incendios, comprobando señalización y sistemas de alarma.
- El Contratista aportará el personal y los medios necesarios para la realización de estas pruebas.

c) Tolerancias de ejecución

- Las dimensiones, alineaciones y niveles deberán ajustarse a las tolerancias establecidas en el Código Técnico de la Edificación y normativa sectorial.
- No se admitirán defectos visibles tales como grietas, fisuras, desplomes, juntas mal acabadas, superficies rugosas o acabados que dificulten la limpieza en áreas de proceso.
- En pavimentos, las tolerancias de planeidad no superarán los valores establecidos en normas UNE para superficies industriales.

d) Recepción de unidades de obra

- La recepción de cada unidad de obra (cimentación, estructura, cerramientos, instalaciones, etc.) se realizará mediante acta de conformidad firmada por la Dirección Facultativa.
- No se permitirá iniciar una nueva fase sin la previa aceptación formal de la anterior.
- En caso de detectarse defectos o incumplimientos, el Contratista estará obligado a demoler, rehacer o reparar la unidad afectada, sin coste adicional para la Propiedad.
- La obra se considerará terminada únicamente cuando todas las unidades de obra estén ejecutadas, verificadas y aceptadas.

e) Documentación de control de calidad

El Contratista deberá entregar a la Dirección Facultativa, para su archivo y comprobación:

- Certificados de origen y conformidad de materiales.
- Resultados de ensayos y pruebas realizados.
- Registros de control de ejecución y de mantenimiento de instalaciones provisionales.
- Planos “as built” y manuales de uso y mantenimiento de las instalaciones.

2.10. Seguridad y salud en la ejecución

a) Cumplimiento normativo

- La ejecución de la obra deberá ajustarse a lo dispuesto en la Ley 31/1995, de Prevención de Riesgos Laborales, y en el Real Decreto 1627/1997, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en obras de construcción, así como en el resto de normativa aplicable.
- El Contratista será el único responsable del cumplimiento de estas disposiciones, exonerando a la Propiedad de cualquier reclamación derivada de su incumplimiento.

b) Plan de seguridad y salud

- Previamente al inicio de los trabajos, el Contratista deberá elaborar un Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo, adaptado al Estudio de Seguridad incluido en el Proyecto.
- Dicho plan deberá ser aprobado por la Dirección Facultativa y por el Coordinador de Seguridad y Salud, en su caso.
- El plan contemplará las medidas específicas para los riesgos propios de la obra: trabajos en altura, uso de maquinaria pesada, manipulación de cargas, riesgos eléctricos y exposición a agentes químicos.

c) Coordinación de actividades empresariales

- En caso de concurrencia de varios contratistas o subcontratistas, el Contratista principal será responsable de la coordinación de actividades empresariales, garantizando la seguridad en todos los tajos.
- Todos los trabajadores y empresas presentes en la obra deberán acreditar documentalmente su cumplimiento en materia de prevención.

d) Medidas de seguridad en obra

- Se delimitará y señalizará el perímetro de la obra, restringiendo el acceso únicamente a personal autorizado.
- Se dispondrán señales homologadas, pasillos de tránsito seguro, protecciones colectivas en huecos, barandillas en bordes y redes de seguridad cuando corresponda.
- Será obligatorio el uso de EPIs adecuados a cada tarea, incluyendo casco, chaleco reflectante, guantes, botas de seguridad, gafas de protección y arnés anticaídas en trabajos en altura.
- Las instalaciones provisionales de obra (electricidad, agua, andamios, casetas, etc.) deberán cumplir normativa de seguridad en vigor.

e) Plan de emergencias y primeros auxilios

- La obra dispondrá de un plan de emergencias y evacuación, con identificación de responsables, rutas de evacuación y puntos de encuentro.
- Se instalarán botiquines de primeros auxilios, fácilmente accesibles, y se designará personal formado en su uso.

- Los equipos contra incendios estarán disponibles desde el inicio de la obra, con revisiones periódicas.

f) Control y seguimiento

- El Coordinador de Seguridad y Salud, o en su defecto la Dirección Facultativa, realizará visitas periódicas de inspección para comprobar la correcta aplicación de las medidas preventivas.
- Se levantarán actas de incidencias en caso de incumplimiento, pudiendo paralizarse los trabajos hasta su subsanación.
- La reiteración de incumplimientos podrá dar lugar a la rescisión del contrato.

3. CAPÍTULO II: PLIEGO DE CONDICIONES FACULTATIVAS

3.1. Delimitación general de funciones de los agentes intervinientes

La correcta ejecución de la obra requiere la participación coordinada de los distintos agentes definidos en este Pliego, cada uno de los cuales ejercerá las funciones que le son propias de acuerdo con la normativa vigente, el contrato de obra y las disposiciones del presente documento.

a) La Propiedad

- Funciones: ostenta la titularidad de la obra, promueve su ejecución y designa a la Dirección Facultativa.
- Derechos: recibir información periódica del avance de los trabajos, exigir el cumplimiento de los plazos, calidades y condiciones pactadas, y aprobar las certificaciones y liquidaciones.
- Obligaciones: aportar el solar en condiciones aptas para la construcción, gestionar licencias y autorizaciones administrativas necesarias, y satisfacer las obligaciones económicas derivadas del contrato.

b) La Dirección Facultativa (Ingeniero Director)

- Funciones: dirige técnicamente la obra, supervisa la correcta ejecución de los trabajos y asegura el cumplimiento del proyecto y del Pliego.

- Atribuciones: dictar órdenes de obra, aprobar o rechazar materiales y sistemas, interpretar documentos técnicos, exigir rectificaciones y aprobar las certificaciones de obra.
- Responsabilidades: velar por la seguridad, calidad y adecuación de la construcción, actuando como representante técnico de la Propiedad.

c) Coordinador de Seguridad y Salud

- Funciones: coordina la aplicación de los principios generales de prevención y seguridad en el conjunto de actividades de la obra.
- Atribuciones: aprobar el Plan de Seguridad y Salud elaborado por el Contratista, supervisar su cumplimiento y ordenar la paralización de trabajos en caso de riesgo grave e inminente.
- Obligaciones: velar por la protección de todos los trabajadores presentes en la obra, sin perjuicio de las responsabilidades propias de cada empresa contratista o subcontratista.

d) El Contratista

- Funciones: ejecutar la obra con los medios humanos y materiales adecuados, siguiendo el proyecto, el Pliego y las órdenes de la Dirección Facultativa.
- Derechos: recibir las certificaciones y pagos conforme a la ejecución real, solicitar aclaraciones o modificaciones justificadas del proyecto y presentar reclamaciones frente a órdenes que considere improcedentes.
- Obligaciones: garantizar la correcta calidad de los trabajos, cumplir los plazos establecidos, observar las disposiciones legales vigentes y mantener la seguridad y limpieza de la obra.

e) Colaboradores técnicos y subcontratistas

- Funciones: realizar los trabajos específicos para los que hayan sido contratados (instalaciones, acabados, etc.), siempre bajo la responsabilidad del Contratista principal.
- Limitaciones: carecen de relación contractual directa con la Propiedad y no podrán recibir órdenes de la Dirección Facultativa, salvo en materia de seguridad.

- Responsabilidad: el Contratista principal responderá solidariamente de los trabajos ejecutados por sus subcontratistas, en cuanto a calidad, plazos y cumplimiento legal.

3.2. Obligaciones y derechos del Contratista

El Contratista será el responsable directo de la ejecución de la obra en los términos establecidos en el contrato, el proyecto y el presente Pliego. Asumirá la total responsabilidad de los trabajos ejecutados por su personal, maquinaria y subcontratistas, sin perjuicio de las obligaciones específicas que se detallan a continuación.

a) Verificación de los documentos del Proyecto

- El Contratista deberá revisar previamente la documentación técnica entregada (planos, mediciones, memoria y pliegos).
- Cualquier error, contradicción u omisión deberá comunicarse de inmediato a la Dirección Facultativa antes de iniciar los trabajos.
- La aceptación de la documentación sin objeciones supondrá la conformidad del Contratista con la misma.

b) Oficina de obra y residencia del Contratista

- El Contratista dispondrá de oficina en la propia obra, dotada de medios suficientes para coordinar los trabajos.
- Deberá designar un representante permanente en obra, con capacidad de decisión y comunicación directa con la Dirección Facultativa.
- La ausencia de este representante se considerará incumplimiento de contrato.

c) Presencia y disponibilidad en los trabajos

- El Contratista garantizará su presencia continua durante la ejecución de los trabajos, ya sea mediante el propio responsable o personal delegado autorizado.
- Estará obligado a atender todas las visitas, inspecciones o comprobaciones realizadas por la Dirección Facultativa o sus colaboradores.

d) Ejecución conforme al Pliego y órdenes de la Dirección

- La obra se ejecutará estrictamente según lo establecido en el Proyecto y en este Pliego.
- El Contratista cumplirá las órdenes e instrucciones emitidas por la Dirección Facultativa, incluso cuando estas supongan modificaciones de detalle respecto a la documentación inicial.
- Las órdenes se formalizarán en el Libro de Órdenes, y deberán cumplirse en los plazos señalados.

e) Reclamaciones contra las órdenes de la Dirección

- El Contratista podrá formular reclamaciones contra las órdenes recibidas, siempre por escrito y de manera razonada.
- Dichas reclamaciones no suspenderán la ejecución de las órdenes, salvo que la Dirección Facultativa acuerde lo contrario.
- La resolución de discrepancias se realizará de acuerdo con lo previsto en este Pliego y en el contrato.

f) Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones de documentos

- Las dudas de interpretación de los documentos de proyecto serán resueltas por la Dirección Facultativa, cuyas decisiones serán vinculantes.
- Cualquier modificación propuesta por el Contratista deberá contar con autorización expresa de la Dirección Facultativa y, en su caso, de la Propiedad.

g) Cumplimiento de disposiciones legales y sectoriales

- El Contratista cumplirá todas las disposiciones vigentes en materia laboral, fiscal, medioambiental, de seguridad y salud en el trabajo y de higiene alimentaria.
- Será responsable de obtener permisos, seguros, certificaciones y licencias que correspondan a la ejecución de los trabajos.

h) Personal no idóneo y disciplina en obra

- La Dirección Facultativa podrá exigir la retirada inmediata de cualquier trabajador cuya conducta, negligencia o falta de cualificación suponga un riesgo para la obra o sus condiciones de seguridad.

- El Contratista deberá sustituir a dicho personal sin que ello genere derecho a indemnización.

i) Copia de documentos de obra y archivo técnico

- El Contratista conservará en la obra copia actualizada de toda la documentación técnica, planos revisados y órdenes emitidas.
- Al finalizar la obra, deberá entregar a la Propiedad un archivo técnico con los planos "as built" y documentos de control de calidad.

j) Faltas, multas y responsabilidades

- El incumplimiento de las obligaciones recogidas en este apartado podrá ser sancionado con multas proporcionales al perjuicio ocasionado, a criterio de la Dirección Facultativa.
- Dichas sanciones serán independientes de las indemnizaciones a las que el Contratista deba responder en caso de daños o retrasos.

k) Derechos del Contratista

- Recibir las certificaciones de obra conforme a los trabajos realmente ejecutados.
- Solicitar aclaraciones técnicas y modificaciones justificadas cuando lo requiera la buena ejecución.
- Recibir asistencia técnica de la Dirección Facultativa en cuanto a interpretación de documentos.
- Obtener ampliaciones de plazo en casos debidamente justificados de fuerza mayor o circunstancias imprevisibles.

3.3. Obligaciones y derechos de la Propiedad

La Propiedad, en calidad de promotora de la obra, asume un papel esencial en la definición, control y seguimiento del proyecto, debiendo garantizar los medios necesarios para su adecuada ejecución. Sus funciones se desarrollan conforme a lo establecido en el contrato, en este Pliego y en la normativa vigente.

a) Designación de la Dirección Facultativa y coordinadores

- La Propiedad designará al técnico o técnicos competentes que asuman la Dirección Facultativa de la obra y, en su caso, al Coordinador de Seguridad y Salud.
- Dicha designación será comunicada formalmente al Contratista antes del inicio de los trabajos.

b) Aportación de terrenos, licencias y permisos administrativos

- Corresponde a la Propiedad entregar el solar o edificio objeto de intervención en condiciones adecuadas para el comienzo de la obra.
- Será responsable de obtener o facilitar las licencias urbanísticas, permisos administrativos y autorizaciones necesarias para la ejecución del proyecto.

c) Pago de certificaciones y liquidaciones de obra

- La Propiedad abonará al Contratista el importe de las certificaciones mensuales y liquidaciones aprobadas por la Dirección Facultativa, en los plazos previstos en el contrato.
- El incumplimiento de los plazos de pago dará derecho al Contratista a reclamar intereses conforme a la legislación vigente, sin perjuicio de las facultades de la Dirección Facultativa.

d) Derecho a supervisar, inspeccionar y recibir informes

- La Propiedad podrá realizar, directamente o a través de la Dirección Facultativa, visitas de inspección a la obra, solicitar aclaraciones y requerir informes de avance.
- Tendrá acceso a la documentación técnica y administrativa relativa a la obra y podrá exigir al Contratista la entrega de registros de control de calidad o documentación de seguridad.

e) Derecho a exigir el cumplimiento de plazos y calidades

- La Propiedad podrá exigir el cumplimiento estricto de los plazos contractuales, las calidades especificadas y las condiciones de seguridad y medio ambiente.

- En caso de incumplimiento grave, podrá solicitar la resolución del contrato o la aplicación de penalizaciones previstas.

f) Obligaciones adicionales

- La Propiedad deberá facilitar a la Dirección Facultativa y al Contratista la información complementaria que resulte necesaria para la correcta ejecución.
- Responderá de la veracidad de los datos iniciales aportados (situación jurídica del solar, cargas urbanísticas, condiciones de titularidad).
- En caso de modificaciones sustanciales del proyecto a iniciativa de la Propiedad, asumirá los costes y ampliaciones de plazo derivados de las mismas.

3.4. Prescripciones generales relativas a los trabajos, materiales y medios auxiliares

a) Caminos y accesos a la obra

- El Contratista deberá mantener libres, transitables y en buen estado los accesos al solar y los caminos interiores de obra.
- Queda prohibido obstruir pasos públicos o servidumbres de terceros sin autorización expresa.
- En caso de causar daños a infraestructuras viarias, el Contratista estará obligado a su reparación inmediata.

b) Replanteo de la obra

- Antes de iniciar la ejecución, se efectuará un replanteo general dirigido por la Dirección Facultativa, levantándose acta de conformidad.
- El Contratista deberá facilitar medios humanos y materiales para la correcta realización del replanteo.
- Los errores derivados de replanteos defectuosos por parte del Contratista correrán a su cargo.

c) Comienzo de los trabajos y ritmo de ejecución

- La obra dará comienzo en la fecha fijada por la Dirección Facultativa, una vez obtenidas las licencias y actas previas de replanteo.
- El ritmo de ejecución deberá ajustarse al programa aprobado, sin interrupciones injustificadas.
- La Dirección Facultativa podrá exigir refuerzo de medios humanos o materiales si aprecia retrasos.

d) Órdenes de trabajo y su cumplimiento

- Las instrucciones de la Dirección Facultativa se anotarán en el Libro de Órdenes.
- El Contratista estará obligado a cumplirlas en el plazo indicado, sin perjuicio de formular reclamaciones posteriores.
- El incumplimiento reiterado de órdenes será motivo de sanción y, en su caso, resolución contractual.

e) Condiciones generales de ejecución

- Los trabajos deberán ajustarse a las reglas del arte constructivo, empleando medios y procedimientos adecuados.
- Se exigirá la correcta coordinación entre oficios para evitar interferencias y defectos de ejecución.
- No se permitirá la utilización de materiales no autorizados o de calidad inferior a la especificada.

f) Facilidades para otros contratistas y gremios

- El Contratista principal deberá facilitar la coexistencia en la obra de otros contratistas que la Propiedad pueda designar, garantizando accesos y coordinación.
- No podrá entorpecer ni dificultar la ejecución de trabajos ajenos que formen parte del proyecto.

g) Ampliaciones de plazo por fuerza mayor o imprevistos

- Solo podrán concederse ampliaciones de plazo por causas de fuerza mayor debidamente justificadas (fenómenos meteorológicos excepcionales, huelgas generales, catástrofes).
- También podrán valorarse imprevistos técnicos no atribuibles al Contratista.
- La solicitud deberá presentarse por escrito a la Dirección Facultativa, que resolverá en un plazo razonable.

h) Responsabilidad del Contratista y penalizaciones por retraso

- El Contratista será responsable de los retrasos injustificados en la ejecución.
- En caso de incumplimiento de plazos, podrá imponerse una penalización diaria o semanal calculada como porcentaje del importe total de la obra, sin perjuicio de indemnizaciones adicionales.

i) Trabajos defectuosos y vicios ocultos

- Cualquier trabajo que no se ajuste a las especificaciones será considerado defectuoso y deberá ser demolido, rehecho o reparado a cargo del Contratista.
- La aparición de vicios ocultos durante el plazo de garantía obligará al Contratista a su subsanación sin coste alguno.

j) Daños materiales, responsabilidad civil y seguros

- El Contratista será responsable de todos los daños ocasionados a la obra, a bienes de la Propiedad, a terceros o al medio ambiente durante la ejecución.
- Deberá suscribir pólizas de seguro de responsabilidad civil y de accidentes que cubran a trabajadores y terceros.

k) Materiales defectuosos o no utilizables

- Los materiales defectuosos, caducados o no conformes serán rechazados por la Dirección Facultativa.
- El Contratista deberá retirarlos de la obra inmediatamente y sustituirlos sin coste adicional.

l) Aparatos, maquinaria y herramientas de la obra

- El Contratista proveerá los equipos, maquinaria y herramientas necesarias, manteniéndolos en perfecto estado de uso y seguridad.
- La Dirección Facultativa podrá ordenar la retirada de maquinaria inadecuada, peligrosa o defectuosa.

m) Andamios y medios auxiliares

- Los andamios, encofrados, cimbras y demás medios auxiliares deberán cumplir con la normativa de seguridad vigente.
- El Contratista será responsable de su montaje, mantenimiento y desmontaje seguro.

n) Costes asociados a pruebas, ensayos y muestras

- El Contratista asumirá los costes de las pruebas y ensayos necesarios para verificar la calidad de materiales, instalaciones y equipos.
- Deberá aportar las muestras que la Dirección Facultativa solicite para comprobación de calidades.

o) Limpieza, orden y conservación durante los trabajos

- La obra se mantendrá limpia y ordenada durante toda la ejecución.
- Los escombros y residuos se retirarán periódicamente y se gestionarán conforme a la normativa medioambiental.
- El Contratista será responsable de la conservación de la obra hasta la recepción provisional.

p) Otras disposiciones complementarias

- Cualquier aspecto no contemplado en este apartado se regirá por la normativa vigente, la buena práctica constructiva y las instrucciones de la Dirección Facultativa.

3.5. Recepciones y liquidaciones

3.5.1. Recepción provisional: procedimiento y efectos

- Una vez concluidos los trabajos, el Contratista comunicará por escrito a la Dirección Facultativa que la obra está lista para su recepción.
- Se practicará una inspección detallada de todas las unidades ejecutadas, con presencia de la Propiedad, la Dirección Facultativa y el Contratista.
- Si el resultado es favorable, se levantará Acta de Recepción Provisional, fijando la fecha de inicio del plazo de garantía.
- Si se detectan defectos, se elaborará una lista de reparaciones, debiendo el Contratista subsanarlas en el plazo indicado antes de la firma del acta.

3.5.2. Recepción definitiva: plazos y garantías

- Transcurrido el plazo de garantía, y tras comprobar que no existen vicios ocultos o defectos, se realizará la Recepción Definitiva.
- El Contratista quedará liberado de responsabilidades, salvo las derivadas de defectos graves imputables a dolo o negligencia.
- El acta de recepción definitiva se firmará por la Propiedad y la Dirección Facultativa.

3.5.3. Documentación final de obra obligatoria

El Contratista deberá entregar, para la recepción definitiva:

- Planos de obra ejecutada (“as built”).
- Certificados de calidad y ensayos realizados.
- Manuales de uso y mantenimiento de equipos e instalaciones.
- Certificados de conformidad, garantías de fabricantes y licencias de puesta en servicio.

3.5.4. Medición definitiva de trabajos y liquidación provisional

- Tras la recepción provisional, la Dirección Facultativa efectuará la medición definitiva de los trabajos ejecutados.

- Sobre dicha medición se elaborará la liquidación provisional, que reflejará las cantidades realmente ejecutadas y certificadas hasta ese momento.

3.5.5. Liquidación final de obra

- Una vez transcurrido el plazo de garantía y firmada la recepción definitiva, se procederá a la liquidación final.
- Dicha liquidación contemplará el saldo definitivo entre la Propiedad y el Contratista, incorporando retenciones, penalizaciones, ampliaciones o modificaciones de obra.

3.5.6. Liquidación en caso de rescisión del contrato

- Si la obra fuese resuelta antes de su conclusión, la Dirección Facultativa realizará la medición y valoración de los trabajos ejecutados hasta la fecha.
- La Propiedad abonará al Contratista el importe de dichos trabajos, deduciendo los gastos ocasionados por incumplimiento o daños imputables.

3.5.7. Plazo de garantía y subsanación de defectos

- El plazo de garantía será, como mínimo, de un año a partir de la recepción provisional, sin perjuicio de lo establecido en la Ley de Ordenación de la Edificación (LOE).
- Durante este periodo, el Contratista estará obligado a subsanar sin coste los defectos o vicios que aparezcan en la obra.
- El incumplimiento de esta obligación facultará a la Propiedad a realizar las reparaciones por cuenta del Contratista, cargando su importe a la garantía retenida.

3.6. Facultades de la Dirección Facultativa

La Dirección Facultativa, en representación de la Propiedad, tendrá plena autoridad técnica para dirigir, inspeccionar y controlar la ejecución de la obra, velando en todo momento por la correcta interpretación del proyecto y el cumplimiento del presente Pliego.

3.6.1. Órdenes, instrucciones y circulares de obra

- La Dirección Facultativa podrá impartir órdenes escritas o verbales relativas a la ejecución, control y organización de los trabajos.
- Todas las órdenes relevantes se anotarán en el Libro de Órdenes, que tendrá carácter obligatorio y vinculante para el Contratista.
- El Contratista estará obligado a cumplir dichas órdenes en los plazos señalados.

3.6.2. Facultades de control ordinario

- Supervisar la correcta ejecución de los trabajos, materiales y sistemas empleados.
- Aprobar o rechazar los materiales y equipos que no cumplan las especificaciones del proyecto.
- Comprobar las mediciones y certificaciones presentadas por el Contratista.
- Autorizar o denegar propuestas de modificación planteadas por el Contratista.
- Verificar el cumplimiento de la normativa aplicable en seguridad, higiene y medio ambiente.

3.6.3. Facultades extraordinarias en caso de incumplimiento

- Ordenar la paralización inmediata de los trabajos cuando se detecten riesgos graves para la seguridad, defectos de ejecución o incumplimiento de órdenes anteriores.
- Exigir la retirada de personal no cualificado o que incumpla las normas de seguridad.
- Imponer sanciones económicas por retrasos, incumplimientos o negligencias, dentro de los límites establecidos en el contrato.

3.6.4. Facultad de ordenar demolición o rectificación de trabajos

- La Dirección Facultativa podrá ordenar la demolición o rectificación de unidades de obra que no se ajusten al proyecto o a las normas de buena práctica constructiva.
- Los gastos derivados de estas actuaciones correrán íntegramente a cargo del Contratista, sin derecho a indemnización.

- En casos de urgencia, la Dirección podrá encargar directamente la rectificación a terceros, repercutiendo el coste al Contratista.

3.6.5. Resolución de incidencias y discrepancias

- La Dirección Facultativa actuará como árbitro técnico en la resolución de incidencias derivadas de la interpretación de documentos, calidad de materiales o ejecución de unidades.
- Sus decisiones tendrán carácter obligatorio e inmediato, sin perjuicio del derecho del Contratista a formular reclamaciones posteriores por las vías contractuales o legales correspondientes.
- Toda discrepancia quedará registrada en actas o en el Libro de Órdenes, garantizando trazabilidad y transparencia.

3.7. Suspensión y resolución de los trabajos

3.7.1. Causas de suspensión temporal

La obra podrá ser suspendida temporalmente, en todo o en parte, por decisión de la Dirección Facultativa o de la Propiedad, en los siguientes supuestos:

- Fuerza mayor (fenómenos meteorológicos excepcionales, catástrofes naturales, huelgas generales).
- Falta de suministro de materiales o equipos por causas ajenas al Contratista.
- Necesidad de modificar o ampliar el proyecto original.
- Riesgo grave e inminente para la seguridad de los trabajadores o de la obra.

3.7.2. Procedimiento y efectos de la suspensión

- La suspensión se formalizará mediante acta de suspensión de obra, firmada por la Propiedad, la Dirección Facultativa y el Contratista.
- En dicha acta se recogerán las causas, la fecha de inicio, el estado de la obra y las medidas de conservación necesarias.
- Durante la suspensión, el Contratista estará obligado a conservar, proteger y vigilar la obra y los materiales ya ejecutados o acopiados.

- Los plazos de ejecución se ampliarán en proporción al tiempo de suspensión, salvo que se determine lo contrario en el acta.

3.7.3. Causas de resolución anticipada del contrato

El contrato de obra podrá resolverse anticipadamente por alguna de las siguientes causas:

- Incumplimiento grave de las obligaciones contractuales por parte del Contratista (retrasos reiterados, defectos graves de calidad, abandono de obra).
- Insolvencia, quiebra o concurso del Contratista.
- Incumplimiento de la Propiedad en sus obligaciones de pago durante más de dos certificaciones consecutivas.
- Mutuo acuerdo entre las partes, con liquidación de lo ejecutado hasta la fecha.

3.7.4. Procedimiento de liquidación en caso de resolución

- La Dirección Facultativa practicará una medición detallada de los trabajos ejecutados hasta la fecha de resolución.
- Sobre dicha medición se calculará el importe a abonar al Contratista, deduciendo penalizaciones, daños o perjuicios causados.
- El Contratista perderá el derecho a percibir indemnización alguna por los trabajos no ejecutados o por el beneficio dejado de obtener.
- La Propiedad podrá encargar a un tercero la terminación de la obra, repercutiendo al Contratista los sobrecostes si la resolución fue por incumplimiento de este.

4. CAPÍTULO III: PLIEGO DE CONDICIONES ECONÓMICAS

4.1. Contrato de obra

a) Naturaleza y alcance del contrato

El contrato de obra es el documento jurídico que regula la relación entre la Propiedad y el Contratista para la ejecución de la bodega de nueva construcción, conforme al Proyecto aprobado y al presente Pliego.

- Tiene carácter obligatorio y vinculante para ambas partes.

- Su objeto es la ejecución material completa de la obra, incluyendo todos los trabajos, instalaciones, suministros y servicios necesarios para que la misma pueda destinarse al uso previsto.
- El contrato se suscribe por precio cierto, no pudiendo modificarse salvo en los supuestos previstos expresamente en este Pliego o en la normativa aplicable.

b) Documentos que integran el contrato

El contrato de obra está formado, con carácter complementario y jerárquico, por los siguientes documentos:

1. El propio contrato firmado por la Propiedad y el Contratista.
2. El Pliego de Condiciones (técnicas, facultativas, económicas y legales).
3. La Memoria descriptiva, cálculos justificativos y anexos técnicos.
4. Los planos de conjunto y de detalle.
5. Las mediciones y presupuestos.
6. El Estudio de Seguridad y Salud y, en su caso, el Plan de Seguridad aprobado.

Todos estos documentos se entienden mutuamente complementarios, prevaleciendo unos sobre otros según la jerarquía definida en el siguiente epígrafe.

c) Jerarquía de documentos

En caso de discrepancia, contradicción u omisión entre documentos, regirá el siguiente orden de prelación:

1. El contrato de obra suscrito por las partes.
2. El Pliego de Condiciones Económicas (este capítulo).
3. El Pliego de Condiciones Técnicas.
4. El Pliego de Condiciones Facultativas.
5. El Pliego de Condiciones Legales.
6. El resto de documentación de proyecto (memoria, planos, mediciones y presupuestos).

En caso de conflicto entre planos y mediciones, prevalecerán las especificaciones literales de los documentos escritos sobre las gráficas, y en los planos, las cotas numéricas sobre las medidas a escala.

d) Carácter del contrato

- El Contratista no podrá alegar desconocimiento de los documentos contractuales ni de las condiciones del emplazamiento para justificar deficiencias o incumplimientos.
- La firma del contrato implica la plena aceptación de todas las condiciones contenidas en el proyecto y en este Pliego.
- El contrato comprenderá la ejecución "llave en mano", salvo estipulación contraria, de manera que la obra pueda entregarse terminada, operativa y en condiciones de uso.

4.2. Base fundamental

a) Presupuesto de ejecución material (PEM)

- El Presupuesto de Ejecución Material se define como la suma de los importes resultantes de las mediciones y los precios unitarios de todas las unidades de obra incluidas en el proyecto.
- Comprende exclusivamente los costes directos de materiales, mano de obra y maquinaria, sin añadir gastos generales, beneficio industrial ni impuestos.
- Constituye la referencia básica para las certificaciones de obra y para cualquier valoración económica.

b) Presupuesto de contrata (PEC)

- El Presupuesto de Contrata se obtiene del PEM incrementado en:
    - Los gastos generales derivados de la organización, gestión y administración de la obra.
    - El beneficio industrial del Contratista.
    - Los impuestos aplicables, en particular el Impuesto sobre el Valor Añadido (IVA).

- El PEC será el importe total a abonar por la Propiedad al Contratista, salvo modificaciones autorizadas.

c) Precios unitarios

- Cada unidad de obra se valorará mediante un precio unitario aprobado en el presupuesto, que será fijo y vinculante durante la ejecución, salvo revisión expresa autorizada.
- Los precios unitarios incluyen todos los costes asociados a la unidad: materiales, mano de obra, medios auxiliares, amortización de maquinaria, transporte, seguros, tasas, gastos de seguridad y salud, etc.
- Se considerará que en dichos precios están incluidos los trabajos preparatorios, complementarios y de acabado necesarios para la correcta terminación de la unidad.

d) Carácter vinculante de los precios

- Los precios aprobados en el presupuesto serán de obligado cumplimiento, sin posibilidad de incremento unilateral por parte del Contratista.
- Únicamente podrán modificarse:
    - Por errores materiales justificados en las mediciones.
    - Por la fijación de precios contradictorios en unidades no previstas en el proyecto.
    - Por aplicación de fórmulas de revisión de precios, cuando se hubiesen establecido expresamente.

e) Alcance económico del contrato

- El contrato se suscribe por precio cierto y cerrado, no siendo revisable por oscilaciones del mercado salvo en los supuestos indicados.
- La firma del contrato implica que el Contratista ha tenido en cuenta todas las circunstancias que puedan afectar a la ejecución, sin que proceda reclamación posterior por desconocimiento del emplazamiento, dificultades de acceso, climatología habitual o costes de transporte.

4.3. Criterio general de valoración económica

a) Principio de precio cierto

- La obra se contrata por precio cierto, definido en el Presupuesto de Contrata, el cual constituye la referencia económica principal entre la Propiedad y el Contratista.
- Dicho precio solo podrá modificarse en los supuestos contemplados en el presente Pliego (precios contradictorios, revisiones autorizadas, errores materiales).

b) Prioridad de precios unitarios sobre globales

- Para la valoración de los trabajos ejecutados prevalecerán siempre los precios unitarios sobre cualquier otra valoración global o a tanto alzado.
- Las unidades de obra se medirán y abonarán de acuerdo con lo efectivamente ejecutado y aceptado por la Dirección Facultativa.
- Cuando se hubiesen fijado partidas alzadas, estas se entenderán referidas a la ejecución completa y correcta de la unidad, sin perjuicio de que la Dirección pueda exigir la justificación de sus componentes.

c) Omisiones en el presupuesto

- Los elementos, trabajos o materiales que resulten indispensables para la correcta ejecución de la obra y que no estén explícitamente recogidos en el presupuesto se considerarán incluidos en el precio de las partidas afines, sin dar derecho a reclamación adicional.
- Únicamente se admitirán precios contradictorios cuando se trate de unidades no previstas en absoluto en el Proyecto ni en el presupuesto, y siempre que resulten imprescindibles para el fin de la obra.

d) Precios contradictorios

- En caso de ser necesaria la ejecución de unidades no contempladas en el presupuesto, la Dirección Facultativa propondrá los precios contradictorios que correspondan, previa justificación de los costes.
- Dichos precios deberán ser aprobados por la Propiedad antes de su aplicación.

- El Contratista estará obligado a ejecutar estas unidades bajo las condiciones técnicas y económicas que se establezcan.

e) Revisión y actualización de precios

- Los precios fijados en el presupuesto tendrán carácter invariable durante la ejecución, salvo que se hayan previsto cláusulas de revisión.
- En caso de que exista fórmula de revisión, esta se aplicará únicamente en los términos y plazos fijados en el contrato.
- No se admitirán reclamaciones por incrementos de salarios, transportes, energía, materiales u otros costes generales, salvo en el marco de revisiones reguladas.

f) Resolución de discrepancias en la valoración

- En caso de desacuerdo sobre la valoración de unidades ejecutadas, la Dirección Facultativa resolverá en primera instancia.
- Si persiste la discrepancia, se estará a lo previsto en el contrato para reclamaciones económicas, sin que ello suspenda la ejecución de los trabajos.

4.4. Garantías de cumplimiento y fianzas

a) Finalidad de las garantías

Las garantías tienen por objeto asegurar el cumplimiento correcto y completo del contrato por parte del Contratista, cubriendo:

- El resarcimiento de daños y perjuicios causados a la Propiedad por incumplimientos.
- La subsanación de defectos y vicios ocultos que pudieran aparecer durante el plazo de garantía.
- La cobertura de responsabilidades legales, técnicas o económicas derivadas de la ejecución de la obra.

b) Garantía provisional

- En su caso, podrá exigirse al Contratista la constitución de una garantía provisional para concurrir a la adjudicación de la obra.

- Su importe, forma y plazo se determinarán en el contrato o en el pliego de condiciones administrativas.
- Será devuelta automáticamente tras la formalización del contrato y la prestación de la garantía definitiva.

c) Garantía definitiva

- El Contratista deberá constituir, antes de la firma del contrato, una garantía definitiva equivalente a un porcentaje del Presupuesto de Contrata especificado en el contrato.
- La garantía definitiva quedará en poder de la Propiedad hasta la firma del Acta de Recepción Definitiva.
- Servirá para cubrir defectos, incumplimientos, sanciones o responsabilidades detectados durante el plazo de garantía.

d) Forma de constitución de las garantías

Las garantías podrán constituirse en alguna de las siguientes modalidades:

- En efectivo o mediante transferencia a la cuenta designada por la Propiedad.
- En aval bancario solidario, con renuncia expresa al beneficio de excusión.
- En seguro de caución emitido por entidad aseguradora autorizada.
- En cualquier otra forma admitida en el contrato.

e) Devolución y cancelación de fianzas

- La devolución de la garantía definitiva tendrá lugar tras la Recepción Definitiva de la obra y una vez transcurrido el plazo de garantía sin que se hayan detectado defectos pendientes de subsanar.
- En caso de existir incidencias, la Propiedad podrá retener total o parcialmente la garantía hasta su resolución.
- La cancelación de garantías será autorizada por la Dirección Facultativa, previa verificación del cumplimiento de todas las obligaciones contractuales.

f) Ejecución de las garantías

- La Propiedad podrá ejecutar las garantías cuando se produzcan incumplimientos graves del Contratista, sin perjuicio de otras acciones legales que procedan.
- En tal caso, el Contratista estará obligado a reponer la garantía hasta alcanzar el importe inicialmente pactado.

4.5. Precios y revisiones

4.5.1. Definición de precios

- Se entiende por precio unitario la cantidad económica que corresponde a la ejecución de una unidad completa de obra, con todos sus elementos, trabajos auxiliares y medios necesarios para dejarla terminada.
- Dichos precios incluyen: materiales, mano de obra, maquinaria, medios auxiliares, transporte, embalajes, amortización de equipos, seguros, tasas, costes de seguridad y salud, y cualquier otro gasto necesario para la correcta ejecución.
- El Contratista no podrá exigir incremento alguno por conceptos no especificados de forma expresa.

4.5.2. Presupuesto de ejecución material (PEM)

El PEM resulta de aplicar los precios unitarios a las mediciones recogidas en el proyecto.

- Constituye la base técnica de referencia para la valoración de los trabajos realmente ejecutados.
- Cualquier error material en el PEM podrá corregirse en fase de ejecución mediante justificación técnica aprobada por la Dirección Facultativa.

4.5.3. Precios contradictorios y fijación de nuevos precios

- Cuando sea necesaria la ejecución de unidades no previstas en el presupuesto, la Dirección Facultativa propondrá la fijación de precios contradictorios.
- Para ello se tendrá en cuenta:

  -Los precios de mercado en el momento de la ejecución.

-Los análisis de precios oficiales o de referencia (bases de datos de construcción de industria).

-La analogía con precios ya contemplados en el presupuesto.

- La Propiedad deberá aprobar dichos precios antes de su aplicación.

4.5.4. Reclamaciones de aumentos de precios por causas diversas

- El Contratista podrá solicitar revisión de precios en casos excepcionales, siempre que lo haga por escrito y con la debida justificación técnica y económica.
- No se admitirán reclamaciones derivadas de imprevisión, errores de cálculo, oscilaciones normales del mercado o falta de estudio del emplazamiento.
- Únicamente se reconocerán incrementos cuando la Propiedad apruebe expresamente la variación.

4.5.5. Revisión de los precios contratados

- Como regla general, los precios contratados se considerarán fijos e invariables durante la ejecución de la obra.
- Podrán aplicarse revisiones únicamente en los casos previstos en el contrato o en la normativa de contratación pública, si resultase de aplicación.
- En caso de revisión, se emplearán las fórmulas oficiales de actualización publicadas por el Ministerio correspondiente o, en su defecto, los índices acordados entre las partes.

4.5.6. Gastos incluidos en los precios

Los precios unitarios y globales incluyen, sin que puedan ser objeto de reclamación adicional:

- Gastos de instalaciones provisionales de obra.
- Medios auxiliares y equipos de protección.
- Retirada de escombros y gestión de residuos.

- Pruebas y ensayos exigidos en obra.
- Formación mínima necesaria para el uso de equipos.

4.5.7. Elementos comprendidos en el presupuesto

El presupuesto comprende, además de las unidades de obra:

- Costes de redacción de documentación “as built” y manuales de mantenimiento.
- Tramitación de licencias de instalación y puesta en servicio.
- Gastos de conservación de la obra hasta la recepción provisional.

4.5.8. Obras por administración

- En casos excepcionales, la Propiedad podrá autorizar la ejecución de trabajos por el sistema de administración, abonando al Contratista los costes reales de materiales, mano de obra y maquinaria, más un porcentaje de gastos generales y beneficio.
- Este procedimiento se aplicará únicamente cuando así lo acuerden expresamente ambas partes y con aprobación de la Dirección Facultativa.

4.6. Valoración y abono de los trabajos

4.6.1. Valoración general de las obras

- La valoración de los trabajos se realizará aplicando los precios unitarios aprobados a las cantidades realmente ejecutadas y comprobadas en obra.
- Solo se abonarán las partidas efectivamente realizadas, aceptadas por la Dirección Facultativa y conformes al Proyecto.

4.6.2. Mediciones parciales y finales

- Durante la obra podrán realizarse mediciones parciales para verificar el avance y justificar las certificaciones mensuales.
- Al finalizar la ejecución, se realizará una medición final y definitiva de todas las unidades de obra, que servirá de base para la liquidación.
- Todas las mediciones serán firmadas por el Contratista y la Dirección Facultativa.

4.6.3. Equivocaciones en el presupuesto y errores materiales

- El Contratista estará obligado a aportar planos, croquis, fichas de producción, hojas de control y cualquier documentación que justifique las cantidades medidas.
- En caso de discrepancia, prevalecerán las mediciones verificadas por la Dirección Facultativa

4.6.4. Valoración de obras incompletas

- Los errores aritméticos, de transcripción o de medición detectados en el presupuesto podrán ser corregidos durante la ejecución.
- La corrección será aprobada por la Dirección Facultativa, sin que el Contratista tenga derecho a reclamación por pérdida de beneficios previstos.

4.6.5. Abono de obras ejecutadas

- No se abonará ninguna unidad de obra que no esté completa y terminada en todas sus partes.
- Excepcionalmente, podrán reconocerse partidas incompletas cuando se justifique técnicamente y lo autorice la Dirección Facultativa, abonándose solo la parte realmente ejecutada.

4.6.6. Obras de mejora o calculadas por medidas alzadas

- El pago de las unidades ejecutadas se realizará conforme a las certificaciones mensuales emitidas por la Dirección Facultativa.
- Las cantidades certificadas tendrán carácter de abono a cuenta, quedando sujetas a la liquidación definitiva.

4.6.7. Honorarios por dirección de obra

- En caso de obras de mejora propuestas por el Contratista y aprobadas por la Propiedad, la valoración se hará con precios previamente pactados.
- En trabajos medidos “a tanto alzado”, el precio comprenderá la ejecución completa y no podrá modificarse por desviaciones en cantidades.

4.6.8. Abono de agotamientos, ensayos y otros trabajos especiales no contratados

- Si en el contrato se incluyeran honorarios de dirección o asistencia técnica, estos se valorarán y abonarán de acuerdo con las bases establecidas por la Propiedad.
- Dichos honorarios estarán incluidos en el presupuesto total y no podrán ser modificados salvo autorización expresa.

4.6.9. Liquidaciones parciales con carácter provisional

- Los ensayos de materiales, pruebas de servicio y trabajos auxiliares no previstos podrán abonarse por administración, si así se acuerda entre las partes.
- El Contratista no podrá exigir su abono salvo que la Dirección Facultativa los haya autorizado por escrito.

4.6.10. Liquidación definitiva

- Se podrán practicar liquidaciones parciales con carácter provisional en fases concretas de la obra, sujetas a verificación final.
- La liquidación definitiva se efectuará una vez practicada la medición final y firmada la recepción definitiva, ajustando todos los pagos realizados con las cantidades realmente ejecutadas.

4.7. **Pagos**

4.7.1. Certificaciones mensuales ordinarias

- El Contratista tendrá derecho a presentar certificaciones mensuales por los trabajos ejecutados hasta la fecha.
- Cada certificación deberá ser revisada, corregida en su caso y aprobada por la Dirección Facultativa antes de su abono.
- Las certificaciones incluirán únicamente unidades de obra ejecutadas, medidas y aceptadas, sin que puedan anticiparse partidas no realizadas.

4.7.2. Certificaciones extraordinarias

- Podrán emitirse certificaciones extraordinarias en los siguientes casos:

  - Finalización de fases significativas de obra.
  - Ejecución de unidades imprevistas aprobadas como precios contradictorios.
  - Necesidad de liquidar partidas específicas antes de la recepción provisional.
- Estas certificaciones deberán contar con la autorización expresa de la Dirección Facultativa y la Propiedad.

4.7.3. Retenciones en las certificaciones

- De cada certificación se practicará una retención en garantía, cuyo porcentaje será fijado en el contrato (habitualmente entre el 5 % y el 10 %).
- Dicha retención quedará depositada hasta la recepción definitiva de la obra y la expiración del plazo de garantía.
- La retención podrá sustituirse por aval bancario o seguro de caución, si así se pacta con la Propiedad.

4.7.4. Plazos y forma de pago

- El plazo de abono de cada certificación aprobada será el fijado en el contrato, que no podrá superar los 60 días naturales desde su emisión, conforme a la Ley 3/2004 de medidas de lucha contra la morosidad.
- El pago se realizará mediante transferencia bancaria a la cuenta designada por el Contratista.
- Los retrasos en el pago darán derecho al Contratista a reclamar los intereses legales de demora, sin que pueda suspender los trabajos por este motivo salvo autorización expresa.

4.7.5. Abonos a cuenta y carácter provisional

- Los pagos efectuados mediante certificaciones tendrán siempre carácter de abonos a cuenta, no suponiendo la aceptación definitiva de los trabajos.
- El saldo final se determinará en la liquidación definitiva de la obra.

4.8. Indemnizaciones y responsabilidades económicas

4.8.1. Suspensión por retraso de pagos

- Si la Propiedad incumpliera de forma reiterada los plazos de pago de certificaciones (más de dos consecutivas), el Contratista podrá solicitar la suspensión temporal de los trabajos.
- La reanudación de la obra quedará condicionada a la regularización de los pagos pendientes, más los intereses de demora.

4.8.2. Indemnización por retraso de pagos

- Todo retraso en los pagos dará derecho al Contratista a percibir intereses de demora, conforme a la Ley 3/2004 de lucha contra la morosidad en operaciones comerciales.
- Dichos intereses se calcularán desde el día siguiente al vencimiento del plazo hasta la fecha efectiva del pago.

4.8.3. Indemnización por retraso en la ejecución de los trabajos

- En caso de incumplimiento de los plazos de ejecución imputable al Contratista, se aplicará una penalización económica equivalente al 1 % del importe de la obra pendiente de ejecutar por cada semana de retraso, salvo que el contrato establezca otro porcentaje.
- La penalización se aplicará automáticamente en la liquidación de las certificaciones.
- Si el retraso supera el 20 % del plazo total de ejecución, la Propiedad podrá resolver el contrato y reclamar daños y perjuicios.

4.8.4. Indemnización por daños de causa mayor al Contratista

- Cuando los retrasos o daños sean consecuencia de fuerza mayor debidamente justificada (inundaciones, incendios, catástrofes naturales, conflictos armados, etc.), el Contratista tendrá derecho a:
    - Una ampliación proporcional del plazo de ejecución.

- La compensación de gastos adicionales en los que se haya incurrido, siempre que estén justificados documentalmente y aprobados por la Dirección Facultativa.

4.8.5. Penalizaciones por incumplimiento de calidades o defectos de obra

- La ejecución de trabajos defectuosos, el empleo de materiales no conformes o la falta de subsanación en el plazo señalado dará lugar a penalizaciones económicas proporcionales al coste de reparación o sustitución.
- Dichas penalizaciones podrán aplicarse de forma independiente a la obligación de demoler, rehacer o reparar los trabajos afectados.
- En casos graves o reiterados, la Propiedad podrá descontar directamente dichas penalizaciones de las certificaciones o de la garantía definitiva.

4.8.6. Responsabilidad civil y daños a terceros

- El Contratista responderá económicamente de los daños ocasionados a la Propiedad, a terceros o al medio ambiente como consecuencia de la ejecución de la obra.
- Estos daños deberán ser cubiertos mediante las pólizas de seguro exigidas en el contrato.

4.9. Mejoras, aumentos y/o reducciones de obra

4.9.1. Propuestas de mejora técnica o económica

- El Contratista podrá proponer a la Dirección Facultativa y a la Propiedad mejoras técnicas, constructivas o económicas respecto a lo previsto en el Proyecto.
- Dichas mejoras deberán justificarse documentalmente, demostrando:
  - Mayor calidad o durabilidad de los materiales.
  - Incremento de la seguridad, higiene o eficiencia energética.
  - Reducción de costes sin merma en las prestaciones.
- La aceptación de mejoras será competencia de la Propiedad, previo informe favorable de la Dirección Facultativa.

4.9.2. Obras complementarias o no previstas

- Cuando, por necesidades técnicas o funcionales, sea preciso ejecutar obras adicionales no previstas en el proyecto, estas deberán ser autorizadas expresamente por la Propiedad, a propuesta de la Dirección Facultativa.
- Su valoración se efectuará mediante:
    - Aplicación de precios unitarios análogos del presupuesto.
    - Fijación de precios contradictorios para unidades no contempladas.
- El Contratista estará obligado a ejecutar estas obras complementarias, siempre que resulten imprescindibles para la finalidad de la bodega.

4.9.3. Reducciones de obra autorizadas

- La Propiedad podrá ordenar la supresión parcial de unidades de obra cuando no resulten necesarias para el fin de la instalación.
- En tal caso, el Contratista tendrá derecho únicamente al abono de las partidas efectivamente ejecutadas hasta la fecha de la orden.
- La reducción no dará derecho a indemnización por beneficios dejados de obtener.

4.9.4. Limitaciones a modificaciones

- En ningún caso podrán introducirse modificaciones que alteren sustancialmente la naturaleza o el objeto del contrato, salvo acuerdo expreso de las partes.
- No se admitirán mejoras, aumentos o reducciones que comprometan la seguridad estructural, la higiene alimentaria o la funcionalidad del edificio.

4.9.5. Documentación de las modificaciones

- Toda modificación aprobada deberá reflejarse en:
    - Acta de aprobación firmada por la Propiedad, la Dirección Facultativa y el Contratista.
    - Planos modificados, debidamente actualizados.
    - Presupuesto adicional o sustitutivo, con los precios aplicados.
- Estas modificaciones pasarán a formar parte integrante del contrato y del presente Pliego.

4.10. Seguros de los trabajos

4.10.1. Seguros obligatorios

El Contratista estará obligado a suscribir, antes del inicio de los trabajos y durante toda la ejecución de la obra, las siguientes pólizas de seguro:

- Seguro de Responsabilidad Civil General: que cubra los daños materiales y personales ocasionados a terceros como consecuencia de la ejecución de la obra.
- Seguro de Accidentes de Trabajo: para la cobertura de todos los trabajadores empleados directa o indirectamente en la obra.
- Seguro de Daños a la Obra (todo riesgo construcción): que cubra incendios, explosiones, fenómenos meteorológicos, robo de materiales, hundimientos o derrumbes.

4.10.2. Coberturas mínimas

- Las pólizas deberán establecer sumas aseguradas suficientes para cubrir el importe total de la obra y los riesgos previsibles.
- Las cuantías mínimas de cobertura serán fijadas en el contrato o, en su defecto, deberán ser aprobadas por la Propiedad y la Dirección Facultativa.

4.10.3. Vigencia y mantenimiento de pólizas

- Los seguros deberán estar en vigor desde la firma del acta de replanteo hasta la recepción definitiva de la obra.
- El Contratista deberá presentar a la Dirección Facultativa los recibos de pago y certificados de vigencia de las pólizas, garantizando que no existan periodos sin cobertura.
- Cualquier modificación, cancelación o suspensión de las pólizas deberá ser comunicada inmediatamente a la Propiedad.

4.10.4. Seguros adicionales

La Propiedad podrá exigir al Contratista la contratación de seguros complementarios, tales como:

- Seguro de transporte de maquinaria y materiales hasta la obra.
- Seguro de equipos y maquinaria de obra contra averías, robo o siniestro.
- Seguro ambiental para cubrir posibles daños por vertidos, emisiones o contaminaciones accidentales.

4.10.5. Ejecución de las garantías

- En caso de siniestro, el Contratista será responsable de tramitar la reclamación ante la compañía aseguradora y de las medidas inmediatas de reparación.
- Si la aseguradora no cubriera total o parcialmente los daños, el Contratista responderá con sus propios medios de los perjuicios ocasionados.
- La falta de aseguramiento adecuado será considerada incumplimiento grave y podrá dar lugar a la resolución del contrato.

4.11. Garantías económicas

4.11.1. Retenciones en certificaciones

- De cada certificación mensual aprobada se practicará una retención económica, cuyo porcentaje será fijado en el contrato (normalmente entre el 5 % y el 10 % del importe bruto).
- Estas cantidades quedarán depositadas por la Propiedad como garantía de buena ejecución, sin devengo de intereses para el Contratista.
- La retención podrá sustituirse por un aval bancario o seguro de caución, siempre que cumpla los requisitos establecidos en el contrato.

4.11.2. Garantía definitiva

- Además de las retenciones, el Contratista constituirá una garantía definitiva, equivalente a un porcentaje del presupuesto de contrata.
- Esta garantía se mantendrá hasta la Recepción Definitiva de la obra y servirá para responder de:
    - Defectos constructivos o vicios ocultos aparecidos durante el plazo de garantía.
    - Incumplimientos de las obligaciones contractuales pendientes tras la recepción provisional.

4.11.3. Devolución de las garantías

- La devolución de las retenciones y de la garantía definitiva se efectuará una vez transcurrido el plazo de garantía y tras la firma del Acta de Recepción Definitiva, siempre que:
    - La obra haya sido ejecutada correctamente.
    - No existan reclamaciones, penalizaciones o defectos pendientes de subsanar.
    - La Dirección Facultativa emita informe favorable.
- En caso contrario, la Propiedad podrá retener total o parcialmente dichas garantías hasta la subsanación de los defectos o el pago de las penalizaciones correspondientes.

4.11.4. Cobertura de responsabilidades posteriores

- Aunque se devuelva la garantía definitiva, el Contratista seguirá respondiendo de los daños estructurales o defectos graves previstos en la Ley de Ordenación de la Edificación (LOE) y normativa aplicable, durante los plazos que establece la ley.
- En tales casos, la Propiedad podrá reclamar judicial o extrajudicialmente las responsabilidades, aun cuando la garantía hubiese sido cancelada.

5. CAPÍTULO IV: PLIEGO DE CONDICIONES LEGALES

5.1. Objeto y alcance de las condiciones legales

a) Finalidad del capítulo

El presente capítulo establece las bases jurídicas y legales que regulan la relación contractual entre la Propiedad y el Contratista durante la ejecución de la obra. Su objetivo es garantizar que todas las actuaciones vinculadas al proyecto se desarrollen en estricto cumplimiento de la legislación vigente, de las obligaciones contractuales y de los principios de buena fe contractual.

b) Relación con el contrato y normativa aplicable

- Las condiciones legales recogidas en este Pliego forman parte integrante del contrato de obra y tienen carácter obligatorio y vinculante para ambas partes.
- En caso de discrepancia entre este Pliego y cualquier otro documento técnico o administrativo, prevalecerán las disposiciones legales aplicables y las cláusulas expresas del contrato.
- Todo lo no previsto en este Pliego se regirá por lo dispuesto en:
    - La Ley de Contratos del Sector Público (LCSP), en caso de obras financiadas con fondos públicos.
    - El Código Civil y el Código de Comercio, en lo relativo a contratación privada.
    - La legislación sectorial aplicable (urbanística, laboral, medioambiental, de seguridad y salud laboral, y normativa técnica específica).

c) Alcance de las condiciones legales

- Estas condiciones comprenden la totalidad de los aspectos jurídicos relacionados con la obra: desde la jurisdicción competente hasta las causas de rescisión del contrato.
- Incluyen las obligaciones legales del Contratista y de la Propiedad, la cobertura mediante seguros obligatorios, los procedimientos de resolución de conflictos y las disposiciones finales de aceptación.
- Su aplicación se extiende a todo el personal, maquinaria, instalaciones y medios auxiliares empleados en la ejecución del proyecto.

d) Carácter vinculante

- El Contratista, por el hecho de firmar el contrato de obra, declara haber leído, comprendido y aceptado íntegramente las condiciones legales aquí establecidas.
- Ninguna de las partes podrá alegar desconocimiento de estas condiciones para justificar incumplimientos o eximirse de responsabilidades.

5.2. Jurisdicción y arbitraje

5.2.1. Jurisdicción competente

- Para todas las cuestiones litigiosas que puedan derivarse del contrato de obra o de la interpretación de este Pliego, las partes se someten expresamente a la jurisdicción de los Juzgados y Tribunales de la provincia en que se ejecute la obra, salvo pacto en contrario recogido en el contrato.
- Si la obra estuviera financiada con fondos públicos, se estará a lo dispuesto en la jurisdicción contencioso-administrativa, de conformidad con la Ley de Contratos del Sector Público.

5.2.2. Arbitraje obligatorio en materia técnica

- En aquellas discrepancias de naturaleza estrictamente técnica (calidad de materiales, métodos constructivos, resultados de ensayos, etc.), las partes podrán someterse a un procedimiento de arbitraje técnico.
- El arbitraje será llevado a cabo por un colegio profesional, cámara de comercio u organismo acreditado, designado de mutuo acuerdo por la Propiedad y el Contratista.
- El laudo arbitral tendrá carácter obligatorio y vinculante, y será ejecutable en los mismos términos que una sentencia judicial.

5.2.3. Procedimientos de resolución de conflictos

- Previamente a acudir a arbitraje o jurisdicción, las partes procurarán resolver sus diferencias mediante negociación directa y, en su caso, mediación voluntaria.
- La Dirección Facultativa actuará como primera instancia de resolución de incidencias en materia técnica o administrativa, emitiendo informes o dictámenes de obligado cumplimiento inmediato, sin perjuicio de posteriores reclamaciones.
- El Contratista estará obligado a continuar la ejecución de los trabajos mientras se resuelven las discrepancias, salvo orden contraria de la Propiedad.

5.2.4. Renuncia al fuero propio

- Ambas partes renuncian a cualquier otro fuero que pudiera corresponderles, sometiéndose a la jurisdicción establecida en el contrato.
- Esta renuncia tiene por objeto garantizar la unidad de criterio y la rapidez en la resolución de conflictos.

5.3. Contrato de obra y validez legal de documentos

5.3.1. Documentos que integran el contrato

El contrato de obra se entiende formalizado no solo por el documento firmado entre la Propiedad y el Contratista, sino también por todos los documentos técnicos y administrativos que lo acompañan. Forman parte inseparable del contrato:

1. El documento de adjudicación y el contrato formal suscrito por ambas partes.
2. El presente Pliego de Condiciones (técnicas, facultativas, económicas y legales).
3. La memoria, anexos justificativos y cálculos del proyecto.
4. Los planos de conjunto y de detalle.
5. Las mediciones y presupuestos aprobados.
6. El Estudio de Seguridad y Salud y, en su caso, el Plan aprobado.
7. Las órdenes, actas y documentos complementarios emitidos por la Dirección Facultativa durante la ejecución.

5.3.2. Jerarquía y prevalencia en caso de contradicción

En caso de contradicción u omisión entre los documentos que forman parte del contrato, se seguirá el siguiente orden de prelación:

1. El contrato de obra y sus cláusulas específicas.
2. El Pliego de Condiciones.
3. Las mediciones y presupuestos.
4. Los planos y detalles gráficos.
5. La memoria y cálculos justificativos.
6. Las instrucciones y órdenes emitidas por la Dirección Facultativa.

En los planos, las cotas numéricas prevalecerán sobre las medidas a escala. En general, las especificaciones literales prevalecerán sobre las gráficas.

5.3.3. Interpretación legal del contrato

- La interpretación de los documentos contractuales corresponderá a la Dirección Facultativa en primera instancia, con carácter vinculante durante la ejecución.
- En caso de persistir dudas, se acudirá a los mecanismos de resolución de conflictos previstos en el apartado 4.2.
- Todo documento complementario aprobado por la Dirección Facultativa (órdenes, actas, planos revisados) tendrá la misma fuerza legal que los documentos originales del contrato.

5.3.4. Carácter vinculante

- La firma del contrato implica la plena aceptación por parte del Contratista de todos los documentos enumerados, incluso aunque no estén adjuntos físicamente al contrato en el momento de la firma.
- No podrá alegarse desconocimiento, error u omisión como causa para incumplir las obligaciones derivadas de los documentos contractuales.

5.4. Seguros y accidentes de trabajo

5.4.1. Seguro de los trabajos y daños materiales

- El Contratista deberá suscribir, antes del inicio de la obra y mantener vigente durante toda su ejecución, una póliza de seguro de daños materiales, que cubra:
    - Riesgos de incendio, explosión, robo, inundaciones, fenómenos meteorológicos extremos o derrumbes.
    - Pérdidas o deterioros de materiales, equipos y maquinaria situados en la obra.
    - Daños ocasionados a la propia construcción en curso.
- La póliza deberá tener un capital asegurado, como mínimo, igual al presupuesto de contrata, y deberá incluir a la Propiedad como asegurada o beneficiaria.

5.4.2. Accidentes de trabajo y cobertura de trabajadores

- El Contratista será el único responsable de la seguridad y salud de su personal, así como de subcontratistas y terceros presentes en la obra.
- Deberá suscribir los seguros obligatorios de:
    - Accidentes de trabajo y enfermedades profesionales, cubriendo íntegramente a todo el personal.
    - Responsabilidad civil patronal, para daños a trabajadores derivados de negligencia en las medidas de seguridad.
- En caso de accidente laboral, el Contratista responderá directamente frente a los trabajadores y frente a la Propiedad, sin perjuicio de las responsabilidades administrativas o penales en que pudiera incurrir.

5.4.3. Responsabilidad civil frente a terceros

- El Contratista deberá contratar un seguro de responsabilidad civil general que cubra los daños personales y materiales que puedan sufrir terceros como consecuencia directa o indirecta de la ejecución de los trabajos.
- El importe mínimo de cobertura será el que establezca el contrato o, en su defecto, el que marque la legislación vigente para obras de esta naturaleza.
- El Contratista será responsable subsidiario de los daños ocasionados por sus subcontratistas, aun cuando estos tengan pólizas propias.

5.4.4. Obligaciones de prueba y vigencia

- El Contratista deberá entregar a la Dirección Facultativa los certificados de vigencia de todas las pólizas contratadas, así como los justificantes de pago de las primas.
- Cualquier cancelación, suspensión o modificación de las pólizas deberá notificarse inmediatamente a la Propiedad.
- La falta de contratación o renovación de seguros se considerará incumplimiento grave y podrá dar lugar a la suspensión de la obra o a la resolución del contrato.

5.4.5. Responsabilidad legal supletoria

- La existencia de seguros no exime al Contratista de su responsabilidad directa por los daños ocasionados, ni limita las acciones legales que la Propiedad o terceros puedan emprender.
- Si el seguro no cubriera total o parcialmente los daños ocasionados, el Contratista deberá responder con su propio patrimonio.

5.5. Obligaciones legales del Contratista

5.5.1. Cumplimiento de leyes laborales y de Seguridad Social

- El Contratista estará obligado a cumplir rigurosamente todas las disposiciones en materia laboral, de Seguridad Social y de prevención de riesgos laborales.
- Asumirá la contratación, pago de salarios, cotizaciones y obligaciones sociales de todo el personal propio y subcontratado.
- La Propiedad quedará exenta de cualquier responsabilidad derivada de incumplimientos en estas materias, pudiendo repetir contra el Contratista en caso de reclamación por parte de trabajadores o administraciones.

5.5.2. Pagos de arbitrios, tasas y licencias administrativas

- El Contratista será responsable del pago de todos los arbitrios, tasas, cánones, licencias municipales y permisos administrativos necesarios para la ejecución de la obra, salvo que expresamente se indique lo contrario en el contrato.
- Incluye tasas de ocupación de vía pública, vertido de residuos, gestión de escombros y permisos de suministro temporal de agua o electricidad.
- La falta de pago de estos arbitrios no exime al Contratista de su obligación de cumplir con la normativa local.

5.5.3. Hallazgos arqueológicos, patrimoniales o ambientales

- En caso de hallazgo de restos arqueológicos, paleontológicos, históricos, medioambientales o de interés patrimonial, el Contratista estará obligado a detener de inmediato los trabajos en la zona afectada y comunicarlo a la Dirección Facultativa.

- La Dirección notificará a la autoridad competente, reanudándose los trabajos únicamente con su autorización.
- El Contratista no tendrá derecho a reclamación económica por paralizaciones derivadas de este tipo de hallazgos, salvo reconocimiento expreso de la Propiedad.

5.5.4. Responsabilidad medioambiental

- El Contratista deberá cumplir con toda la normativa medioambiental vigente, incluyendo gestión de residuos, emisiones, vertidos y ruidos.
- Será responsable de la recogida, transporte y eliminación de residuos conforme al plan de gestión aprobado.
- Cualquier daño al medio ambiente ocasionado por su actuación deberá ser subsanado por cuenta del Contratista, sin perjuicio de las sanciones administrativas que pudieran imponerse.

5.5.5. Confidencialidad y uso de la documentación técnica

- Toda la documentación técnica (planos, memorias, cálculos y anexos) es propiedad exclusiva de la Propiedad y solo podrá ser utilizada para la ejecución de la obra contratada.
- El Contratista se compromete a guardar confidencialidad sobre cualquier información técnica, económica o de proceso productivo a la que tenga acceso durante la obra.
- La divulgación no autorizada de información o el uso indebido de la documentación constituirá incumplimiento grave del contrato y podrá dar lugar a responsabilidades civiles y penales.

5.6. Maquinaria y equipos

5.6.1. Adquisición y procedencia de la maquinaria

- El Contratista será responsable de aportar la maquinaria, equipos y herramientas necesarias para la ejecución de los trabajos.
- Todos los equipos deberán cumplir la normativa vigente en materia de seguridad industrial y laboral, así como estar debidamente homologados y certificados para su uso.

- El Contratista garantizará la procedencia legal de la maquinaria empleada, quedando prohibido el uso de equipos alquilados o cedidos sin contrato o autorización acreditada.

5.6.2. Comprobación de estado y seguridad de equipos

- Previamente a su utilización, la Dirección Facultativa podrá exigir la presentación de certificados de revisión técnica, mantenimiento o inspección reglamentaria de los equipos (grúas, compresores, plataformas elevadoras, etc.).
- Queda prohibido el empleo de maquinaria en mal estado, sin las protecciones reglamentarias o que suponga riesgo para los trabajadores o terceros.
- En caso de detectarse deficiencias, la Dirección Facultativa podrá ordenar la retirada inmediata del equipo de la obra, sin derecho a indemnización por parte del Contratista.

5.6.3. Responsabilidad por defectos o accidentes derivados de su uso

- El Contratista será plenamente responsable de los daños personales o materiales ocasionados como consecuencia del uso de maquinaria o equipos defectuosos.
- Esta responsabilidad se extiende tanto a los trabajadores propios como a terceros, así como a la Propiedad.
- El Contratista deberá contar con seguros específicos para maquinaria y equipos, cubriendo posibles daños, averías o accidentes durante su uso en obra.

5.6.4. Conservación y mantenimiento durante la obra

- El Contratista asumirá los costes de conservación, mantenimiento, combustible, lubricantes, repuestos y reparaciones necesarias para garantizar el correcto funcionamiento de la maquinaria.
- La Dirección Facultativa podrá verificar periódicamente el estado de los equipos y exigir reparaciones inmediatas o sustitución en caso de deficiencias.

5.6.5. Retirada al finalizar la obra

- Una vez concluidos los trabajos, el Contratista deberá retirar de la obra toda la maquinaria, equipos y herramientas utilizados, dejando el emplazamiento en perfecto estado de limpieza.
- La Propiedad no asumirá responsabilidad alguna sobre maquinaria o equipos que permanezcan en la obra una vez recepcionada.

5.7. Modificaciones y cesión de contrato

5.7.1. Modificaciones autorizadas

- Cualquier modificación del contrato, ya sea técnica, económica o de plazo, deberá ser aprobada expresamente por la Propiedad, previo informe favorable de la Dirección Facultativa.
- Se consideran modificaciones:
    - Cambios en el alcance de la obra.
    - Sustitución de materiales o sistemas constructivos.
    - Incrementos o reducciones del presupuesto.
    - Alteraciones en el programa de plazos.
- Las modificaciones se formalizarán en un documento adicional al contrato y formarán parte integrante del mismo.

5.7.2. Limitaciones a la subcontratación

- El Contratista no podrá subcontratar la totalidad de la obra bajo ningún concepto.
- Solo se permitirá la subcontratación parcial de unidades de obra específicas, siempre que no superen el límite porcentual fijado en el contrato (habitualmente el 50 % del importe).
- El Contratista seguirá siendo único responsable frente a la Propiedad de los trabajos realizados por sus subcontratistas.
- La Propiedad podrá exigir la sustitución de un subcontratista que no cumpla con las condiciones de seguridad, calidad o legalidad.

5.7.3. Cesión del contrato

- El Contratista no podrá ceder, total o parcialmente, los derechos y obligaciones derivados del contrato a un tercero sin autorización previa y expresa de la Propiedad.
- En caso de cesión autorizada, el cesionario deberá reunir las mismas condiciones de solvencia técnica, económica y legal exigidas al Contratista original.
- La cesión deberá formalizarse mediante documento público y no eximirá al Contratista inicial de responsabilidad solidaria durante la ejecución de la obra.

5.7.4. Procedimiento de aprobación

- Toda solicitud de modificación, subcontratación o cesión deberá presentarse por escrito, acompañada de la documentación justificativa (propuesta técnica, presupuestos, cronogramas, certificados de solvencia).
- La Dirección Facultativa emitirá informe técnico y, en caso favorable, la Propiedad autorizará mediante resolución escrita.
- Ninguna modificación, cesión o subcontratación tendrá validez sin esta aprobación previa.

5.7.5. Nulidad de modificaciones no autorizadas

- Las modificaciones o cesiones realizadas sin autorización expresa serán consideradas nulas de pleno derecho.
- En tal caso, la Propiedad podrá resolver el contrato, exigir la reposición de los trabajos afectados y aplicar penalizaciones económicas al Contratista.

5.8. Causas de rescisión del contrato

La rescisión del contrato de obra podrá producirse antes de la finalización de los trabajos cuando concurra alguna de las causas establecidas a continuación, distinguiendo entre aquellas imputables al Contratista, a la Propiedad o a circunstancias extraordinarias.

5.8.1. Incumplimientos graves del Contratista

Son causas de rescisión imputables al Contratista:

- El incumplimiento reiterado de los plazos fijados en el contrato o en el programa de obra.
- La ejecución defectuosa o negligente de los trabajos, con incumplimiento de las condiciones técnicas o de calidad exigidas.
- La utilización de materiales no conformes o rechazados por la Dirección Facultativa.
- La falta de seguro en vigor o el incumplimiento de las obligaciones en materia de seguridad y salud.
- El abandono de la obra sin causa justificada.
- La cesión o subcontratación no autorizada del contrato.
- La insolvencia, quiebra o concurso del Contratista que impida el cumplimiento de sus obligaciones.

5.8.2. Incumplimientos de la Propiedad

Son causas de rescisión imputables a la Propiedad:

- La falta de pago de certificaciones durante más de dos periodos consecutivos, sin justificación legal.
- La negativa injustificada a aprobar precios contradictorios o modificaciones imprescindibles para la buena ejecución de la obra.
- La imposibilidad de poner a disposición del Contratista los terrenos o licencias necesarias para el inicio o continuación de los trabajos.

5.8.3. Mutuo acuerdo

- La Propiedad y el Contratista podrán resolver el contrato por mutuo acuerdo, estableciendo en acta los términos de la liquidación de lo ejecutado y las obligaciones pendientes.
- Dicho acuerdo deberá formalizarse por escrito y firmado por ambas partes, con el visto bueno de la Dirección Facultativa.

5.8.4. Fuerza mayor

- Se considerarán causas de rescisión por fuerza mayor aquellas situaciones sobrevenidas que hagan imposible o inútil la continuación de los trabajos, tales como:
    - Catástrofes naturales de gran magnitud.
    - Conflictos armados, disturbios sociales graves o emergencias nacionales.
    - Disposiciones administrativas o judiciales que impidan la ejecución del proyecto.
- En estos casos, la Propiedad abonará al Contratista las unidades ejecutadas hasta la fecha de rescisión, sin que proceda indemnización adicional.

5.8.5. Procedimiento de rescisión

- La rescisión se formalizará mediante acta levantada por la Dirección Facultativa, donde consten: las causas, el estado de la obra, la medición de lo ejecutado y las responsabilidades derivadas.
- Dicha acta deberá ser firmada por la Propiedad, la Dirección Facultativa y el Contratista, y tendrá efectos desde la fecha indicada en la misma.
- La resolución del contrato no exime al Contratista de responder por los daños ocasionados hasta ese momento.

5.9. Liquidación en caso de rescisión

5.9.1. Medición de los trabajos ejecutados

- Una vez acordada la rescisión del contrato, la Dirección Facultativa practicará una medición detallada de todos los trabajos ejecutados hasta la fecha de resolución.
- La medición incluirá tanto las unidades terminadas como aquellas parcialmente realizadas que puedan ser aprovechables.
- Los trabajos rechazados por defectuosos no serán objeto de abono económico.

5.9.2. Valoración económica de las unidades aceptadas

- La valoración de las unidades ejecutadas se efectuará aplicando los precios unitarios establecidos en el presupuesto del contrato o, en su caso, los precios contradictorios aprobados.
- En el caso de unidades incompletas, la Dirección Facultativa determinará la proporción del precio que corresponde abonar.
- Las obras auxiliares o provisionales no previstas podrán valorarse por administración si se considera oportuno.

5.9.3. Deducciones por incumplimientos y daños

- Del importe resultante de la valoración se deducirán:
    - Las penalizaciones económicas por retrasos en la ejecución imputables al Contratista.
    - Los gastos adicionales en que haya incurrido la Propiedad por incumplimientos del Contratista (pruebas, reparaciones, sustituciones, etc.).
    - Los costes de conservación, vigilancia o reparación de la obra derivados del abandono o deficiencias del Contratista.

5.9.4. Liquidación del saldo

- Una vez practicadas las deducciones, se determinará el saldo definitivo a favor de una u otra parte.
- Si el saldo es favorable al Contratista, la Propiedad lo abonará en un plazo máximo de 60 días naturales desde la firma del acta de liquidación.
- Si el saldo es favorable a la Propiedad, podrá deducirse directamente de las garantías retenidas o exigir su abono al Contratista.

5.9.5. Continuación de la obra con terceros

- En caso de rescisión por incumplimiento del Contratista, la Propiedad podrá encargar la finalización de los trabajos a un tercero.
- Los sobrecostes que suponga la adjudicación a otro contratista serán repercutidos al Contratista inicial, pudiendo ser cubiertos con cargo a las garantías retenidas.

5.10. Disposiciones finales

5.10.1. Entrada en vigor del Pliego

- El presente Pliego de Condiciones entrará en vigor desde la firma del contrato de obra entre la Propiedad y el Contratista.
- Tendrá carácter vinculante durante todo el periodo de ejecución de la obra, el plazo de garantía y hasta la devolución de las garantías constituidas.

5.10.2. Aplicación supletoria del Derecho Civil y Mercantil

- En todo lo no previsto expresamente en este Pliego, serán de aplicación supletoria las disposiciones del Código Civil y del Código de Comercio, así como las leyes especiales que regulen la materia.
- Cuando proceda, y especialmente en caso de financiación pública, se aplicará además la Ley 9/2017, de Contratos del Sector Público.

5.10.3. Prioridad frente a otros documentos contractuales

- Las condiciones establecidas en este Pliego prevalecerán sobre cualquier estipulación contraria contenida en otros documentos del contrato, salvo pacto expreso firmado por ambas partes.
- En caso de contradicción entre las condiciones de este Pliego y la normativa legal vigente, prevalecerá siempre esta última.

5.10.4. Aceptación expresa por parte del Contratista

- La firma del contrato implica que el Contratista ha leído, comprendido y aceptado íntegramente todas las condiciones del presente Pliego.
- El Contratista no podrá alegar desconocimiento, error u omisión de estas disposiciones como causa de exoneración de responsabilidades.

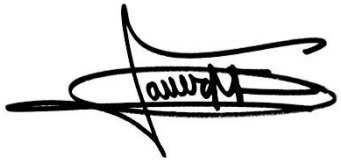
5.10.5. Conservación y archivo

- Una copia íntegra del Pliego de Condiciones se conservará en la obra durante toda su ejecución.

- Al finalizar, quedará incorporada al archivo técnico del proyecto junto con las mediciones, presupuestos, planos “as built” y actas de recepción.

Requena, 30 de agosto de 2025.

Firmado:



Javier Martínez Ferrez

DOCUMENTO IV:

PRESUPUESTO

TRABAJO FIN DE GRADO

Javier Martínez Ferrez

Curso académico 2024-2025

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA AGRONÓMICA, ALIMENTARIA Y DE BIOSISTEMAS

ÍNDICE DE CONTENIDOS

0. INTRODUCCIÓN AL DOCUMENTO Nº4: PRESUPUESTO 2
1. CUADRO DE PRECIOS Nº1 3
2. CUADRO DE PRECIOS Nº2 16
3. MEDICIONES 35
4. PRESUPUESTO 52
5. RESUMEN DEL PRESUPUESTO 66

0. INTRODUCCIÓN AL DOCUMENTO Nº4: PRESUPUESTO

El presente documento recoge el Presupuesto del proyecto, constituyendo la base económica sobre la cual se valorarán los trabajos y suministros necesarios para la ejecución de el mismo. El objetivo es establecer una estimación precisa, estructurada y transparente de los costes, que sirva como referencia para el control y la justificación de la inversión.

La información económica se organiza en diferentes apartados. En primer lugar, el Cuadro de Precios 1, donde se presentan los precios unitarios de los materiales, equipos, mano de obra y maquinaria empleados en el proyecto, determinados a partir consultas a fabricantes y proveedores y bases de datos de precios de referencia, en concreto, la base de precios del Ayuntamiento de Madrid del año 2023. A continuación, el Cuadro de Precios 2, que desarrolla los precios descompuestos de cada unidad de obra, desglosando los recursos que los conforman y permitiendo comprobar su coherencia y trazabilidad.

Posteriormente, en el apartado de Mediciones, se cuantifican las distintas partidas de obra a partir de las dimensiones, capacidades y características técnicas definidas en la memoria y los planos del proyecto. Dichas mediciones, aplicadas a los precios unitarios correspondientes, permiten elaborar el Presupuesto, en el que se detallan todas las partidas con sus importes parciales. Finalmente, se presenta el Resumen del Presupuesto, donde se exponen de manera clara y sintética los resultados económicos globales de la actuación proyectada.

Con esta estructura, el presupuesto garantiza la consistencia técnica y económica del proyecto, asegurando la correcta definición de las partidas, la trazabilidad de los precios y la fiabilidad del importe total estimado, siendo además un documento contractual, el cual debe ser integrado o no por varios parciales, con expresión de los precios unitarios y de los descompuestos, en su caso, estado de mediciones y los detalles precisos para su valoración según la Ley 9/2017 de contratos S.P. (art.233) y Reglamento LCAP (art.126 a 132), sobre el contenido del proyecto.

1. CUADRO DE PRECIOS Nº1

CUADRO DE PRECIOS 1

BODEGA DE CAVA

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO

CAPÍTULO 01 Movimiento de tierras

01.01 **m2** **Desbroce y limpieza del terreno** **1,03**

Desbroce y limpieza superficial del terreno por medios mecánicos, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares. Según NTE-ADE.

UN EUROS con TRES CÉNTIMOS

01.02 **m3** **Excavación pozos terrenos flojos c/medios mecánicos c/carga y tr** **28,23**

Excavación en pozos en terrenos de consistencia floja, por medios mecánicos, con carga directa sobre camión basculante, incluso transporte de tierras a vertedero, a una distancia menor de 10 km., considerando ida y vuelta, incluso canon de vertedero y p.p. de medios auxiliares. Según CTE DB SE-C y NTE-ADZ.

VEINTIOCHO EUROS con VEINTITRES CÉNTIMOS

01.03 **m3** **Excavación zanja terrenos flojos c/medios mecánicos c/carga y tr** **25,08**

Excavación en zanjas, en terrenos de consistencia floja, por medios mecánicos, con carga directa sobre camión basculante, incluso transporte de tierras a vertedero, a una distancia menos de 10 km. considerando ida y vuelta, incluso canon de vertido y con p.p. de medios auxiliares. Según CTE DB SE-C y NTE-ADZ.

VEINTICINCO EUROS con OCHO CÉNTIMOS

CAPÍTULO 02 Urbanización

SUBCAPÍTULO 02.01 Vallado exterior

02.01.01 **m3** **Hormigón HA-25/P/20/XC1 Vertido manual** **121,36**

Hormigón para armar en zapatas, riostras, vigas o zanjas de cimentación HA-25/B/20/XC1, elaborado en central, de resistencia característica a compresión 25 MPa (N/mm2), de consistencia blanda, tamaño máximo del árido de 20 mm, en elementos enterrados, o interiores sometidos a humedades relativas medias-altas (>65%) o a condensaciones, o elementos exteriores con alta precipitación. Totalmente realizado; i/p.p. de vertido por medios manuales, vibrado y colocado. Según Código Estructural, NTE-CSZ y CTE DB-SE-C. Componentes del hormigón con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según reglamento (UE) 305/2011.

CIENTO VEINTIUN EUROS con TREINTA Y SEIS CÉNTIMOS

02.01.02 **m** **MALLA SIMPLE TORSIÓN GALVANIZADA 40/14 h=1 m.** **15,54**

Cercado de 1 m. de altura realizado con malla simple torsión galvanizada en caliente de trama 40/14 y postes de tubo de acero galvanizado por inmersión de 48 mm de diámetro, p.p. de postes de esquina, jabalcones, tornapuntas, tensores, grupillas y accesorios, montada i/replanteo y recibido de postes con hormigón HM-20/B/20/X0 o XC1 de central. Materiales con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.

QUINCE EUROS con CINCUENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

02.01.03 **m2** **Fábrica bloque hormigón liso gris** **45,67**

Fábrica de bloques huecos de hormigón gris estándar liso de 40x20x10 cm colocado a una cara vista, recibidos con mortero de cemento CEM II/B-M 32,5 N y arena de río M-5, rellenos de hormigón de 330 kg de cemento/m3 de dosificación y armadura según normativa, i/p.p. de formación de dinteles, zunchos, jambas, ejecución de encuentros y piezas especiales, llagueado, roturas, replanteo, nivelación, aplomado, limpieza y medios auxiliares, medida deduciendo huecos superiores a 2 m2. Conforme CTE DB-SE-F y NTE-FFB. Marcado CE obligatorio según Anexo ZA de la Norma Europea UNE-EN 771-3:2011+A1:2016. Materiales con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.

CUARENTA Y CINCO EUROS con SESENTA Y SIETE CÉNTIMOS

02.01.04 **ud** **Puerta corredera 4x0,6 m** **600,00**

Suministro y montaje de puerta corredera metálica manual para acceso a parcela, de aproximadamente 3,00 m de ancho libre por 0,60 m de altura, con estructura de acero galvanizado y pintu-

CUADRO DE PRECIOS 1

BODEGA DE CAVA

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO

ra al horno en color negro, formada por bastidor tubular y relleno de malla electrosoldada o bastidor sencillo. Incluye guía inferior galvanizada, ruedas metálicas con rodamientos, perfil guía de carril, cerradura sencilla con llave, topes mecánicos, herrajes de fijación y todos los elementos necesarios para su correcto funcionamiento. Se incluye replanteo, montaje, nivelación, anclajes mecánicos al soporte existente (pilar, muro o valla metálica) y pruebas de funcionamiento. No incluye automatización ni cimentaciones.

SEISCIENTOS EUROS

SUBCAPÍTULO 02.02 Pavimentación exterior

02.02.01 **m2** **Refino, nivelación y apisonado explanación** **4,33**

Explanación, refino y nivelación de terrenos, por medios mecánicos, en terrenos limpiados superficialmente con máquinas, con p.p. de medios auxiliares. Según CTE DB SE-C y NTE-ADZ.

CUATRO EUROS con TREINTA Y TRES CÉNTIMOS

02.02.02 **m3** **BASE DE ZAHORRA ARTIFICIAL** **31,38**

Base de zahorra artificial, clasificada (husos ZA25 y ZA40) puesta en obra y compactada, medida sobre perfil. Conforme a ORDEN FOM/1382/2002-PG3-Art.510. Árido con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.

TREINTA Y UN EUROS con TREINTA Y OCHO CÉNTIMOS

02.02.03 **m2** **Solera hormigón HM-20/B/40/XC1** **37,10**

Suministro y puesta en obra de hormigón en masa, vibrado, en soleras de 20 cm de espesor, con HM-20/B/40/XC1 (CEM-II) con árido procedente de cantera de tamaño máximo 40 mm y consistencia plástica.

TREINTA Y SIETE EUROS con DIEZ CÉNTIMOS

02.02.04 **m** **Junta retracción solera** **2,32**

Ejecución de junta de contracción con profundidad 1/3 solera. Mediante serrado mecánico del hormigón endurecido, incluso limpieza y sellado de junta con masilla bituminosa de aplicación en caliente o en frio. Conforme ORDEN FOM/1382/2002-PG3-Art. 550. Hormigón con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.

DOS EUROS con TREINTA Y DOS CÉNTIMOS

CAPÍTULO 03 Cimentación

03.01 **m3** **Hormigón limpieza HM-25/P/30/XC2 Vertido grúa** **177,56**

Hormigón en masa HM-25/B/20/XC2, elaborado en central para limpieza y nivelado de fondos de cimentación, incluso vertido con grúa, vibrado y colocación. Según Código Estructural y CTE DB-SE-C. Componentes del hormigón con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según reglamento (UE) 305/2011.

CIENTO SETENTA Y SIETE EUROS con CINCUENTA Y SEIS CÉNTIMOS

03.02 **m3** **Hormigón armado HA-25/P/30XC2 Vertido grúa** **129,74**

Hormigón para armar en zapatas, riostras, vigas o zanjas de cimentación HA-25/P/30/XC2, elaborado en central, de resistencia característica a compresión 25 MPa (N/mm2), de consistencia blanda, tamaño máximo del árido de 20 mm, en elementos enterrados, o interiores sometidos a humedades relativas medias-altas (>65%) o a condensaciones, o elementos exteriores con alta precipitación. Totalmente realizado; i/p.p. de vertido por medio de grúa, vibrado y colocado. Según Código Estructural, NTE-CSZ y CTE DB-SE-C. Componentes del hormigón con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según reglamento (UE) 305/2011.

CIENTO VEINTINUEVE EUROS con SETENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

CAPÍTULO 04 Estructura

04.01 **kg** **Acero laminado S275 (UNE-EN 1025-2)** **4,15**

Acero laminado S275 en perfiles laminados en caliente para vigas, pilares, zunchos y correas, mediante uniones soldadas; i/p.p. de soldaduras, cortes, piezas especiales, despuntes y dos manos de imprimación de minio de plomo, montada y colocada. Según UNE-EN 10025-1:2006, UNE-EN 1090-2:2019, NTE-EAE, CTE DB-SE-A y Código Estructural. Acero con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.

CUADRO DE PRECIOS 1

BODEGA DE CAVA

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO

CUATRO EUROS con QUINCE CÉNTIMOS

04.02 **m** **Correa chapa perfil tipo Z** **22,18**

Correa realizada con chapa conformada en frío tipo Z, i/p.p. de despuntes y piezas especiales, colocada y montada. Según UNE-EN 10025-1:2006, UNE-EN 1090-2:2019, NTE-EAS, NTE-EAV, NTE-EAF, CTE DB-SE-A y Código Estructural. Acero con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.

VEINTIDOS EUROS con DIECIOCHO CÉNTIMOS

04.03 **ud** **Placa anclaje Tipo 1: S275 550x550x20(mm);6 pernos D=25mm L=60cm** **51,82**

Placa de anclaje de acero S275 en perfil plano, de dimensiones 350x400x15 mm. con cuatro garrotas de acero corrugado de 16 mm de diámetro y 35 cm de longitud total, soldadas, i/taladro central, colocada. Según UNE-EN 10025-1:2006, UNE-EN 1090-2:2019, CTE DB-SE-A y Código Estructural. Acero con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.

CINCUENTA Y UN EUROS con OCHENTA Y DOS CÉNTIMOS

04.04 **ud** **Placa anclaje Tipo 2: S275 650x650x25(mm);8 pernos D=35mm L=75cm** **51,82**

Placa de anclaje de acero S275 en perfil plano, de dimensiones 250x250x11 mm. con cuatro garrotas de acero corrugado de 10 mm de diámetro y 30 cm de longitud total, soldadas, i/taladro central, colocada. Según UNE-EN 10025-1:2006, UNE-EN 1090-2:2019, CTE DB-SE-A y Código Estructural. Acero con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.

CINCUENTA Y UN EUROS con OCHENTA Y DOS CÉNTIMOS

CAPÍTULO 05 Cerramientos, particiones, albañilería y carpintería

SUBCAPÍTULO 05.01 Solados y pavimento industrial

05.01.01 **m2** **Solera hormigón HA-25/P/30/XC2** **30,16**

Solera de hormigón en masa de 25 cm. de espesor, realizada con hormigón HM-25 N/mm2, Tmáx.25 mm., elaborado en obra, i/vertido, colocación, p.p. de juntas, aserrado de las mismas y fratasado. Según Código Estructural, NTE-CCM, NTE-RSS y CTE DB-SE-C. Materiales con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento Europeo (UE) 305/2011.

TREINTA EUROS con DIECISEIS CÉNTIMOS

05.01.02 **m** **Junta retacción solera** **2,32**

Ejecución de junta de contracción con profundidad 1/3 solera. Mediante serrado mecánico del hormigón endurecido, incluso limpieza y sellado de junta con masilla bituminosa de aplicación en caliente o en frio. Conforme ORDEN FOM/1382/2002-PG3-Art. 550. Hormigón con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.

DOS EUROS con TREINTA Y DOS CÉNTIMOS

05.01.03 **m2** **Acabado pavimento poliuretano-cemento** **16,53**

Pavimento continuo de 12 mm de espesor (doble capa) de resina epoxi aplicado sobre soporte de hormigón o mortero, para pavimentos industriales sometidos a altas exigencias mecánicas, térmicas y químicas. Colores estándar. No incluye preparación del soporte. Medido en superficie realmente ejecutada. Materiales con marcado CE y DdP conforme al Reglamento (UE) 305/2011.

DIECISEIS EUROS con CINCUENTA Y TRES CÉNTIMOS

SUBCAPÍTULO 05.02 Cerramiento exterior y cubierta

05.02.01 **m2** **Panel Sándwich 3 grecas (e = 50 mm)** **46,86**

Suministro y colocación de panel sándwich para cubierta, de 50 mm de espesor, formado por dos chapas de acero galvanizado prelacado con tres grecas y núcleo de espuma rígida de poliuretano (PUR). Fijación mecánica con tornillería vista sobre correas, solape lateral y sellado con cinta de butilo. Conforme a UNE-EN 14509:2014. Incluye instalación, herrajes y medios auxiliares. Medido por m² ejecutado.

CUADRO DE PRECIOS 1

BODEGA DE CAVA

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO

CUARENTA Y SEIS EUROS con OCHENTA Y SEIS CÉNTIMOS

05.02.02 **m2** **Paneles prefabricados de hormigón con aislamiento térmico** **92,79**

Panel prefabricado de cerramiento de hormigón armado, de 12 cm de espesor total, formado por dos planchas de 4 cm de espesor de hormigón con aislamiento térmico intermedio de poliestireno expandido (k = 0,0466 W/m·K) de 4 cm de espesor, acabado liso en color gris. Peso aproximado 200 kg/m². Instalado sobre estructura metálica mediante fijaciones mecánicas adaptadas a perfiles HEB-300 y HEB-240, con apoyo sobre perfiles angulares galvanizados donde sea necesario. Incluye sellado de juntas con masilla elástica, uso de grúa para colocación, apeos temporales, limpieza final y medios auxiliares necesarios. Medido en m² realmente ejecutado. Material con marcado CE conforme UNE-EN 14992:2008+A1:2012 y conforme a las exigencias del CTE.

NOVENTA Y DOS EUROS con SETENTA Y NUEVE CÉNTIMOS

SUBCAPÍTULO 05.03 Particiones interiores y albañilería

05.03.01 **m2** **Fabrica bloque de hormigón liso gris 20x20x40 cm** **53,01**

Fábrica de bloques huecos de hormigón gris estándar liso de 40x20x20 cm colocado a una cara vista, recibidos con mortero de cemento CEM II/B-M 32,5 N y arena de río M-5, rellenos de hormigón de 330 kg de cemento/m3 de dosificación y armadura según normativa, i/p.p. de formación de dinteles, zunchos, jambas, ejecución de encuentros y piezas especiales, llagueado, roturas, replanteo, nivelación, aplomado, limpieza y medios auxiliares, medida deduciendo huecos superiores a 2 m2. Conforme CTE DB-SE-F y NTE-FFB. Marcado CE obligatorio según Anexo ZA de la Norma Europea UNE-EN 771-3:2011+A1:2016. Materiales con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.

CINCUENTA Y TRES EUROS con UN CÉNTIMOS

05.03.02 **m2** **Enfoscado maestrado-fratasado CSIII-WI vertical** **17,04**

Enfoscado maestreado y fratasado con mortero CSIII-W1 de cemento CEM II/B-P 32,5 N y arena de río M-5, en paramentos verticales de 20 mm de espesor, i/regleado, sacado de aristas y rincones con maestras cada 3 m, i/p.p. de medios auxiliares, según NTE-RPE-07 y UNE-EN 998-1:2018, medido deduciendo huecos. Mortero con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.

DIECISIETE EUROS con CUATRO CÉNTIMOS

05.03.03 **m2** **Panel macizo de PVC higiénico** **78,64**

Suministro y colocación de panel macizo de PVC, blanco, grado alimentario, de 24 mm de espesor, instalado sobre rastreles de aluminio anclados a paramentos verticales de bloques, hormigón prefabricado o pilares metálicos. Fijación mecánica mediante tornillería inoxidable. Sellado de juntas con tapetas de PVC macizo del mismo color.

SETENTA Y OCHO EUROS con SESENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

05.03.04 **m2** **Alicatado azulejo blanco 30x60 cm. Recibido adhesivo** **33,55**

Alicatado en parametro vertical interior con azulejo blanco de 30x60 cm., colocado a línea, recibido con adhesivo, sin incluir enfoscado de mortero, p.p. de cortes, ingletes, piezas especiales, rejuntado con adhesivo, medido deduciendo huecos superiores a 1 m2. Según NTE-RPA-4. Materiales con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.

TREINTA Y TRES EUROS con CINCUENTA Y CINCO CÉNTIMOS

05.03.05 **m2** **Falso techo suspendido con estructura metálica** **54,74**

Falso techo continuo de placas de yeso laminado estándar (Tipo A según UNE-EN 520:2005+A1:2010) de 595x595 mm, recubiertas en su cara vista con lámina vinílica blanca, apoyadas sobre una estructura de perfiles de chapa de acero galvanizado (según UNE-EN 14195:2015), a base de maestras primarias en T invertida separadas entre ejes de 1200 mm, y suspendidas del forjado mediante cuelgues con varilla roscada colocados entre 700-1200 mm. Las maestras secundarias se fijan perpendicularmente a las primarias, formando una retícula de 600x600 mm. Totalmente terminado, con acabado liso vinílico, de fácil limpieza, desmontable pa-

CUADRO DE PRECIOS 1

BODEGA DE CAVA

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO

ra mantenimiento, sin necesidad de imprimación, revestimiento o pintura; i/p.p. de placas viníli-
cas, estructura portante, cuelgues, tornillería, medios auxiliares y limpieza (excepto elevación y
transporte). Conforme a UNE 102043:2013 y recomendaciones ATEDY. Materiales con marca-
do CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.

CINCUENTA Y CUATRO EUROS con SETENTA Y CUATRO

CÉNTIMOS

05.03.06 **m2** **Falso techo de panel sándwich** **34,81**

Falso techo continuo de panel sádwich de aluminio de 1x0.5 m con aislante de espuma de poliu-
retano de espesor 50mm, suspendido sobre una estructura metálica de acero galvanizado de ma-
estra 60/27 mm e instalado sobre perfilería de rastreles soporte mediante varillas roscadas y pie-
zas de cuelgue para su nivelado. Totalmente acabado, i/p.p. de elementos de remate, accesorios
de fijación y medios auxiliares. Totalmente instalado y terminado según CTE DB_HE Y CTE
DB-SI con materiales con marcado CE y DbP.

TREINTA Y CUATRO EUROS con OCHENTA Y UN

CÉNTIMOS

SUBCAPÍTULO 05.04 Carpintería interior y exterior

05.04.01 **ud** **Ventana doble acristalamiento estándar apertura fija 3x1,5 m** **599,99**

Carpintería de perfiles de PVC, con refuerzos interiores de acero galvanizado, en ventanales fi-
jos para cerramientos en general, para acristalar, compuesta por, junquillos y accesorios, insta-
lada, incluso con p.p. de medios auxiliares. Sellado de juntas ajuste final en obra y limpieza.
Conforme a CTE DB-SUA, DB-HE y DB-HS, ejecutado según NTE-FCP y con materiales
con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011, nor-
ma UNE-EN 14351-1:2006+A2:2017.

QUINIENTOS NOVENTA Y NUEVE EUROS con NOVENTA

Y NUEVE CÉNTIMOS

05.04.02 **ud** **Ventana doble acristalamiento estándar corredera 1,5x1,5m** **667,84**

Ventana de perfiles de PVC, con refuerzos interiores de acero galvanizado, de 2 hojas correde-
ras horizontales, de 1,5x1,5 m de medidas totales, compuesta por cerco, hojas y herrajes bicro-
matados para deslizamiento suave y sistemas de seguridad, instalada sobre precerco de alumi-
nio y ajustada, incluso con p.p. de medios auxiliares. Sellado de juntas, ajuste final en obra y
limpieza. Conforme a CTE DB-SUA, DB-HE y DB-HS, ejecutado según NTE-FCP y con ma-
teriales con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE)
305/2011, norma UNE-EN 14351-1:2006+A2:2017.

SEISCIENTOS SESENTA Y SIETE EUROS con OCHENTA

Y CUATRO CÉNTIMOS

05.04.03 **ud** **Puerta corredera de hoja vista de aluminio lacado blanco 1,9x2,2** **783,94**

Suministro y montaje de puerta corredera de hoja vista sin rotura de puente térmico, de 2 hojas,
de aluminio lacado blanco de 60 micras, de 1,9x2,2 m de medidas totales. Cada hoja con basti-
dor de perfil estructural de aluminio, revestida en ambas caras con chapa de acero galvanizado
de 0,6 mm de espesor y espesor total de hoja de 40 mm. Con marco perimetral de aluminio ex-
trusionado acabado lacado y doble burlete perimetral sobre soporte de PVC. Compuesta por cer-
co, hojas y herrajes de deslizamiento y de seguridad. Elaborada en taller, totalmente montada y
probada por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio. Permea-
bilidad al aire según Norma UNE-EN 12207:2017 – CLASE 3; estanqueidad al agua según
Norma UNE-EN 12208:2000 – CLASE 5A; resistencia al viento según Norma UNE-EN
12210:2017 – CLASE C3. Instalada sobre precerco de aluminio. Sellado de juntas, ajuste final
en obra y limpieza. Conforme a CTE DB-SUA, DB-HE y DB-HS, ejecutado según NTE-FCP
y con materiales con marcado CE y DdP según Reglamento (UE) 305/2011, norma UNE-EN
14351-1:2006+A2:2017.

SETECIENTOS OCHENTA Y TRES EUROS con NOVENTA

Y CUATRO CÉNTIMOS

05.04.04 **ud** **Puerta corredera de hoja vista de aluminio lacado blanco 2x3** **783,94**

Suministro y montaje de puerta corredera de hoja vista sin rotura de puente térmico, de 2 hojas,
de aluminio lacado blanco de 60 micras, de 2x3 m de medidas totales. Cada hoja con bastidor
de perfil estructural de aluminio, revestida en ambas caras con chapa de acero galvanizado de
0,6 mm de espesor y espesor total de hoja de 40 mm. Con marco perimetral de aluminio extru-

CUADRO DE PRECIOS 1

BODEGA DE CAVA

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO

sionado acabado lacado y doble burlete perimetral sobre soporte de PVC. Compuesta por cerco, hojas y herrajes de deslizamiento y de seguridad. Elaborada en taller, totalmente montada y probada por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio. Permeabilidad al aire según Norma UNE-EN 12207:2017 – CLASE 3; estanqueidad al agua según Norma UNE-EN 12208:2000 – CLASE 5A; resistencia al viento según Norma UNE-EN 12210:2017 – CLASE C3. Instalada sobre precerco de aluminio. Sellado de juntas, ajuste final en obra y limpieza. Conforme a CTE DB-SUA, DB-HE y DB-HS, ejecutado según NTE-FCP y con materiales con marcado CE y DdP según Reglamento (UE) 305/2011, norma UNE-EN 14351-1:2006+A2:2017.

SETECIENTOS OCHENTA Y TRES EUROS con NOVENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

SUBCAPÍTULO 05.05 Aparatos sanitarios

05.05.01 **ud** **Lavabo 65x46 cm C/Pedestal gama media blanco grifería monomando** **351,41**

Lavabo de porcelana vitrificada blanco, de 65x46 cm, gama media, colocado con pedestal y con anclajes a la pared; conforme UNE-EN 14688:2016+A1:2019. Grifería monomando cromada, con rompechorros; conforme UNE 19703:2016 y UNE-EN 200:2008. Válvula de desagüe de 32 mm, acoplamiento a pared acodado de PVC, llaves de escuadra de 1/2" cromadas, latiguillos flexibles de 1/2". Totalmente instalado y conexionado, i/p.p. de pequeño material y medios auxiliares. Lavabo con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.

TRESCIENTOS CINCUENTA Y UN EUROS con CUARENTA Y UN CÉNTIMOS

05.05.02 **ud** **Lavamanos mural acero inoxidable con mando femoral** **322,24**

Suministro e instalación de lavamanos mural fabricado en acero inoxidable 400×335×600 mm, con faldón frontal y cubeta embutida, provisto de grifo de accionamiento femoral (por rodilla), para instalación en pared. Incluye válvula de desagüe de 32 mm con cadena, válvula de escuadra de ½", latiguillos flexibles de conexión, fijaciones mecánicas, sellado de juntas, y puesta en servicio. Instalado según las especificaciones del fabricante y normativa técnica vigente, especialmente conforme al CTE DB-HS (Salubridad) y DB-SUA (Seguridad de utilización y accesibilidad). Material con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según el Reglamento (UE) nº 305/2011.

TRESCIENTOS VEINTIDOS EUROS con VEINTICUATRO CÉNTIMOS

05.05.03 **ud** **Fregadero acero inoxidable 93x61 cm** **377,32**

Suministro e instalación de fregadero industrial fabricado en acero inoxidable, de una cubeta, con dimensiones 93×61 cm, profundidad de la pila 40 cm y altura total 100 cm. Incluye válvula de desagüe, sifón sanitario, estructura con patas regulables y refuerzos para soporte, apto para uso alimentario en industria. Instalado con grifería monomando mural cromada, incluso fijaciones, sellado de juntas, y puesta en servicio.
Cumple con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) nº 305/2011, y normativa sanitaria vigente para industrias alimentarias.

TRESCIENTOS SETENTA Y SIETE EUROS con TREINTA Y DOS CÉNTIMOS

05.05.04 **ud** **Inodoro tanque bajo serie básica blanco** **308,30**

Inodoro de tanque bajo de montaje adosado a pared, fabricado en porcelana vitrificada conforme a UNE-EN 997:2019, de gama básica en color blanco. Dispone de asiento y tapa lacados con bisagras de acero inoxidable y mecanismo doble descarga. Totalmente instalado, conectado y funcionando; i/p.p. de anclajes al pavimento, sellados, llave de escuadra y latiguillo flexible cromados, pequeño material y medios auxiliares. Inodoro con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.

TRESCIENTOS OCHO EUROS con TREINTA CÉNTIMOS

05.05.05 **ud** **Plato ducha porcelana 100x100 cm Blanco grifería monomando** **376,47**

Plato de ducha de porcelana, cuadrado, de 100x100x8 cm, en color blanco; conforme norma UNE-EN 14527:2016+A1:2019. Grifería mezcladora exterior monomando, acabado cromado, con ducha de mano flexible de 1,50 m y soporte articulado; conforme UNE 19703:2016 y

CUADRO DE PRECIOS 1

BODEGA DE CAVA

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO

UNE-EN 200:2008. Totalmente instalada y conexionada, i/desagüe con salida horizontal de 60 mm, p.p. de pequeño material y medios auxiliares. Plato de ducha con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.

TRESCIENTOS SETENTA Y SEIS EUROS con CUARENTA Y SIETE CÉNTIMOS

SUBCAPÍTULO 05.06 Pinturas

05.06.01 **m2** **Pintura plástica** **19,20**

Pintura pástica, aplicada en dos manos, sobre paramentos interiores de bloques o paneles de hormigón, previamente enyesados con reboco fino. Incluye lijado y limpieza previa, mano de imprimación , emplastecido con masilla especial y lijado de parches para un acabado liso y uniforme. En pilares de acero, limpieza y aplicación de imprimación anticorrosiva antes de la pintura. Productos con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.

DIECINUEVE EUROS con VEINTE CÉNTIMOS

SUBCAPÍTULO 05.07 Cámara de refrigeración de uva

05.07.01 **m2** **Panel sándwich suelo EPS e = 50 mm** **78,90**

Suministro y montaje de suelo de cámara frigorífica formado por panel sándwich de 50 mm de espesor, compuesto por núcleo de espuma rígida de poliestireno expandido, conductividad térmica 0,021 W/m·K, y doble revestimiento en chapa de acero galvanizado prelacado (espesor 0,5 mm). Según CTE DB-HE y DB-HS. Marcado CE y Declaración de Prestaciones conforme a Reglamento (UE) 305/2011.

SETENTA Y OCHO EUROS con NOVENTA CÉNTIMOS

05.07.02 **ud** **Puerta corredera frigorífica para temperatura positiva** **918,36**

Suministro y montaje de puerta corredera frigorífica para uso interior, para temperatura positiva, compuesta por: hoja de 70 mm de espesor con núcleo de poliuretano inyectado, acabado en chapa plastificada blanca (opcional en acero inoxidable), borde perimetral en perfil de aluminio. Sistema de deslizamiento mediante guías superiores de aluminio anodizado con tapa, con poleas y soportes de tecnopolímero, adecuada para hojas de tamaño pequeño o mediano. Incluye manilla con sistema de apertura interior y exterior mediante palancas y cerradero antirrotura. Marco en forma de "L" de PVC (140×45 mm), con módulos adicionales de ajuste a grosor de panel. Contramarco en PVC (opcionalmente en aluminio). Sin umbral inferior (opcional rasante). Dimensiones máximas de paso libre: 220×330 cm. Totalmente instalada sobre estructura soporte, incluyendo herrajes, medios auxiliares de montaje, sellado perimetral y limpieza final. Conforme a CTE DB-SI y DB-HE, ejecutado según recomendaciones del fabricante y normativa aplicable. Materiales con marcado CE y DdP (Declaración de Prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.

NOVECIENTOS DIECIOCHO EUROS con TREINTA Y SEIS CÉNTIMOS

05.07.03 **m2** **Panel sándwich paredes EPS y techo e = 75 mm** **114,17**

Cerramiento vertical formado por panel sándwich compuesto por dos láminas de acero galvanizado de 0,5 mm de espesor, con núcleo aislante de espuma de poliestireno expandido de 75 mm de espesor (k = 0,021 W/m·K). Panel diseñado para uso en paredes de cámara frigorífica, instalado sobre estructura auxiliar metálica (perfiles L y T galvanizados de 1,5 mm), fijado mediante pies angulares galvanizados y tornillería, incluyendo elementos de fijación, solapes, tapajuntas, juntas de estanqueidad y medios auxiliares. Medido en verdadera magnitud, deduciendo huecos mayores de 1 m². Cumple con el Reglamento (UE) 305/2011 y marcado CE.

CIENTO CATORCE EUROS con DIECISIETE CÉNTIMOS

CUADRO DE PRECIOS 1

BODEGA DE CAVA

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO

SUBCAPÍTULO 05.08 Aislamiento salas climatizadas

05.08.01 **m2** **Sala de crianza** **17.848,64**

DIECISIETE MIL OCHOCIENTOS CUARENTA Y OCHO EUROS con SESENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

05.08.02 **m2** **Sala de pupitres** **15.763,92**

QUINCE MIL SETECIENTOS SESENTA Y TRES EUROS con NOVENTA Y DOS CÉNTIMOS

CAPÍTULO 06 Instalaciones básicas

SUBCAPÍTULO 06.01 Instalación eléctrica

06.01.01 **Caja general de protecciom y acometida** **5.192,79**

CINCO MIL CIENTO NOVENTA Y DOS EUROS con SETENTA Y NUEVE CÉNTIMOS

06.01.02 **Instalación fuerza** **93,20**

NOVENTA Y TRES EUROS con VEINTE CÉNTIMOS

06.01.03 **Iluminación** **435,04**

CUATROCIENTOS TREINTA Y CINCO EUROS con CUATRO CÉNTIMOS

SUBCAPÍTULO 06.02 Abastecimiento de agua

06.02.01 **Acometida** **252,28**

DOSCIENTOS CINCUENTA Y DOS EUROS con VEINTIOCHO CÉNTIMOS

06.02.02 **Instalación interior** **69,70**

SESENTA Y NUEVE EUROS con SETENTA CÉNTIMOS

SUBCAPÍTULO 06.03 Saneamiento

06.03.01 **ud** **Instalacion de sanemiento** **3.650,00**

TRES MIL SEISCIENTOS CINCUENTA EUROS

SUBCAPÍTULO 06.04 Evacuación aguas pluviales

06.04.01 **m** **CANALÓN PVC CIRCULAR DESARROLLO 125 mm** **20,83**

Canalón de PVC circular, de 125 mm de desarrollo, fijado mediante gafas de sujeción al alero, con una pendiente mínima de 0,5%; conforme UNE-EN 607:2006 y UNE-CEN/TS 12200-2:2017. Totalmente instalado, conexionado y probado, i/p.p. de piezas especiales y remates, pequeño material y medios auxiliares. Conforme a CTE DB-HS-5. Materiales con marcado CE y DdP (Declaración de Prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.

VEINTE EUROS con OCHENTA Y TRES CÉNTIMOS

06.04.02 **m** **BAJANTE PVC PLUVIALES 75 mm.** **11,54**

Bajante de PVC de pluviales, de 75 mm de diámetro, con sistema de unión por junta elástica, colocada con abrazaderas metálicas; conforme UNE-EN 607:2006 y UNE-CEN/TS 12200-2:2017. Totalmente instalado, conexionado y probado, i/p.p. de piezas especiales y remates, pequeño material y medios auxiliares. Conforme a CTE DB-HS-5. Materiales con marcado CE y DdP (Declaración de Prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.

ONCE EUROS con CINCUENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

CUADRO DE PRECIOS 1

BODEGA DE CAVA

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO

CAPÍTULO 07 Instalación de frío

SUBCAPÍTULO 07.01 Cámara frigorífica

07.01.01 **Evaporador de 28,8kW** **4.929,00**

Montaje e instalación de uvaporador cúbico industrial de flujo simple de amoniaco, con carcasa en aluminio lacado blanco, tornillería de acero inoxidable, y separación entre aletas de 4 mm con capacidad frigorífica de 28,8 kW a una diferencia de temperatura de 8 °C. Incluye fijación mecánica sobre estructura soporte, conexión a red frigorífica existente, instalación eléctrica y conexionado al cuadro de control, pruebas de estanqueidad, verificación de presión, ajuste de ventiladores y comprobación de funcionamiento. i/p.p. de elementos de sujeción, medios auxiliares, pequeño material, limpieza y ajustes. Instalado según RITE, UNE-EN 378, y conforme a CTE. Con marcado CE y DdP conforme al Reglamento (UE) 305/2011.

CUATRO MIL NOVECIENTOS VEINTINUEVE EUROS

07.01.02 **Condensador de 25 kW** **952,94**

Montaje e instalación de condensador cúbico horizontal de haz tubular de 25 kW equipado con separadores internos que permiten la operación independiente de cada ventilador sobre su sección, y ventiladores axiales montados sobre rejillas metálicas de protección. Incluye fijación sobre bancada antivibratoria, conexionado a red frigorífica existente, instalación eléctrica de ventiladores, prueba de funcionamiento, verificación de presión, sellados y ajuste final. i/p.p. de anclajes, soportes, accesorios de fijación, medios auxiliares y pequeño material. Instalado según RITE, UNE-EN 378 y CTE. Con marcado CE y DdP según Reglamento (UE) 305/2011.

NOVECIENTOS CINCUENTA Y DOS EUROS con NOVENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

07.01.03 **Compresor de tornillo abierto 29,42 kW** **14.147,82**

Montaje e instalación de un compresor de tornillo abierto para refrigeración industrial, diseñado para operar con amoníaco (R-717) y una potencia de 40CV . Incluye conexión a líneas frigoríficas existentes, fijación mediante elementos de anclaje, montaje de válvulas de servicio para el control del flujo de refrigerante, carga de aceite adecuada, instalación de válvula de seguridad interna y conexionado eléctrico al cuadro de control existente y comprobación de alineación, pruebas de estanqueidad, verificación de presión y correcto funcionamiento. Se incluyen medios auxiliares, accesorios de fijación, sellados y ajustes finales. Instalado según RITE, UNE-EN 378 y conforme a los requisitos del CTE. Con marcado CE y DdP según el Reglamento (UE) 305/2011.

CATORCE MIL CIENTO CUARENTA Y SIETE EUROS con OCHENTA Y DOS CÉNTIMOS

SUBCAPÍTULO 07.02 Estación de producción de glicol

07.02.01 **Equipo de producción de glicol de 38,7 kW** **24.257,04**

Aquisición, montaje e instalación de un equipo de frío que funciona como un generador de agua glicolada a baja temperatura mediante el uso de refrigerante R-404A, con potencia frigorífica de 38,7 kW. Incluye tanque acumulador, uso de una grúa ligera para su descarga y posicionado, montaje sobre bancada antivibratoria, conexión hidráulica y eléctrica, pruebas de funcionamiento, puesta en marcha, y documentación técnica conforme a normativa vigente (RITE, UNE-EN 378, marcado CE y DdP según Reglamento UE 305/2011).

VEINTICUATRO MIL DOSCIENTOS CINCUENTA Y SIETE EUROS con CUATRO CÉNTIMOS

SUBCAPÍTULO 07.03 Salas climatizadas

07.03.01 **Evaporador de 5,2 kW** **1.081,20**

Montaje e instalación de uvaporador cúbico industrial de flujo simple de amoniaco, con carcasa en aluminio lacado blanco, tornillería de acero inoxidable, y separación entre aletas de 4 mm con capacidad frigorífica de 5,2 kW a una diferencia de temperatura de 10 °C. Incluye fijación mecánica sobre estructura soporte, conexión a red frigorífica existente, instalación eléctrica y conexionado al cuadro de control, pruebas de estanqueidad, verificación de presión, ajuste de ventiladores y comprobación de funcionamiento. i/p.p. de elementos de sujeción, medios auxiliares, pequeño material, limpieza y ajustes. Instalado según RITE, UNE-EN 378, y conforme a CTE. Con marcado CE y DdP conforme al Reglamento (UE) 305/2011.

MIL OCHENTA Y UN EUROS con VEINTE CÉNTIMOS

CUADRO DE PRECIOS 1

BODEGA DE CAVA

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
07.03.02		**Evaporador de 10,59 kW**	2.968,00

Montaje e instalación de uvaporador cúbico industrial de flujo simple de amoniaco, con carcasa en aluminio lacado blanco, tornillería de acero inoxidable, y separación entre aletas de 4 mm con capacidad frigorífica de 10,59 kW a una diferencia de temperatura de 10 °C. Incluye fijación mecánica sobre estructura soporte, conexión a red frigorífica existente, instalación eléctrica y conexionado al cuadro de control, pruebas de estanqueidad, verificación de presión, ajuste de ventiladores y comprobación de funcionamiento. i/p.p. de elementos de sujeción, medios auxiliares, pequeño material, limpieza y ajustes. Instalado según RITE, UNE-EN 378, y conforme a CTE. Con marcado CE y DdP conforme al Reglamento (UE) 305/2011.

DOS MIL NOVECIENTOS SESENTA Y OCHO EUROS

07.03.03		**Condensador de 25 kW**	952,94

Montaje e instalación de condensador cúbico horizontal de haz tubular de 25 kW equipado con separadores internos que permiten la operación independiente de cada ventilador sobre su sección, y ventiladores axiales montados sobre rejillas metálicas de protección. Incluye fijación sobre bancada antivibratoria, conexionado a red frigorífica existente, instalación eléctrica de ventiladores, prueba de funcionamiento, verificación de presión, sellados y ajuste final. i/p.p. de anclajes, soportes, accesorios de fijación, medios auxiliares y pequeño material. Instalado según RITE, UNE-EN 378 y CTE. Con marcado CE y DdP según Reglamento (UE) 305/2011.

NOVECIENTOS CINCUENTA Y DOS EUROS con NOVENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

07.03.04		**Compresor de 29,42 kW**	14.147,82

Montaje e instalación de un compresor de tornillo abierto para refrigeración industrial, diseñado para operar con amoníaco (R-717) y una potencia de 40CV . Incluye conexión a líneas frigoríficas existentes, fijación mediante elementos de anclaje, montaje de válvulas de servicio para el control del flujo de refrigerante, carga de aceite adecuada, instalación de válvula de seguridad interna y conexionado eléctrico al cuadro de control existente y comprobación de alineación, pruebas de estanqueidad, verificación de presión y correcto funcionamiento. Se incluyen medios auxiliares, accesorios de fijación, sellados y ajustes finales. Instalado según RITE, UNE-EN 378 y conforme a los requisitos del CTE. Con marcado CE y DdP según el Reglamento (UE) 305/2011.

CATORCE MIL CIENTO CUARENTA Y SIETE EUROS con OCHENTA Y DOS CÉNTIMOS

CAPÍTULO 08 Maquinaria del proceso productivo

08.01	ud	**Tractor con remolque**	32.000,00

Adquisición de tractor compacto de 50 CV con remolque con capacidad para el transporte de 7 toneladas y medidad mínimas de caja de 0.6x0.397x0.180m

TREINTA Y DOS MIL EUROS

08.02	ud	**Caja de vendimia**	7,00

Adquisición y transporte a nave de caja de fruta de 600x397x180mm con capacidad de 36L de plástico HDPE.

SIETE EUROS

08.03	ud	**Báscula puente**	10.892,56

Compra, transporte, instalación y conexión de una bácula electrónica, que permita el pesaje de hasta 10.000 kg y cumpla con las normas de seguridad pertinentes en criterios de funcionamiento y acabados. El concepto incluye el uso de una grúa ligera para su descarga y posicionado, sus accesorios complementarios de funcionamiento y los medios auxiliares a la instalación y conexión.

DIEZ MIL OCHOCIENTOS NOVENTA Y DOS EUROS con CINCUENTA Y SEIS CÉNTIMOS

08.04	ud	**Sistema volteador de cajas y mesa de selección**	13.033,76

Compra, transporte, instalación y conexión de un sistema volteador de cajas plásticas de vendimia con mesa de selección, que permita un rendimiento de 1.000 volteos/h cumplindo con los requisitos de salud y seguridad pertinentes en criterios de funcionamiento y acabados. El concepto incluye el uso de una grúa ligera para su descarga y posicionado, sus accesorios complementarios de funcionamiento y los medios auxiliares a la instalación y conexión.

TRECE MIL TREINTA Y TRES **CUADRO DE PRECIOS 1**

BODEGA DE CAVA

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO

EUROS con SETENTA Y

SEIS CÉNTIMOS

08.05 **ud** **Bomba de tornillo excéntrico** **4.426,56**

Compra y conexión de una bomba de tornillo excéntrico con tubo sanitario y compresión por rodillo que permita un bombeo de hasta 12.000 kg/h de uva u orujo cumpliendo con los requisitos de salud y seguridad pertinentes en criterios de funcionamiento y acabados. El concepto incluye sus accesorios complementarios de funcionamiento y los medios auxiliares de conexión.

CUATRO MIL CUATROCIENTOS

VEINTISEIS EUROS con

CINCUENTA Y SEIS CÉNTIMOS

08.06 **ud** **Despalillador de árbol** **15.514,16**

Compra, transporte, instalación y conexión de una despalilladora de árbol de despalillado con dedos acabados en espátulas orientables, gran diámetro y alimentación superior, que permita un rendimiento de 15.000 kg/h cumplindo con los requisitos de salud y seguridad pertinentes en criterios de funcionamiento y acabados. El concepto incluye el uso de una grúa ligera para su descarga y posicionado, sus accesorios complementarios de funcionamiento y los medios auxiliares a la instalación y conexión.

QUINCE MIL QUINIENTOS

CATORCE EUROS con

DIECISEIS CÉNTIMOS

08.07 **ud** **Prensa neumática horizontal** **27.184,76**

Compra, transporte, instalación y conexión de una prensa neumática de membrana y tambor abierto, gran diámetro y alimentación superior, con capacidad de 9,5 toneladas de uva despalillada y que cumpla con los requisitos de salud y seguridad pertinentes en criterios de funcionamiento y acabados. El concepto incluye el uso de una grúa ligera para su descarga y posicionado, sus accesorios complementarios de funcionamiento y los medios auxiliares a la instalación y conexión.

VEINTISIETE MIL CIENTO

OCHENTA Y CUATRO EUROS

con SETENTA Y SEIS CÉNTIMOS

08.08 **ud** **Bomba peristáltica** **3.896,56**

Compra y conexión de una bomba peristáltica con tubo sanitario y compresión por rodillo que permita un bombeo de hasta 12.000 L/h de most cumpliendo con los requisitos de salud y seguridad pertinentes en criterios de funcionamiento y acabados. El concepto incluye sus accesorios complementarios de funcionamiento y los medios auxiliares de conexión.

TRES MIL OCHOCIENTOS

NOVENTA Y SEIS EUROS con

CINCUENTA Y SEIS CÉNTIMOS

08.09 **ud** **Tanque de desfangado** **6.461,76**

Compra, transporte, instalación y conexión de un depósito de fermentación y almacenamiento de fondo cónico, patas y boca autovaciante de acero inoxidable AISI 316 con capacidad para 6.000 L y cumplimiento de los requisitos de salud y seguridad pertinentes en criterios de funcionamiento y acabados. El concepto incluye el uso de una grúa ligera para su descarga y posicionado, sus accesorios complementarios de funcionamiento y los medios auxiliares a la instalación y conexión.

SEIS MIL CUATROCIENTOS

SESENTA Y UN EUROS con

SETENTA Y SEIS CÉNTIMOS

08.10 **ud** **Tanque de fermentación** **9.111,76**

Compra, transporte, instalación y conexión de un depósito de fermentación y almacenamiento con fondo plano inclinado y patas AISI 316 con capacidad para 12.000 L y cumplimiento de los requisitos de salud y seguridad pertinentes en criterios de funcionamiento y acabados. El concepto incluye el uso de una grúa ligera para su descarga y posicionado, sus accesorios complementarios de funcionamiento y los medios auxiliares a la instalación y conexión.

NUEVE MIL CIENTO ONCE

EUROS con SETENTA Y SEIS

CÉNTIMOS

08.11 **ud** **Tanque de estabilización** **9.472,16**

Compra, transporte, instalación y conexión de un depósito isotérmico para estabilización con fondo cónico y patas AISI 316 con capacidad para 12.000 L y cumplimiento de los requisitos de salud y seguridad pertinentes en criterios de funcionamiento y acabados. El concepto incluye el uso de una grúa ligera para su descarga y posicionado, sus accesorios complementarios de fun-

CUADRO DE PRECIOS 1

BODEGA DE CAVA

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO

cionamiento y los medios auxiliares a la instalación y conexión.

NUEVE MIL CUATROCIENTOS SETENTA Y DOS EUROS con DIECISEIS CÉNTIMOS

08.12 **ud** **Filtro de placas** **22.404,16**

Compra y conexión de un filtro de placas intercambiales de capacidad de 4.500 L/h con cumpliendo con los requisitos de salud y seguridad pertinentes en criterios de funcionamiento y acabados. El concepto incluye sus accesorios complementarios de funcionamiento y los medios auxiliares de conexión.

VEINTIDOS MIL CUATROCIENTOS CUATRO EUROS con DIECISEIS CÉNTIMOS

08.13 **ud** **Enjuagadora de botellas** **22.404,16**

Compra, transporte, instalación y conexión de un enjuagadora de botellas, que permita un rendimiento de 700 botellas/h cumplindo con los requisitos de salud y seguridad pertinentes en criterios de funcionamiento y acabados. El concepto incluye el uso de una grúa ligera para su descarga y posicionado, sus accesorios complementarios de funcionamiento y los medios auxiliares a la instalación y conexión.

VEINTIDOS MIL CUATROCIENTOS CUATRO EUROS con DIECISEIS CÉNTIMOS

08.14 **ud** **Embotelladora** **10.426,16**

Compra, transporte, instalación y conexión de una embotelladora que permita un rendimiento de 700 botellas/h cumplindo con los requisitos de salud y seguridad pertinentes en criterios de funcionamiento y acabados. El concepto incluye el uso de una grúa ligera para su descarga y posicionado, sus accesorios complementarios de funcionamiento y los medios auxiliares a la instalación y conexión.

DIEZ MIL CUATROCIENTOS VEINTISEIS EUROS con DIECISEIS CÉNTIMOS

08.15 **ud** **Taponadora de tapón corona** **684,76**

Compra, transporte, instalación y conexión de unataponadora de tapón corona que permita un rendimiento de 400 botellas/h cumplindo con los requisitos de salud y seguridad pertinentes en criterios de funcionamiento y acabados. El concepto incluye el uso de una grúa ligera para su descarga y posicionado, sus accesorios complementarios de funcionamiento y los medios auxiliares a la instalación y conexión.

SEISCIENTOS OCHENTA Y CUATRO EUROS con SETENTA Y SEIS CÉNTIMOS

08.16 **ud** **Jaulón de botellas** **277,00**

Adquisición y transporte a nave de jaulón metálico de malla electrosoldada en acero galvanizado con capacidad para 442 botellas.

DOSCIENTOS SETENTA Y SIETE EUROS

08.17 **ud** **Pupitre de cava** **272,00**

malla electrosoldada en acero galvanizado Adquisición y transporte a nave de pupitre de madera con capacidad para 120 botellas.

DOSCIENTOS SETENTA Y DOS EUROS

08.18 **ud** **Congelador de cuellos** **7.044,76**

Compra, transporte, instalación y conexión de congeladro de cuellos de botella, que permita un rendimiento de 900 botellas/h cumplindo con los requisitos de salud y seguridad pertinentes en criterios de funcionamiento y acabados. El concepto incluye el uso de una grúa ligera para su descarga y posicionado, sus accesorios complementarios de funcionamiento y los medios auxiliares a la instalación y conexión.

SIETE MIL CUARENTA Y CUATRO EUROS con SETENTA Y SEIS CÉNTIMOS

08.19 **ud** **Monobloc de degüelle, dosificado y nivelado** **1.638,76**

Compra, transporte, instalación y conexión de una monoobloc de degüelle, dosificado y nivelado, que permita un rendimiento de 150 botellas/h cumplindo con los requisitos de salud y seguridad pertinentes en criterios de funcionamiento y acabados. El concepto incluye el uso de una

CUADRO DE PRECIOS 1

BODEGA DE CAVA

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO

grúa ligera para su descarga y posicionado, sus accesorios complementarios de funcionamiento y los medios auxiliares a la instalación y conexión.

MIL SEISCIENTOS TREINTA Y OCHO EUROS con SETENTA Y SEIS CÉNTIMOS

08.20 **ud** **Planta taponadora, capsuladora, bozaladora y etiquetadora** **9.313,16**

Compra, transporte, instalación y conexión de una planta embotelladora, que permita un rendimiento de 900 botellas/h cumplindo con los requisitos de salud y seguridad pertinentes en criterios de funcionamiento y acabados. El concepto incluye el uso de una grúa ligera para su descarga y posicionado, sus accesorios complementarios de funcionamiento y los medios auxiliares a la instalación y conexión.

NUEVE MIL TRESCIENTOS TRECE EUROS con DIECISEIS CÉNTIMOS

2. CUADRO DE PRECIOS Nº2

CUADRO DE PRECIOS 2

BODEGA DE CAVA

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO

CAPÍTULO 01 Movimiento de tierras

01.01 **m2** **Desbroce y limpieza del terreno**

Desbroce y limpieza superficial del terreno por medios mecánicos, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares. Según NTE-ADE.

Mano de obra 0,12
Maquinaria 0,85
Resto de obra y materiales 0,06

TOTAL PARTIDA 1,03

01.02 **m3** **Excavación pozos terrenos flojos c/medios mecánicos c/carga y tr**

Excavación en pozos en terrenos de consistencia floja, por medios mecánicos, con carga directa sobre camión basculante, incluso transporte de tierras a vertedero, a una distancia menor de 10 km., considerando ida y vuelta, incluso canon de vertedero y p.p. de medios auxiliares. Según CTE DB SE-C y NTE-ADZ.

Mano de obra 3,92
Maquinaria 22,71
Resto de obra y materiales 1,60

TOTAL PARTIDA 28,23

01.03 **m3** **Excavación zanja terrenos flojos c/medios mecánicos c/carga y tr**

Excavación en zanjas, en terrenos de consistencia floja, por medios mecánicos, con carga directa sobre camión basculante, incluso transporte de tierras a vertedero, a una distancia menos de 10 km. considerando ida y vuelta, incluso canon de vertido y con p.p. de medios auxiliares. Según CTE DB SE-C y NTE-ADZ.

Mano de obra 5,97
Maquinaria 17,69
Resto de obra y materiales 1,42

TOTAL PARTIDA 25,08

CAPÍTULO 02 Urbanización
SUBCAPÍTULO 02.01 Vallado exterior

02.01.01 **m3** **Hormigón HA-25/P/20/XC1 Vertido manual**

Hormigón para armar en zapatas, riostras, vigas o zanjas de cimentación HA-25/B/20/XC1, elaborado en central, de resistencia característica a compresión 25 MPa (N/mm2), de consistencia blanda, tamaño máximo del árido de 20 mm, en elementos enterrados, o interiores sometidos a humedades relativas medias-altas (>65%) o a condensaciones, o elementos exteriores con alta precipitación. Totalmente realizado; i/p.p. de vertido por medios manuales, vibrado y colocado. Según Código Estructural, NTE-CSZ y CTE DB-SE-C. Componentes del hormigón con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según reglamento (UE) 305/2011.

Mano de obra 10,53
Maquinaria 1,36
Resto de obra y materiales

CUADRO DE PRECIOS 2

BODEGA DE CAVA

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO

109,47

TOTAL PARTIDA **121,36**

02.01.02 **m** **MALLA SIMPLE TORSIÓN GALVANIZADA 40/14 h=1 m.**

Cercado de 1 m. de altura realizado con malla simple torsión galvanizada en caliente de trama 40/14 y postes de tubo de acero galvanizado por inmersión de 48 mm de diámetro, p.p. de postes de esquina, jabalcones, tornapuntas, tensores, grupillas y accesorios, montada i/replanteo y recibido de postes con hormigón HM-20/B/20/X0 o XC1 de central. Materiales con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.

Mano de obra 7,92

Resto de obra y materiales 7,62

TOTAL PARTIDA **15,54**

02.01.03 **m2** **Fábrica bloque hormigón liso gris**

Fábrica de bloques huecos de hormigón gris estándar liso de 40x20x10 cm colocado a una cara vista, recibidos con mortero de cemento CEM II/B-M 32,5 N y arena de río M-5, rellenos de hormigón de 330 kg de cemento/m3 de dosificación y armadura según normativa, i/p.p. de formación de dinteles, zunchos, jambas, ejecución de encuentros y piezas especiales, llagueado, roturas, replanteo, nivelación, aplomado, limpieza y medios auxiliares, medida deduciendo huecos superiores a 2 m2. Conforme CTE DB-SE-F y NTE-FFB. Marcado CE obligatorio según Anexo ZA de la Norma Europea UNE-EN 771-3:2011+A1:2016. Materiales con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.

Mano de obra 31,61

Maquinaria 0,04

Resto de obra y materiales 14,02

TOTAL PARTIDA **45,67**

02.01.04 **ud** **Puerta corredera 4x0,6 m**

Suministro y montaje de puerta corredera metálica manual para acceso a parcela, de aproximadamente 3,00 m de ancho libre por 0,60 m de altura, con estructura de acero galvanizado y pintura al horno en color negro, formada por bastidor tubular y relleno de malla electrosoldada o bastidor sencillo. Incluye guía inferior galvanizada, ruedas metálicas con rodamientos, perfil guía de carril, cerradura sencilla con llave, topes mecánicos, herrajes de fijación y todos los elementos necesarios para su correcto funcionamiento. Se incluye replanteo, montaje, nivelación, anclajes mecánicos al soporte existente (pilar, muro o valla metálica) y pruebas de funcionamiento. No incluye automatización ni cimentaciones.

TOTAL PARTIDA **600,00**

SUBCAPÍTULO 02.02 Pavimentación exterior

02.02.01 **m2** **Refino, nivelación y apisonado explanación**

Explanación, refino y nivelación de terrenos, por medios mecánicos, en terrenos limpiados superficialmente con máquinas, con p.p. de medios auxiliares. Según CTE DB SE-C y NTE-ADZ.

Mano de obra 3,33

Maquinaria 0,75

Resto de obra y materiales 0,25

CUADRO DE PRECIOS 2

BODEGA DE CAVA

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO

TOTAL PARTIDA 4,33

02.02.02 m3 **BASE DE ZAHORRA ARTIFICIAL**

Base de zahorra artificial, clasificada (husos ZA25 y ZA40) puesta en obra y compactada, medida sobre perfil. Conforme a ORDEN FOM/1382/2002-PG3-Art.510. Árido con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.

Mano de obra 4,87
Maquinaria 5,80
Resto de obra y materiales 20,71

TOTAL PARTIDA 31,38

02.02.03 m2 **Solera hormigón HM-20/B/40/XC1**

Suministro y puesta en obra de hormigón en masa, vibrado, en soleras de 20 cm de espesor, con HM-20/B/40/XC1 (CEM-II) con árido procedente de cantera de tamaño máximo 40 mm y consistencia plástica.

Mano de obra 2,97
Maquinaria 3,89
Resto de obra y materiales 30,24

TOTAL PARTIDA 37,10

02.02.04 m **Junta retracción solera**

Ejecución de junta de contracción con profundidad 1/3 solera. Mediante serrado mecánico del hormigón endurecido, incluso limpieza y sellado de junta con masilla bituminosa de aplicación en caliente o en frio. Conforme ORDEN FOM/1382/2002-PG3-Art. 550. Hormigón con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.

Mano de obra 1,71
Maquinaria 0,20
Resto de obra y materiales 0,41

TOTAL PARTIDA 2,32

CAPÍTULO 03 Cimentación

03.01 m3 **Hormigón limpieza HM-25/P/30/XC2 Vertido grúa**

Hormigón en masa HM-25/B/20/XC2, elaborado en central para limpieza y nivelado de fondos de cimentación, incluso vertido con grúa, vibrado y colocación. Según Código Estructural y CTE DB-SE-C. Componentes del hormigón con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según reglamento (UE) 305/2011.

Mano de obra 11,70
Maquinaria 7,37
Resto de obra y materiales 158,49

TOTAL PARTIDA 177,56

03.02 m3 **Hormigón armado HA-25/P/30XC2 Vertido grúa**

Hormigón para armar en zapatas, riostras, vigas o zanjas de cimentación HA-25/P/30/XC2, ela-

CUADRO DE PRECIOS 2

BODEGA DE CAVA

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO

borado en central, de resistencia característica a compresión 25 MPa (N/mm2), de consistencia blanda, tamaño máximo del árido de 20 mm, en elementos enterrados, o interiores sometidos a humedades relativas medias-altas (>65%) o a condensaciones, o elementos exteriores con alta precipitación. Totalmente realizado; i/p.p. de vertido por medio de grúa, vibrado y colocado. Según Código Estructural, NTE-CSZ y CTE DB-SE-C. Componentes del hormigón con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según reglamento (UE) 305/2011.

Mano de obra 11,70
Maquinaria 7,37
Resto de obra y materiales 110,67

TOTAL PARTIDA 129,74

CAPÍTULO 04 Estructura

04.01 **kg** **Acero laminado S275 (UNE-EN 1025-2)**

Acero laminado S275 en perfiles laminados en caliente para vigas, pilares, zunchos y correas, mediante uniones soldadas; i/p.p. de soldaduras, cortes, piezas especiales, despuntes y dos manos de imprimación de minio de plomo, montada y colocada. Según UNE-EN 10025-1:2006, UNE-EN 1090-2:2019, NTE-EAE, CTE DB-SE-A y Código Estructural. Acero con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.

Mano de obra 1,65
Maquinaria 0,27
Resto de obra y materiales 2,23

TOTAL PARTIDA 4,15

04.02 **m** **Correa chapa perfil tipo Z**

Correa realizada con chapa conformada en frío tipo Z, i/p.p. de despuntes y piezas especiales, colocada y montada. Según UNE-EN 10025-1:2006, UNE-EN 1090-2:2019, NTE-EAS, NTE-EAV, NTE-EAF, CTE DB-SE-A y Código Estructural. Acero con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.

Mano de obra 6,03
Maquinaria 2,54
Resto de obra y materiales 13,61

TOTAL PARTIDA 22,18

04.03 **ud** **Placa anclaje Tipo 1: S275 550x550x20(mm);6 pernos D=25mm L=60cm**

Placa de anclaje de acero S275 en perfil plano, de dimensiones 350x400x15 mm. con cuatro garrotas de acero corrugado de 16 mm de diámetro y 35 cm de longitud total, soldadas, i/taladro central, colocada. Según UNE-EN 10025-1:2006, UNE-EN 1090-2:2019, CTE DB-SE-A y Código Estructural. Acero con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.

Mano de obra 24,76
Maquinaria 0,13
Resto de obra y materiales 26,93

CUADRO DE PRECIOS 2

BODEGA DE CAVA

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO

TOTAL PARTIDA **51,82**

04.04 **ud** **Placa anclaje Tipo 2: S275 650x650x25(mm);8 pernos D=35mm L=75cm**

Placa de anclaje de acero S275 en perfil plano, de dimensiones 250x250x11 mm. con cuatro garrotas de acero corrugado de 10 mm de diámetro y 30 cm de longitud total, soldadas, i/taladro central, colocada. Según UNE-EN 10025-1:2006, UNE-EN 1090-2:2019, CTE DB-SE-A y Código Estructural. Acero con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.

Mano de obra 24,76
Maquinaria 0,13
Resto de obra y materiales 26,93

TOTAL PARTIDA **51,82**

CAPÍTULO 05 Cerramientos, particiones, albañilería y carpintería
SUBCAPÍTULO 05.01 Solados y pavimento industrial

05.01.01 **m2** **Solera hormigón HA-25/P/30/XC2**

Solera de hormigón en masa de 25 cm. de espesor, realizada con hormigón HM-25 N/mm2, Tmáx.25 mm., elaborado en obra, i/vertido, colocación, p.p. de juntas, aserrado de las mismas y fratasado. Según Código Estructural, NTE-CCM, NTE-RSS y CTE DB-SE-C. Materiales con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento Europeo (UE) 305/2011.

Mano de obra 3,09
Maquinaria 0,16
Resto de obra y materiales 26,91

TOTAL PARTIDA **30,16**

05.01.02 **m** **Junta retacción solera**

Ejecución de junta de contracción con profundidad 1/3 solera. Mediante serrado mecánico del hormigón endurecido, incluso limpieza y sellado de junta con masilla bituminosa de aplicación en caliente o en frio. Conforme ORDEN FOM/1382/2002-PG3-Art. 550. Hormigón con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.

Mano de obra 1,71
Maquinaria 0,20
Resto de obra y materiales 0,41

TOTAL PARTIDA **2,32**

05.01.03 **m2** **Acabado pavimento poliuretano-cemento**

Pavimento continuo de 12 mm de espesor (doble capa) de resina epoxi aplicado sobre soporte de hormigón o mortero, para pavimentos industriales sometidos a altas exigencias mecánicas, térmicas y químicas. Colores estándar. No incluye preparación del soporte. Medido en superficie realmente ejecutada. Materiales con marcado CE y DdP conforme al Reglamento (UE) 305/2011.

Mano de obra 12,64
Resto de obra y materiales 3,89

CUADRO DE PRECIOS 2

BODEGA DE CAVA

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO

TOTAL PARTIDA **16,53**

SUBCAPÍTULO 05.02 Cerramiento exterior y cubierta

05.02.01 **m2** **Panel Sándwich 3 grecas (e = 50 mm)**

Suministro y colocación de panel sándwich para cubierta, de 50 mm de espesor, formado por dos chapas de acero galvanizado prelacado con tres grecas y núcleo de espuma rígida de poliuretano (PUR). Fijación mecánica con tornillería vista sobre correas, solape lateral y sellado con cinta de butilo. Conforme a UNE-EN 14509:2014. Incluye instalación, herrajes y medios auxiliares. Medido por m² ejecutado.

Mano de obra 5,15
Maquinaria 6,10
Resto de obra y materiales 35,61

TOTAL PARTIDA **46,86**

05.02.02 **m2** **Paneles prefabricados de hormigón con aislamiento térmico**

Panel prefabricado de cerramiento de hormigón armado, de 12 cm de espesor total, formado por dos planchas de 4 cm de espesor de hormigón con aislamiento térmico intermedio de poliestireno expandido (k = 0,0466 W/m·K) de 4 cm de espesor, acabado liso en color gris. Peso aproximado 200 kg/m². Instalado sobre estructura metálica mediante fijaciones mecánicas adaptadas a perfiles HEB-300 y HEB-240, con apoyo sobre perfiles angulares galvanizados donde sea necesario. Incluye sellado de juntas con masilla elástica, uso de grúa para colocación, apeos temporales, limpieza final y medios auxiliares necesarios. Medido en m² realmente ejecutado. Material con marcado CE conforme UNE-EN 14992:2008+A1:2012 y conforme a las exigencias del CTE.

Mano de obra 19,27
Maquinaria 16,56
Resto de obra y materiales 56,96

TOTAL PARTIDA **92,79**

SUBCAPÍTULO 05.03 Particiones interiores y albañilería

05.03.01 **m2** **Fabrica bloque de hormigón liso gris 20x20x40 cm**

Fábrica de bloques huecos de hormigón gris estándar liso de 40x20x20 cm colocado a una cara vista, recibidos con mortero de cemento CEM II/B-M 32,5 N y arena de río M-5, rellenos de hormigón de 330 kg de cemento/m3 de dosificación y armadura según normativa, i/p.p. de formación de dinteles, zunchos, jambas, ejecución de encuentros y piezas especiales, llagueado, roturas, replanteo, nivelación, aplomado, limpieza y medios auxiliares, medida deduciendo huecos superiores a 2 m2. Conforme CTE DB-SE-F y NTE-FFB. Marcado CE obligatorio según Anexo ZA de la Norma Europea UNE-EN 771-3:2011+A1:2016. Materiales con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.

Mano de obra 34,00
Maquinaria 0,07
Resto de obra y materiales 18,93

CUADRO DE PRECIOS 2

BODEGA DE CAVA

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO

TOTAL PARTIDA **53,01**

05.03.02 **m2** **Enfoscado maestrado-fratasado CSIII-WI vertical**

Enfoscado maestreado y fratasado con mortero CSIII-W1 de cemento CEM II/B-P 32,5 N y arena de río M-5, en paramentos verticales de 20 mm de espesor, i/regleado, sacado de aristas y rincones con maestras cada 3 m, i/p.p. de medios auxiliares, según NTE-RPE-07 y UNE-EN 998-1:2018, medido deduciendo huecos. Mortero con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.

Mano de obra 14,18

Resto de obra y materiales 2,86

TOTAL PARTIDA **17,04**

05.03.03 **m2** **Panel macizo de PVC higiénico**

Suministro y colocación de panel macizo de PVC, blanco, grado alimentario, de 24 mm de espesor, instalado sobre rastreles de aluminio anclados a paramentos verticales de bloques, hormigón prefabricado o pilares metálicos. Fijación mecánica mediante tornillería inoxidable. Sellado de juntas con tapetas de PVC macizo del mismo color.

Mano de obra 51,44

Resto de obra y materiales 27,20

TOTAL PARTIDA **78,64**

05.03.04 **m2** **Alicatado azulejo blanco 30x60 cm. Recibido adhesivo**

Alicatado en parametro vertical interior con azulejo blanco de 30x60 cm., colocado a línea, recibido con adhesivo, sin incluir enfoscado de mortero, p.p. de cortes, ingletes, piezas especiales, rejuntado con adhesivo, medido deduciendo huecos superiores a 1 m2. Según NTE-RPA-4. Materiales con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.

Mano de obra 17,19

Resto de obra y materiales 16,36

TOTAL PARTIDA **33,55**

05.03.05 **m2** **Falso techo suspendido con estructura metálica**

Falso techo continuo de placas de yeso laminado estándar (Tipo A según UNE-EN 520:2005+A1:2010) de 595x595 mm, recubiertas en su cara vista con lámina vinílica blanca, apoyadas sobre una estructura de perfiles de chapa de acero galvanizado (según UNE-EN 14195:2015), a base de maestras primarias en T invertida separadas entre ejes de 1200 mm, y suspendidas del forjado mediante cuelgues con varilla roscada colocados entre 700-1200 mm. Las maestras secundarias se fijan perpendicularmente a las primarias, formando una retícula de 600x600 mm. Totalmente terminado, con acabado liso vinílico, de fácil limpieza, desmontable para mantenimiento, sin necesidad de imprimación, revestimiento o pintura; i/p.p. de placas vinílicas, estructura portante, cuelgues, tornillería, medios auxiliares y limpieza (excepto elevación y transporte). Conforme a UNE 102043:2013 y recomendaciones ATEDY. Materiales con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.

Mano de obra 12,04

Resto de obra y materiales 42,70

TOTAL PARTIDA **54,74**

CUADRO DE PRECIOS 2

BODEGA DE CAVA

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO

05.03.06 **m2** **Falso techo de panel sándwich**

Falso techo continuo de panel sádwich de aluminio de 1x0.5 m con aislante de espuma de poliuretano de espesor 50mm, suspendido sobre una estructura metálica de acero galvanizado de maestra 60/27 mm e instalado sobre perfilería de rastreles soporte mediante varillas roscadas y piezas de cuelgue para su nivelado. Totalmente acabado, i/p.p. de elementos de remate, accesorios de fijación y medios auxiliares. Totalmente instalado y terminado según CTE DB_HE Y CTE DB-SI con materiales con marcado CE y DbP.

Mano de obra 8,59
Resto de obra y materiales 26,22

TOTAL PARTIDA 34,81

SUBCAPÍTULO 05.04 Carpintería interior y exterior

05.04.01 **ud** **Ventana doble acristalamiento estándar apertura fija 3x1,5 m**

Carpintería de perfiles de PVC, con refuerzos interiores de acero galvanizado, en ventanales fijos para cerramientos en general, para acristalar, compuesta por, junquillos y accesorios, instalada, incluso con p.p. de medios auxiliares. Sellado de juntas ajuste final en obra y limpieza. Conforme a CTE DB-SUA, DB-HE y DB-HS, ejecutado según NTE-FCP y con materiales con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011, norma UNE-EN 14351-1:2006+A2:2017.

Mano de obra 7,53
Resto de obra y materiales 592,46

TOTAL PARTIDA 599,99

05.04.02 **ud** **Ventana doble acristalamiento estándar corredera 1,5x1,5m**

Ventana de perfiles de PVC, con refuerzos interiores de acero galvanizado, de 2 hojas correderas horizontales, de 1,5x1,5 m de medidas totales, compuesta por cerco, hojas y herrajes bicromatados para deslizamiento suave y sistemas de seguridad, instalada sobre precerco de aluminio y ajustada, incluso con p.p. de medios auxiliares. Sellado de juntas, ajuste final en obra y limpieza. Conforme a CTE DB-SUA, DB-HE y DB-HS, ejecutado según NTE-FCP y con materiales con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011, norma UNE-EN 14351-1:2006+A2:2017.

Mano de obra 14,35
Resto de obra y materiales 653,49

TOTAL PARTIDA 667,84

05.04.03 **ud** **Puerta corredera de hoja vista de aluminio lacado blanco 1,9x2,2**

Suministro y montaje de puerta corredera de hoja vista sin rotura de puente térmico, de 2 hojas, de aluminio lacado blanco de 60 micras, de 1,9x2,2 m de medidas totales. Cada hoja con bastidor de perfil estructural de aluminio, revestida en ambas caras con chapa de acero galvanizado de 0,6 mm de espesor y espesor total de hoja de 40 mm. Con marco perimetral de aluminio extrusionado acabado lacado y doble burlete perimetral sobre soporte de PVC. Compuesta por cerco, hojas y herrajes de deslizamiento y de seguridad. Elaborada en taller, totalmente montada y probada por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio. Permeabilidad al aire según Norma UNE-EN 12207:2017 – CLASE 3; estanqueidad al agua según Norma UNE-EN 12208:2000 – CLASE 5A; resistencia al viento según Norma UNE-EN 12210:2017 – CLASE C3. Instalada sobre precerco de aluminio. Sellado de juntas, ajuste final en obra y limpieza. Conforme a CTE DB-SUA, DB-HE y DB-HS, ejecutado según NTE-FCP y con materiales con marcado CE y DdP según Reglamento (UE) 305/2011, norma UNE-EN 14351-1:2006+A2:2017.

CUADRO DE PRECIOS 2

BODEGA DE CAVA

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO

Mano de obra 16,50
Resto de obra y materiales 767,44

TOTAL PARTIDA 783,94

05.04.04 **ud** **Puerta corredera de hoja vista de aluminio lacado blanco 2x3**

Suministro y montaje de puerta corredera de hoja vista sin rotura de puente térmico, de 2 hojas, de aluminio lacado blanco de 60 micras, de 2x3 m de medidas totales. Cada hoja con bastidor de perfil estructural de aluminio, revestida en ambas caras con chapa de acero galvanizado de 0,6 mm de espesor y espesor total de hoja de 40 mm. Con marco perimetral de aluminio extrusionado acabado lacado y doble burlete perimetral sobre soporte de PVC. Compuesta por cerco, hojas y herrajes de deslizamiento y de seguridad. Elaborada en taller, totalmente montada y probada por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio. Permeabilidad al aire según Norma UNE-EN 12207:2017 – CLASE 3; estanqueidad al agua según Norma UNE-EN 12208:2000 – CLASE 5A; resistencia al viento según Norma UNE-EN 12210:2017 – CLASE C3. Instalada sobre precerco de aluminio. Sellado de juntas, ajuste final en obra y limpieza. Conforme a CTE DB-SUA, DB-HE y DB-HS, ejecutado según NTE-FCP y con materiales con marcado CE y DdP según Reglamento (UE) 305/2011, norma UNE-EN 14351-1:2006+A2:2017.

Mano de obra 16,50
Resto de obra y materiales 767,44

TOTAL PARTIDA 783,94

SUBCAPÍTULO 05.05 Aparatos sanitarios

05.05.01 **ud** **Lavabo 65x46 cm C/Pedestal gama media blanco grifería monomando**

Lavabo de porcelana vitrificada blanco, de 65x46 cm, gama media, colocado con pedestal y con anclajes a la pared; conforme UNE-EN 14688:2016+A1:2019. Grifería monomando cromada, con rompechorros; conforme UNE 19703:2016 y UNE-EN 200:2008. Válvula de desagüe de 32 mm, acoplamiento a pared acodado de PVC, llaves de escuadra de 1/2" cromadas, latiguillos flexibles de 1/2". Totalmente instalado y conexionado, i/p.p. de pequeño material y medios auxiliares. Lavabo con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.

Mano de obra 26,40
Resto de obra y materiales 325,01

TOTAL PARTIDA 351,41

05.05.02 **ud** **Lavamanos mural acero inoxidable con mando femoral**

Suministro e instalación de lavamanos mural fabricado en acero inoxidable 400×335×600 mm, con faldón frontal y cubeta embutida, provisto de grifo de accionamiento femoral (por rodilla), para instalación en pared. Incluye válvula de desagüe de 32 mm con cadena, válvula de escuadra de ½", latiguillos flexibles de conexión, fijaciones mecánicas, sellado de juntas, y puesta en servicio. Instalado según las especificaciones del fabricante y normativa técnica vigente, especialmente conforme al CTE DB-HS (Salubridad) y DB-SUA (Seguridad de utilización y accesibilidad). Material con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según el Reglamento (UE) nº 305/2011.

Mano de obra 39,93
Resto de obra y materiales 282,31

TOTAL PARTIDA CUADRO DE PRECIOS 2

BODEGA DE CAVA

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
			..... **322,24**
05.05.03	**ud**	**Fregadero acero inoxidable 93x61 cm**	
		Suministro e instalación de fregadero industrial fabricado en acero inoxidable, de una cubeta, con dimensiones 93×61 cm, profundidad de la pila 40 cm y altura total 100 cm. Incluye válvula de desagüe, sifón sanitario, estructura con patas regulables y refuerzos para soporte, apto para uso alimentario en industria. Instalado con grifería monomando mural cromada, incluso fijaciones, sellado de juntas, y puesta en servicio. Cumple con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) nº 305/2011, y normativa sanitaria vigente para industrias alimentarias.	
		Mano de obra	 27,07
		Resto de obra y materiales	 350,25
		TOTAL PARTIDA	..... **377,32**
05.05.04	**ud**	**Inodoro tanque bajo serie básica blanco**	
		Inodoro de tanque bajo de montaje adosado a pared, fabricado en porcelana vitrificada conforme a UNE-EN 997:2019, de gama básica en color blanco. Dispone de asiento y tapa lacados con bisagras de acero inoxidable y mecanismo doble descarga. Totalmente instalado, conectado y funcionando; i/p.p. de anclajes al pavimento, sellados, llave de escuadra y latiguillo flexible cromados, pequeño material y medios auxiliares. Inodoro con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.	
		Mano de obra	 47,99
		Resto de obra y materiales	 260,31
		TOTAL PARTIDA	..... **308,30**
05.05.05	**ud**	**Plato ducha porcelana 100x100 cm Blanco grifería monomando**	
		Plato de ducha de porcelana, cuadrado, de 100x100x8 cm, en color blanco; conforme norma UNE-EN 14527:2016+A1:2019. Grifería mezcladora exterior monomando, acabado cromado, con ducha de mano flexible de 1,50 m y soporte articulado; conforme UNE 19703:2016 y UNE-EN 200:2008. Totalmente instalada y conexionada, i/desagüe con salida horizontal de 60 mm, p.p. de pequeño material y medios auxiliares. Plato de ducha con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.	
		Mano de obra	 19,19
		Resto de obra y materiales	 357,28
		TOTAL PARTIDA	..... **376,47**

SUBCAPÍTULO 05.06 Pinturas

05.06.01	**m2**	**Pintura plástica**	
		Pintura pástica, aplicada en dos manos, sobre paramentos interiores de bloques o paneles de hormigón, previamente enyesados con reboco fino. Incluye lijado y limpieza previa, mano de imprimación , emplastecido con masilla especial y lijado de parches para un acabado liso y uniforme. En pilares de acero, limpieza y aplicación de imprimación anticorrosiva antes de la pintura. Productos con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.	
		Mano de obra	 8,38
		Resto de obra y materiales	 10,82
		TOTAL PARTIDA	..... **19,20**

CUADRO DE PRECIOS 2

BODEGA DE CAVA

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO

SUBCAPÍTULO 05.07 Cámara de refrigeración de uva

05.07.01 **m2** **Panel sándwich suelo EPS e = 50 mm**

Suministro y montaje de suelo de cámara frigorífica formado por panel sándwich de 50 mm de espesor, compuesto por núcleo de espuma rígida de poliestireno expandido, conductividad térmica 0,021 W/m·K, y doble revestimiento en chapa de acero galvanizado prelacado (espesor 0,5 mm). Según CTE DB-HE y DB-HS. Marcado CE y Declaración de Prestaciones conforme a Reglamento (UE) 305/2011.

Mano de obra 15,04

Resto de obra y materiales 63,86

TOTAL PARTIDA 78,90

05.07.02 **ud** **Puerta corredera frigorífica para temperatura positiva**

Suministro y montaje de puerta corredera frigorífica para uso interior, para temperatura positiva, compuesta por: hoja de 70 mm de espesor con núcleo de poliuretano inyectado, acabado en chapa plastificada blanca (opcional en acero inoxidable), borde perimetral en perfil de aluminio. Sistema de deslizamiento mediante guías superiores de aluminio anodizado con tapa, con poleas y soportes de tecnopolímero, adecuada para hojas de tamaño pequeño o mediano. Incluye manilla con sistema de apertura interior y exterior mediante palancas y cerradero antirrotura. Marco en forma de "L" de PVC (140×45 mm), con módulos adicionales de ajuste a grosor de panel. Contramarco en PVC (opcionalmente en aluminio). Sin umbral inferior (opcional rasante). Dimensiones máximas de paso libre: 220×330 cm. Totalmente instalada sobre estructura soporte, incluyendo herrajes, medios auxiliares de montaje, sellado perimetral y limpieza final. Conforme a CTE DB-SI y DB-HE, ejecutado según recomendaciones del fabricante y normativa aplicable. Materiales con marcado CE y DdP (Declaración de Prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.

Mano de obra 15,04

Resto de obra y materiales 903,32

TOTAL PARTIDA 918,36

05.07.03 **m2** **Panel sándwich paredes EPS y techo e = 75 mm**

Cerramiento vertical formado por panel sándwich compuesto por dos láminas de acero galvanizado de 0,5 mm de espesor, con núcleo aislante de espuma de poliestireno expandido de 75 mm de espesor (k = 0,021 W/m·K). Panel diseñado para uso en paredes de cámara frigorífica, instalado sobre estructura auxiliar metálica (perfiles L y T galvanizados de 1,5 mm), fijado mediante pies angulares galvanizados y tornillería, incluyendo elementos de fijación, solapes, tapajuntas, juntas de estanqueidad y medios auxiliares. Medido en verdadera magnitud, deduciendo huecos mayores de 1 m². Cumple con el Reglamento (UE) 305/2011 y marcado CE.

Mano de obra 14,18

Resto de obra y materiales 99,99

TOTAL PARTIDA 114,17

SUBCAPÍTULO 05.08 Aislamiento salas climatizadas

05.08.01 **m2** **Sala de crianza**

Mano de obra 3.822,93

Resto de obra y materiales 14.025,72

TOTAL PARTIDA

.....17.848,64

05.08.02 **m2** **Sala de pupitres**

Mano de obra
.....3.868,30
Resto de obra y materiales
.....11.895,61

TOTAL PARTIDA
.....15.763,92

CAPÍTULO 06 Instalaciones básicas

SUBCAPÍTULO 06.01 Instalación eléctrica

06.01.01 **Caja general de protecciom y acometida**

TOTAL PARTIDA
.....5.192,79

06.01.02 **Instalación fuerza**

TOTAL PARTIDA
.....93,20

06.01.03 **Iluminación**

TOTAL PARTIDA
.....435,04

SUBCAPÍTULO 06.02 Abastecimiento de agua

06.02.01 **Acometida**

TOTAL PARTIDA
.....252,28

06.02.02 **Instalación interior**

TOTAL PARTIDA
.....69,70

SUBCAPÍTULO 06.03 Saneamiento

06.03.01 **ud** **Instalacion de sanemiento**

TOTAL PARTIDA
.....3.650,00

SUBCAPÍTULO 06.04 Evacuación aguas pluviales

06.04.01 **m** **CANALÓN PVC CIRCULAR DESARROLLO 125 mm**

Canalón de PVC circular, de 125 mm de desarrollo, fijado mediante gafas de sujeción al alero, con una pendiente mínima de 0,5%; conforme UNE-EN 607:2006 y UNE-CEN/TS 12200-2:2017. Totalmente instalado, conexionado y probado, i/p.p. de piezas especiales y remates, pequeño material y medios auxiliares. Conforme a CTE DB-HS-5. Materiales con marcado CE y DdP (Declaración de Prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.

Mano de obra
.....7,68
Resto de obra y materiales
.....13,15

TOTAL PARTIDA
.....20,83

06.04.02 **m** **BAJANTE PVC PLUVIALES 75 mm.**

Bajante de PVC de pluviales, de 75 mm de diámetro, con sistema de unión por junta elástica, colocada con abrazaderas metálicas; conforme UNE-EN 607:2006 y UNE-CEN/TS 12200-2:2017. Totalmente instalado, conexionado y probado, i/p.p. de piezas especiales y remates, pequeño material y medios auxiliares. Conforme a CTE DB-HS-5. Materiales con marcado CE y DdP (Declaración de Prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.

Mano de obra
.....3,60
Resto de obra y materiales
.....7,94

TOTAL PARTIDA
.....11,54

CUADRO DE PRECIOS 2

BODEGA DE CAVA

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO

CAPÍTULO 07 Instalación de frío

SUBCAPÍTULO 07.01 Cámara frigorífica

07.01.01 **Evaporador de 28,8kW**

Montaje e instalación de uvaporador cúbico industrial de flujo simple de amoniaco, con carcasa en aluminio lacado blanco, tornillería de acero inoxidable, y separación entre aletas de 4 mm con capacidad frigorífica de 28,8 kW a una diferencia de temperatura de 8 °C. Incluye fijación mecánica sobre estructura soporte, conexión a red frigorífica existente, instalación eléctrica y conexionado al cuadro de control, pruebas de estanqueidad, verificación de presión, ajuste de ventiladores y comprobación de funcionamiento. i/p.p. de elementos de sujeción, medios auxiliares, pequeño material, limpieza y ajustes. Instalado según RITE, UNE-EN 378, y conforme a CTE. Con marcado CE y DdP conforme al Reglamento (UE) 305/2011.

Mano de obra 344,00

Resto de obra y materiales 4.585,00

TOTAL PARTIDA 4.929,00

07.01.02 **Condensador de 25 kW**

Montaje e instalación de condensador cúbico horizontal de haz tubular de 25 kW equipado con separadores internos que permiten la operación independiente de cada ventilador sobre su sección, y ventiladores axiales montados sobre rejillas metálicas de protección. Incluye fijación sobre bancada antivibratoria, conexionado a red frigorífica existente, instalación eléctrica de ventiladores, prueba de funcionamiento, verificación de presión, sellados y ajuste final. i/p.p. de anclajes, soportes, accesorios de fijación, medios auxiliares y pequeño material. Instalado según RITE, UNE-EN 378 y CTE. Con marcado CE y DdP según Reglamento (UE) 305/2011.

Mano de obra 344,00

Resto de obra y materiales 608,94

TOTAL PARTIDA 952,94

07.01.03 **Compresor de tornillo abierto 29,42 kW**

Montaje e instalación de un compresor de tornillo abierto para refrigeración industrial, diseñado para operar con amoníaco (R-717) y una potencia de 40CV . Incluye conexión a líneas frigoríficas existentes, fijación mediante elementos de anclaje, montaje de válvulas de servicio para el control del flujo de refrigerante, carga de aceite adecuada, instalación de válvula de seguridad interna y conexionado eléctrico al cuadro de control existente y comprobación de alineación, pruebas de estanqueidad, verificación de presión y correcto funcionamiento. Se incluyen medios auxiliares, accesorios de fijación, sellados y ajustes finales. Instalado según RITE, UNE-EN 378 y conforme a los requisitos del CTE. Con marcado CE y DdP según el Reglamento (UE) 305/2011.

Mano de obra 344,00

Resto de obra y materiales 13.803,82

TOTAL PARTIDA 14.147,82

SUBCAPÍTULO 07.02 Estación de producción de glicol

07.02.01 **Equipo de producción de glicol de 38,7 kW**

Aquisición, montaje e instalación de un equipo de frío que funciona como un generador de agua glicolada a baja temperatura mediante el uso de refrigerante R-404A, con potencia frigorífica de 38,7 kW. Incluye tanque acumulador, uso de una grúa ligera para su descarga y posicionado, montaje sobre bancada antivibratoria, conexión hidráulica y eléctrica, pruebas de funcionamiento, puesta en marcha, y documentación técnica conforme a normativa vigente (RITE, UNE-EN 378, marcado CE y DdP según Reglamento UE 305/2011).

Mano de obra 344,00

Resto de obra y materiales

CUADRO DE PRECIOS 2

BODEGA DE CAVA

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO

23.913,04

TOTAL PARTIDA
.....24.257,04

SUBCAPÍTULO 07.03 Salas climatizadas

07.03.01 **Evaporador de 5,2 kW**

Montaje e instalación de uvaporador cúbico industrial de flujo simple de amoniaco, con carcasa en aluminio lacado blanco, tornillería de acero inoxidable, y separación entre aletas de 4 mm con capacidad frigorífica de 5,2 kW a una diferencia de temperatura de 10 °C. Incluye fijación mecánica sobre estructura soporte, conexión a red frigorífica existente, instalación eléctrica y conexionado al cuadro de control, pruebas de estanqueidad, verificación de presión, ajuste de ventiladores y comprobación de funcionamiento. i/p.p. de elementos de sujeción, medios auxiliares, pequeño material, limpieza y ajustes. Instalado según RITE, UNE-EN 378, y conforme a CTE. Con marcado CE y DdP conforme al Reglamento (UE) 305/2011.

Mano de obra
.....344,00
Resto de obra y materiales
.....737,20

TOTAL PARTIDA
.....1.081,20

07.03.02 **Evaporador de 10,59 kW**

Montaje e instalación de uvaporador cúbico industrial de flujo simple de amoniaco, con carcasa en aluminio lacado blanco, tornillería de acero inoxidable, y separación entre aletas de 4 mm con capacidad frigorífica de 10,59 kW a una diferencia de temperatura de 10 °C. Incluye fijación mecánica sobre estructura soporte, conexión a red frigorífica existente, instalación eléctrica y conexionado al cuadro de control, pruebas de estanqueidad, verificación de presión, ajuste de ventiladores y comprobación de funcionamiento. i/p.p. de elementos de sujeción, medios auxiliares, pequeño material, limpieza y ajustes. Instalado según RITE, UNE-EN 378, y conforme a CTE. Con marcado CE y DdP conforme al Reglamento (UE) 305/2011.

Mano de obra
.....344,00
Resto de obra y materiales
.....2.624,00

TOTAL PARTIDA
.....2.968,00

07.03.03 **Condensador de 25 kW**

Montaje e instalación de condensador cúbico horizontal de haz tubular de 25 kW equipado con separadores internos que permiten la operación independiente de cada ventilador sobre su sección, y ventiladores axiales montados sobre rejillas metálicas de protección. Incluye fijación sobre bancada antivibratoria, conexionado a red frigorífica existente, instalación eléctrica de ventiladores, prueba de funcionamiento, verificación de presión, sellados y ajuste final. i/p.p. de anclajes, soportes, accesorios de fijación, medios auxiliares y pequeño material. Instalado según RITE, UNE-EN 378 y CTE. Con marcado CE y DdP según Reglamento (UE) 305/2011.

Mano de obra
.....344,00
Resto de obra y materiales
.....608,94

TOTAL PARTIDA
.....952,94

07.03.04 **Compresor de 29,42 kW**

Montaje e instalación de un compresor de tornillo abierto para refrigeración industrial, diseñado para operar con amoníaco (R-717) y una potencia de 40CV . Incluye conexión a líneas frigoríficas existentes, fijación mediante elementos de anclaje, montaje de válvulas de servicio para el control del flujo de refrigerante, carga de aceite adecuada, instalación de válvula de seguridad interna y conexionado eléctrico al cuadro de control existente y comprobación de alineación, pruebas de

CUADRO DE PRECIOS 2

BODEGA DE CAVA

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO

estanqueidad, verificación de presión y correcto funcionamiento. Se incluyen medios auxiliares, accesorios de fijación, sellados y ajustes finales. Instalado según RITE, UNE-EN 378 y conforme a los requisitos del CTE. Con marcado CE y DdP según el Reglamento (UE) 305/2011.

Mano de obra 344,00
Resto de obra y materiales 13.803,82

TOTAL PARTIDA 14.147,82

CAPÍTULO 08 Maquinaria del proceso productivo

08.01 ud Tractor con remolque

Adquisición de tractor compacto de 50 CV con remolque con capacidad para el transporte de 7 toneladas y medidad mínimas de caja de 0.6x0.397x0.180m

Resto de obra y materiales 32.000,00

TOTAL PARTIDA 32.000,00

08.02 ud Caja de vendimia

Adquisición y transporte a nave de caja de fruta de 600x397x180mm con capacidad de 36L de plástico HDPE.

Resto de obra y materiales 7,00

TOTAL PARTIDA 7,00

08.03 ud Báscula puente

Compra, transporte, instalación y conexión de una bácula electrónica, que permita el pesaje de hasta 10.000 kg y cumpla con las normas de seguridad pertinentes en criterios de funcionamiento y acabados. El concepto incluye el uso de una grúa ligera para su descarga y posicionado, sus accesorios complementarios de funcionamiento y los medios auxiliares a la instalación y conexión.

Mano de obra 86,00
Resto de obra y materiales 10.806,56

TOTAL PARTIDA 10.892,56

08.04 ud Sistema volteador de cajas y mesa de selección

Compra, transporte, instalación y conexión de un sistema volteador de cajas plásticas de vendimia con mesa de selección, que permita un rendimiento de 1.000 volteos/h cumplindo con los requisitos de salud y seguridad pertinentes en criterios de funcionamiento y acabados. El concepto incluye el uso de una grúa ligera para su descarga y posicionado, sus accesorios complementarios de funcionamiento y los medios auxiliares a la instalación y conexión.

Mano de obra 86,00
Resto de obra y materiales 12.947,76

TOTAL PARTIDA 13.033,76

08.05 ud Bomba de tornillo excéntrico

Compra y conexión de una bomba de tornillo excéntrico con tubo sanitario y compresión por ro-

CUADRO DE PRECIOS 2

BODEGA DE CAVA

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO

dillo que permita un bombeo de hasta 12.000 kg/h de uva u orujo cumpliendo con los requisitos de salud y seguridad pertinentes en criterios de funcionamiento y acabados. El concepto incluye sus accesorios complementarios de funcionamiento y los medios auxiliares de conexión.

Mano de obra 86,00
Resto de obra y materiales 4.340,56

TOTAL PARTIDA 4.426,56

08.06 ud Despalillador de árbol

Compra, transporte, instalación y conexión de una despalilladora de árbol de despalillado con dedos acabados en espátulas orientables, gran diámetro y alimentación superior, que permita un rendimiento de 15.000 kg/h cumplindo con los requisitos de salud y seguridad pertinentes en criterios de funcionamiento y acabados. El concepto incluye el uso de una grúa ligera para su descarga y posicionado, sus accesorios complementarios de funcionamiento y los medios auxiliares a la instalación y conexión.

Mano de obra 86,00
Resto de obra y materiales 15.428,16

TOTAL PARTIDA 15.514,16

08.07 ud Prensa neumática horizontal

Compra, transporte, instalación y conexión de una prensa neumática de membrana y tambor abierto, gran diámetro y alimentación superior, con capacidad de 9,5 toneladas de uva despalillada y que cumpla con los requisitos de salud y seguridad pertinentes en criterios de funcionamiento y acabados. El concepto incluye el uso de una grúa ligera para su descarga y posicionado, sus accesorios complementarios de funcionamiento y los medios auxiliares a la instalación y conexión.

Mano de obra 86,00
Resto de obra y materiales 27.098,76

TOTAL PARTIDA 27.184,76

CUADRO DE PRECIOS 2

BODEGA DE CAVA

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO

08.08 **ud** **Bomba peristáltica**

Compra y conexión de una bomba peristáltica con tubo sanitario y compresión por rodillo que permita un bombeo de hasta 12.000 L/h de most cumpliendo con los requisitos de salud y seguridad pertinentes en criterios de funcionamiento y acabados. El concepto incluye sus accesorios complementarios de funcionamiento y los medios auxiliares de conexión.

Mano de obra 86,00

Resto de obra y materiales 3.810,56

TOTAL PARTIDA 3.896,56

08.09 **ud** **Tanque de desfangado**

Compra, transporte, instalación y conexión de un depósito de fermentación y almacenamiento de fondo cónico, patas y boca autovaciante de acero inoxidable AISI 316 con capacidad para 6.000 L y cumplimiento de los requisitos de salud y seguridad pertinentes en criterios de funcionamiento y acabados. El concepto incluye el uso de una grúa ligera para su descarga y posicionado, sus accesorios complementarios de funcionamiento y los medios auxiliares a la instalación y conexión.

Mano de obra 86,00

Resto de obra y materiales 6.375,76

TOTAL PARTIDA 6.461,76

08.10 **ud** **Tanque de fermentación**

Compra, transporte, instalación y conexión de un depósito de fermentación y almacenamiento con fondo plano inclinado y patas AISI 316 con capacidad para 12.000 L y cumplimiento de los requisitos de salud y seguridad pertinentes en criterios de funcionamiento y acabados. El concepto incluye el uso de una grúa ligera para su descarga y posicionado, sus accesorios complementarios de funcionamiento y los medios auxiliares a la instalación y conexión.

Mano de obra 86,00

Resto de obra y materiales 9.025,76

TOTAL PARTIDA 9.111,76

08.11 **ud** **Tanque de estabilización**

Compra, transporte, instalación y conexión de un depósito isotérmico para estabilización con fondo cónico y patas AISI 316 con capacidad para 12.000 L y cumplimiento de los requisitos de salud y seguridad pertinentes en criterios de funcionamiento y acabados. El concepto incluye el uso de una grúa ligera para su descarga y posicionado, sus accesorios complementarios de funcionamiento y los medios auxiliares a la instalación y conexión.

Mano de obra 86,00

Resto de obra y materiales 9.386,16

TOTAL PARTIDA 9.472,16

08.12 **ud** **Filtro de placas**

Compra y conexión de un filtro de placas intercambiales de capacidad de 4.500 L/h con cumpliendo con los requisitos de salud y seguridad pertinentes en criterios de funcionamiento y acabados. El concepto incluye sus accesorios complementarios de funcionamiento y los medios auxiliares de conexión.

Mano de obra

CUADRO DE PRECIOS 2

BODEGA DE CAVA

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO

86,00
Resto de obra y materiales
.....22.318,16

TOTAL PARTIDA
.....22.404,16

08.13 **ud** **Enjuagadora de botellas**

Compra, transporte, instalación y conexión de un enjuagadora de botellas, que permita un rendimiento de 700 botellas/h cumplindo con los requisitos de salud y seguridad pertinentes en criterios de funcionamiento y acabados. El concepto incluye el uso de una grúa ligera para su descarga y posicionado, sus accesorios complementarios de funcionamiento y los medios auxiliares a la instalación y conexión.

Mano de obra
.....86,00
Resto de obra y materiales
.....22.318,16

TOTAL PARTIDA
.....22.404,16

08.14 **ud** **Embotelladora**

Compra, transporte, instalación y conexión de una embotelladora que permita un rendimiento de 700 botellas/h cumplindo con los requisitos de salud y seguridad pertinentes en criterios de funcionamiento y acabados. El concepto incluye el uso de una grúa ligera para su descarga y posicionado, sus accesorios complementarios de funcionamiento y los medios auxiliares a la instalación y conexión.

Mano de obra
.....86,00
Resto de obra y materiales
.....10.340,16

TOTAL PARTIDA
.....10.426,16

08.15 **ud** **Taponadora de tapón corona**

Compra, transporte, instalación y conexión de unataponadora de tapón corona que permita un rendimiento de 400 botellas/h cumplindo con los requisitos de salud y seguridad pertinentes en criterios de funcionamiento y acabados. El concepto incluye el uso de una grúa ligera para su descarga y posicionado, sus accesorios complementarios de funcionamiento y los medios auxiliares a la instalación y conexión.

Mano de obra
.....86,00
Resto de obra y materiales
.....598,76

TOTAL PARTIDA
.....684,76

08.16 **ud** **Jaulón de botellas**

Adquisición y transporte a nave de jaulón metálico de malla electrosoldada en acero galvanizado con capacidad para 442 botellas.

Resto de obra y materiales
.....277,00

TOTAL PARTIDA
.....277,00

08.17 **ud** **Pupitre de cava**

malla electrosoldada en acero galvanizado Adquisición y transporte a nave de pupitre de madera con capacidad para 120 botellas.

Resto de obra y materiales

CUADRO DE PRECIOS 2

BODEGA DE CAVA

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO

272,00

TOTAL PARTIDA
272,00

08.18 **ud** **Congelador de cuellos**

Compra, transporte, instalación y conexión de congeladro de cuellos de botella, que permita un rendimiento de 900 botellas/h cumplindo con los requisitos de salud y seguridad pertinentes en criterios de funcionamiento y acabados. El concepto incluye el uso de una grúa ligera para su descarga y posicionado, sus accesorios complementarios de funcionamiento y los medios auxiliares a la instalación y conexión.

Mano de obra
86,00
Resto de obra y materiales
6.958,76

TOTAL PARTIDA
7.044,76

08.19 **ud** **Monobloc de degüelle, dosificado y nivelado**

Compra, transporte, instalación y conexión de una monoobloc de degüelle, dosificado y nivelado, que permita un rendimiento de 150 botellas/h cumplindo con los requisitos de salud y seguridad pertinentes en criterios de funcionamiento y acabados. El concepto incluye el uso de una grúa ligera para su descarga y posicionado, sus accesorios complementarios de funcionamiento y los medios auxiliares a la instalación y conexión.

Mano de obra
86,00
Resto de obra y materiales
1.552,76

TOTAL PARTIDA
1.638,76

08.20 **ud** **Planta taponadora, capsuladora, bozaladora y etiquetadora**

Compra, transporte, instalación y conexión de una planta embotelladora, que permita un rendimiento de 900 botellas/h cumplindo con los requisitos de salud y seguridad pertinentes en criterios de funcionamiento y acabados. El concepto incluye el uso de una grúa ligera para su descarga y posicionado, sus accesorios complementarios de funcionamiento y los medios auxiliares a la instalación y conexión.

Mano de obra
86,00
Resto de obra y materiales
9.227,16

TOTAL PARTIDA
9.313,16

3. MEDICIONES

MEDICIONES

BODEGA DE CAVA

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
	CAPÍTULO 01 Movimiento de tierras						
01.01	**m2 Desbroce y limpieza del terreno**						
	Desbroce y limpieza superficial del terreno por medios mecánicos, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares. Según NTE-ADE.						
	Desbroce y limpieza de la parcela	1	90,00	59,00		5.310,00	
							5.310,00
01.02	**m3 Excavación pozos terrenos flojos c/medios mecánicos c/carga y tr**						
	Excavación en pozos en terrenos de consistencia floja, por medios mecánicos, con carga directa sobre camión basculante, incluso transporte de tierras a vertedero, a una distancia menor de 10 km., considerando ida y vuelta, incluso canon de vertedero y p.p. de medios auxiliares. Según CTE DB SE-C y NTE-ADZ.						
	Tipo 1	5	2,00	3,60	1,10	39,60	
	Tipo 2	5	1,60	2,80	1,10	24,64	
	Tipo 3	5	1,70	2,40	1,10	22,44	
	Tipo 4	6	1,40	1,80	1,10	16,63	
	Tipo 5	8	1,40	1,40	1,10	17,25	
							120,56
01.03	**m3 Excavación zanja terrenos flojos c/medios mecánicos c/carga y tr**						
	Excavación en zanjas, en terrenos de consistencia floja, por medios mecánicos, con carga directa sobre camión basculante, incluso transporte de tierras a vertedero, a una distancia menos de 10 km. considerando ida y vuelta, incluso canon de vertido y con p.p. de medios auxiliares. Según CTE DB SE-C y NTE-ADZ.						
	Vallado exterior este y oeste	1	59,00	0,40	0,50	11,80	
	Vallado exterior norte y sur	2	90,00	0,40	0,50	36,00	
	Viga de atado Tipo 1	4	3,00	0,40	0,50	2,40	
	Viga de atado Tipo 2	4	3,40	0,40	0,50	2,72	
	Viga de atado Tipo 3	6	3,30	0,40	0,50	3,96	
	Viga de atado Tipo 4	8	6,10	0,40	0,50	9,76	
	Viga de atado tipo 5	4	5,35	0,40	0,50	4,28	
	Viga de atado tipo 6	2	3,50	0,40	0,50	1,40	
	Viga de atado tipo 7	2	3,45	0,40	0,50	1,38	
							73,70
	CAPÍTULO 02 Urbanización						
	SUBCAPÍTULO 02.01 Vallado exterior						
02.01.01	**m3 Hormigón HA-25/P/20/XC1 Vertido manual**						
	Hormigón para armar en zapatas, riostras, vigas o zanjas de cimentación HA-25/B/20/XC1, elaborado en central, de resistencia característica a compresión 25 MPa (N/mm2), de consistencia blanda, tamaño máximo del árido de 20 mm, en elementos enterrados, o interiores sometidos a humedades relativas medias-altas (>65%) o a condensaciones, o elementos exteriores con alta precipitación. Totalmente realizado; i/p.p. de vertido por medios manuales, vibrado y colocado. Según Código Estructural, NTE-CSZ y CTE DB-SE-C. Componentes del hormigón con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según reglamento (UE) 305/2011.						
	Vallado exterior este y oeste	2	59,00	0,40	0,40	18,88	
	Vallado exterior norte y sur	2	90,00	0,40	0,40	28,80	
							47,68
02.01.02	**m MALLA SIMPLE TORSIÓN GALVANIZADA 40/14 h=1 m.**						
	Cercado de 1 m. de altura realizado con malla simple torsión galvanizada en caliente de trama 40/14 y postes de tubo de acero galvanizado por inmersión de 48 mm de diámetro, p.p. de postes de es-						

MEDICIONES

BODEGA DE CAVA

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD

quina, jabalcones, tornapuntas, tensores, grupillas y accesorios, montada i/replanteo y recibido de postes con hormigón HM-20/B/20/X0 o XC1 de central. Materiales con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.

Vallado exterior este y oeste	2	59,00			118,00
Vallado exterior norte y sur	2	90,00			180,00
Puerta corredera entrada y salida	-2	4,00			-8,00
					290,00

02.01.03 **m2 Fábrica bloque hormigón liso gris**

Fábrica de bloques huecos de hormigón gris estándar liso de 40x20x10 cm colocado a una cara vista, recibidos con mortero de cemento CEM II/B-M 32,5 N y arena de río M-5, rellenos de hormigón de 330 kg de cemento/m3 de dosificación y armadura según normativa, i/p.p. de formación de dinteles, zunchos, jambas, ejecución de encuentros y piezas especiales, llagueado, roturas, replanteo, nivelación, aplomado, limpieza y medios auxiliares, medida deduciendo huecos superiores a 2 m2. Conforme CTE DB-SE-F y NTE-FFB. Marcado CE obligatorio según Anexo ZA de la Norma Europea UNE-EN 771-3:2011+A1:2016. Materiales con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.

Vallado exterior este y oeste	2	59,00	0,60	70,80
Vallado exterior norte y sur	2	90,00	0,60	108,00
Puerta corredera entrada y salida	-2	4,00	0,60	-4,80
				174,00

02.01.04 **ud Puerta corredera 4x0,6 m**

Suministro y montaje de puerta corredera metálica manual para acceso a parcela, de aproximadamente 3,00 m de ancho libre por 0,60 m de altura, con estructura de acero galvanizado y pintura al horno en color negro, formada por bastidor tubular y relleno de malla electrosoldada o bastidor sencillo. Incluye guía inferior galvanizada, ruedas metálicas con rodamientos, perfil guía de carril, cerradura sencilla con llave, topes mecánicos, herrajes de fijación y todos los elementos necesarios para su correcto funcionamiento. Se incluye replanteo, montaje, nivelación, anclajes mecánicos al soporte existente (pilar, muro o valla metálica) y pruebas de funcionamiento. No incluye automatización ni cimentaciones.

	2	4,00	0,60	4,80
				4,80

SUBCAPÍTULO 02.02 Pavimentación exterior

02.02.01 **m2 Refino, nivelación y apisonado explanación**

Explanación, refino y nivelación de terrenos, por medios mecánicos, en terrenos limpiados superficialmente con máquinas, con p.p. de medios auxiliares. Según CTE DB SE-C y NTE-ADZ.

Desbroce y limpieza parcela	1	59,00	90,00	5.310,00
Huecos a deducir (nave)	-1	30,00	43,50	-1.305,00
				4.005,00

02.02.02 **m3 BASE DE ZAHORRA ARTIFICIAL**

Base de zahorra artificial, clasificada (husos ZA25 y ZA40) puesta en obra y compactada, medida sobre perfil. Conforme a ORDEN FOM/1382/2002-PG3-Art.510. Árido con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.

Limpieza y desbroce parcela	1	59,00	90,00	0,25	1.327,50
	-1	30,00	43,50	0,25	-326,25
					1.001,25

02.02.03 **m2 Solera hormigón HM-20/B/40/XC1**

Suministro y puesta en obra de hormigón en masa, vibrado, en soleras de 20 cm de espesor, con HM-20/B/40/XC1 (CEM-II) con árido procedente de cantera de tamaño máximo 40 mm y consistencia plástica.

MEDICIONES

BODEGA DE CAVA

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
	Desbroce y limpieza parcela	1	90,00	59,00		5.310,00	
	Huecos a deducir (nave)	-1	43,50	30,00		-1.305,00	
							555,21

02.02.04 **m Junta retracción solera**

Ejecución de junta de contracción con profundidad 1/3 solera. Mediante serrado mecánico del hormigón endurecido, incluso limpieza y sellado de junta con masilla bituminosa de aplicación en caliente o en frio. Conforme ORDEN FOM/1382/2002-PG3-Art. 550. Hormigón con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.

Pavimentación exterior	10	90,00		900,00
	3	59,00		177,00
Huecos a deducir (nave)	-5	43,50		-217,50
	-2	30,00		-60,00
				799,50

CAPÍTULO 03 Cimentación

03.01 **m3 Hormigón limpieza HM-25/P/30/XC2 Vertido grúa**

Hormigón en masa HM-25/B/20/XC2, elaborado en central para limpieza y nivelado de fondos de cimentación, incluso vertido con grúa, vibrado y colocación. Según Código Estructural y CTE DB-SE-C. Componentes del hormigón con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según reglamento (UE) 305/2011.

Zapata Tipo 1	5	2,30	2,80	0,10	3,22
Zapata Tipo 2	5	1,50	2,00	0,10	1,50
Zapata Tipo 3	5	1,60	1,60	0,10	1,28
Zapata Tipo 4	6	7,50	0,40	0,10	1,80
Zapata Tipo 5	8	4,55	0,40	0,10	1,46
Viga de atado Tipo 1	4	3,00	0,40	0,10	0,48
Viga de atado Tipo 2	4	3,40	0,40	0,10	0,54
Viga de atado Tipo 3	6	3,30	0,40	0,10	0,79
Viga de atado Tipo 4	8	6,10	0,40	0,10	1,95
Viga de atado Tipo 5	4	5,35	0,40	0,10	0,86
Viga de atado Tipo 6	2	3,50	0,40	0,10	0,28
Viga de atado Tipo 7	2	3,45	0,40	0,10	0,28
					14,44

03.02 **m3 Hormigón armado HA-25/P/30XC2 Vertido grúa**

Hormigón para armar en zapatas, riostras, vigas o zanjas de cimentación HA-25/P/30/XC2, elaborado en central, de resistencia característica a compresión 25 MPa (N/mm2), de consistencia blanda, tamaño máximo del árido de 20 mm, en elementos enterrados, o interiores sometidos a humedades relativas medias-altas (>65%) o a condensaciones, o elementos exteriores con alta precipitación. Totalmente realizado; i/p.p. de vertido por medio de grúa, vibrado y colocado. Según Código Estructural, NTE-CSZ y CTE DB-SE-C. Componentes del hormigón con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según reglamento (UE) 305/2011.

Zapata Tipo 1	5	2,30	2,80	1,00	32,20
Zapata Tipo 2	5	1,50	2,00	1,00	15,00
Zapata Tipo 3	5	1,60	1,60	1,00	12,80
Zapata Tipo 4	6	7,50	0,40	1,00	18,00
Zapata Tipo 5	8	4,55	0,40	1,00	14,56
Viga de atado Tipo 1	4	3,00	0,40	0,40	1,92
Viga de atado Tipo 2	4	3,40	0,40	0,40	2,18
Viga de atado Tipo 3	6	3,30	0,40	0,40	3,17
Viga de atado Tipo 4	8	6,10	0,40	0,40	7,81
Viga de atado Tipo 5	4	5,35	0,40	0,40	3,42
Viga de atado Tipo 6	2	3,50	0,40	0,10	0,28
Viga de atado Tipo 7	2	3,45	0,40	0,10	0,28
					14,44

MEDICIONES

BODEGA DE CAVA

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD

CAPÍTULO 04 Estructura

04.01 **kg Acero laminado S275 (UNE-EN 1025-2)**

Acero laminado S275 en perfiles laminados en caliente para vigas, pilares, zunchos y correas, mediante uniones soldadas; i/p.p. de soldaduras, cortes, piezas especiales, despuntes y dos manos de imprimación de minio de plomo, montada y colocada. Según UNE-EN 10025-1:2006, UNE-EN 1090-2:2019, NTE-EAE, CTE DB-SE-A y Código Estructural. Acero con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.

Medición de Cype I = kg					
HEB 240	1	6.715,05			6.715,05
HEB 300	1	5.266,96			5.266,96
IPE 300	1	3.692,60			3.692,60
IPE 360	1	4.420,37			4.420,37
IPE 400	1	11.202,51			11.202,51
RHS 100x50x5.0	1	942,55			942,55
RHS 200x100x4.0	1	540,20			540,20
RHS 200x100x8.0	1	343,46			343,46
R 20	1	523,16			523,16
					33.646,86

04.02 **m Correa chapa perfil tipo Z**

Correa realizada con chapa conformada en frío tipo Z, i/p.p. de despuntes y piezas especiales, colocada y montada. Según UNE-EN 10025-1:2006, UNE-EN 1090-2:2019, NTE-EAS, NTE-EAV, NTE-EAF, CTE DB-SE-A y Código Estructural. Acero con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.

Correas ZF-160X2.0	11	30,00			330,00
					330,00

04.03 **ud Placa anclaje Tipo 1: S275 550x550x20(mm);6 pernos D=25mm L=60cm**

Placa de anclaje de acero S275 en perfil plano, de dimensiones 350x400x15 mm. con cuatro garrotas de acero corrugado de 16 mm de diámetro y 35 cm de longitud total, soldadas, i/taladro central, colocada. Según UNE-EN 10025-1:2006, UNE-EN 1090-2:2019, CTE DB-SE-A y Código Estructural. Acero con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.

Zapatas tipo 1	10				10,00
					10,00

04.04 **ud Placa anclaje Tipo 2: S275 650x650x25(mm);8 pernos D=35mm L=75cm**

Placa de anclaje de acero S275 en perfil plano, de dimensiones 250x250x11 mm. con cuatro garrotas de acero corrugado de 10 mm de diámetro y 30 cm de longitud total, soldadas, i/taladro central, colocada. Según UNE-EN 10025-1:2006, UNE-EN 1090-2:2019, CTE DB-SE-A y Código Estructural. Acero con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.

Zapatas tipo 15	19				19,00
					19,00

CAPÍTULO 05 Cerramientos, particiones, albañilería y carpintería

SUBCAPÍTULO 05.01 Solados y pavimento industrial

05.01.01 **m2 Solera hormigón HA-25/P/30/XC2**

Solera de hormigón en masa de 25 cm. de espesor, realizada con hormigón HM-25 N/mm2, Tmáx.25 mm., elaborado en obra, i/vertido, colocación, p.p. de juntas, aserrado de las mismas y fratasado. Según Código Estructural, NTE-CCM, NTE-RSS y CTE DB-SE-C. Materiales con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento Europeo (UE) 305/2011.

Nave	1	43,50	30,00		1.305,00

MEDICIONES

BODEGA DE CAVA

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
							1.305,00
05.01.02	**m Junta retacción solera**						
	Ejecución de junta de contracción con profundidad 1/3 solera. Mediante serrado mecánico del hormigón endurecido, incluso limpieza y sellado de junta con masilla bituminosa de aplicación en caliente o en frio. Conforme ORDEN FOM/1382/2002-PG3-Art. 550. Hormigón con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.						
	Nave	4	30,00			120,00	
	Nave	7	43,50			304,50	
							424,50
05.01.03	**m2 Acabado pavimento poliuretano-cemento**						
	Pavimento continuo de 12 mm de espesor (doble capa) de resina epoxi aplicado sobre soporte de hormigón o mortero, para pavimentos industriales sometidos a altas exigencias mecánicas, térmicas y químicas. Colores estándar. No incluye preparación del soporte. Medido en superficie realmente ejecutada. Materiales con marcado CE y DdP conforme al Reglamento (UE) 305/2011.						
	Laboratorio y almacén de materias primas	1	3,40	5,00		17,00	
	Sala de procesado y embotellado	1	20,00	10,00		200,00	
	Almacén de material de envasado	1	8,10	12,20		98,82	
	Sala de rima y crianza	1	21,50	12,20		262,30	
	Sala de puesta en punta	1	13,30	29,80		396,34	
	Almacén de producto elaborado	1	6,90	14,20		97,98	
	Sala técnia de producción de frío	1	3,00	3,00		9,00	
	Sala de limpieza	1	2,00	3,60		7,20	
	Almacén de residuos	1	2,00	3,00		6,00	
	Baños y vestuarios	1	2,90	3,00		8,70	
	Comedor y sala de descanso	1	3,00	3,80		11,40	
	Pasillo 1	1	29,80	3,00		89,40	
	Pasillo 2	1	8,50	2,00		17,00	
							1.221,14
	SUBCAPÍTULO 05.02 Cerramiento exterior y cubierta						
05.02.01	**m2 Panel Sándwich 3 grecas (e = 50 mm)**						
	Suministro y colocación de panel sándwich para cubierta, de 50 mm de espesor, formado por dos chapas de acero galvanizado prelacado con tres grecas y núcleo de espuma rígida de poliuretano (PUR). Fijación mecánica con tornillería vista sobre correas, solape lateral y sellado con cinta de butilo. Conforme a UNE-EN 14509:2014. Incluye instalación, herrajes y medios auxiliares. Medido por m² ejecutado.						
	Faldón izquierda	1	30,00	15,00		450,00	
	Faldón derecha	1	30,00	28,50		855,00	
							1.305,00
05.02.02	**m2 Paneles prefabricados de hormigón con aislamiento térmico**						
	Panel prefabricado de cerramiento de hormigón armado, de 12 cm de espesor total, formado por dos planchas de 4 cm de espesor de hormigón con aislamiento térmico intermedio de poliestireno expandido (k = 0,0466 W/m·K) de 4 cm de espesor, acabado liso en color gris. Peso aproximado 200 kg/m². Instalado sobre estructura metálica mediante fijaciones mecánicas adaptadas a perfiles HEB-300 y HEB-240, con apoyo sobre perfiles angulares galvanizados donde sea necesario. Inclu-						

MEDICIONES

BODEGA DE CAVA

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD

ye sellado de juntas con masilla elástica, uso de grúa para colocación, apeos temporales, limpieza final y medios auxiliares necesarios. Medido en m² realmente ejecutado. Material con marcado CE conforme UNE-EN 14992:2008+A1:2012 y conforme a las exigencias del CTE.

Paredes este y oeste	2	30,00	6,00	360,00	
Paredes norte y sur	2	43,50	6,00	522,00	
Huecos a deducir (ventanas)	-2	3,00	1,50	-9,00	
	-5	1,50	1,50	-11,25	
Huecos a deducir nave (puertas)	-2	1,90	2,20	-8,36	
	-2	2,00	3,00	-12,00	
					841,39

SUBCAPÍTULO 05.03 Particiones interiores y albañilería

05.03.01 m2 Fabrica bloque de hormigón liso gris 20x20x40 cm

Fábrica de bloques huecos de hormigón gris estándar liso de 40x20x20 cm colocado a una cara vista, recibidos con mortero de cemento CEM II/B-M 32,5 N y arena de río M-5, rellenos de hormigón de 330 kg de cemento/m3 de dosificación y armadura según normativa, i/p.p. de formación de dinteles, zunchos, jambas, ejecución de encuentros y piezas especiales, llagueado, roturas, replanteo, nivelación, aplomado, limpieza y medios auxiliares, medida deduciendo huecos superiores a 2 m2. Conforme CTE DB-SE-F y NTE-FFB. Marcado CE obligatorio según Anexo ZA de la Norma Europea UNE-EN 771-3:2011+A1:2016. Materiales con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.

Laboratorio y almacén de materias primas pared N	1	5,00	2,50	12,50
Laboratorio y almacén de mataerias primas pared E	1	3,50	2,50	8,75
Almacén de material de envasado pared E	1	12,50	6,00	75,00
Almacén de material de envasado pared S	1	8,50	6,00	51,00
Sala de rima y crianza pared S	1	22,00	4,00	88,00
Sala de puesta en punta pared O	1	29,80	4,50	134,10
Almacén de producto elaborado pared N	1	14,20	4,50	63,90
Almacén de producto elaborado pared O	1	14,20	4,50	63,90
Sala técnia de producción de frío pared N	1	3,00	2,50	7,50
Sala técnia de producción de frío pared S	1	3,00	2,50	7,50
Sala técnia de producción de frío pared O	1	3,00	2,50	7,50
Sala de limpieza pared S	1	3,60	2,50	9,00
Sala de limpieza pared E	1	3,60	2,50	9,00
Almacén de residuos pared N	1	3,00	2,50	7,50
Almacén de residuos pared E	1	3,00	2,50	7,50
Baños y vestuarios pared N	1	3,00	2,50	7,50
Baños y vestuarios pared E	1	3,00	2,50	7,50
Comedor y sala de descanso pared N	1	3,80	2,50	9,50
Comedor y sala de descanso pared S	1	3,80	2,50	9,50
				586,65

05.03.02 m2 Enfoscado maestrado-fratasado CSIII-WI vertical

Enfoscado maestreado y fratasado con mortero CSIII-W1 de cemento CEM II/B-P 32,5 N y arena de río M-5, en paramentos verticales de 20 mm de espesor, i/regleado, sacado de aristas y rincones con maestras cada 3 m, i/p.p. de medios auxiliares, según NTE-RPE-07 y UNE-EN 998-1:2018, medido deduciendo huecos. Mortero con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.

Laboratorio y almacén de materias primas pared N	1	5,00	2,50	12,50
Laboratorio y almacén de mataerias	1	3,50	2,50	8,75

MEDICIONES

BODEGA DE CAVA

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
	primas pared E						
	Almacén de material de envasado pared E	1		12,50	6,00	75,00	
	Almacén de material de envasado pared S	1		8,50	6,00	51,00	
	Sala de rima y crianza pared S	1		22,00	4,00	88,00	
	Sala de puesta en punta pared O	1		29,80	4,50	134,10	
	Almacén de producto elaborado pared N	1		14,20	4,50	63,90	
	Almacén de producto elaborado pared O	1		14,20	4,50	63,90	
	Sala técnia de producción de frío pared N	1		3,00	2,50	7,50	
	Sala técnia de producción de frío pared 2	1		3,00	2,50	7,50	
	Sala técnia de producción de frío pared O	1		3,00	2,50	7,50	
	Sala de limpieza pared S	1		3,60	2,50	9,00	
	Sala de limpieza pared E	1		3,60	2,50	9,00	
	Almacén de residuos pared N	1		3,00	2,50	7,50	
	Almacén de residuos pared E	1		3,00	2,50	7,50	
	Baños y vestuarios pared N	1		3,00	2,50	7,50	
	Baños y vestuarios pared E	1		3,00	2,50	7,50	
	Comedor y sala de descanso pared N	1		3,80	2,50	9,50	
	Comedor y sala de descanso pared S	1		3,80	2,50	9,50	
							586,65
05.03.03	**m2 Panel macizo de PVC higiénico**						
	Suministro y colocación de panel macizo de PVC, blanco, grado alimentario, de 24 mm de espesor, instalado sobre rastreles de aluminio anclados a paramentos verticales de bloques, hormigón prefabricado o pilares metálicos. Fijación mecánica mediante tornillería inoxidable. Sellado de juntas con tapetas de PVC macizo del mismo color.						
	Sala de pupitres pared N	1	13,30		3,15	41,90	
	Sala de pupitres pared S	1	13,30		3,15	41,90	
	Sala de pupitres pared E	1	29,80		3,15	93,87	
	Sala de pupitres pared O	1	29,80		3,15	93,87	
	Sala de crianza pared N	1	21,50		4,00	86,00	
	Sala de crianza pared S	1	21,50		4,00	86,00	
	Sala de crianza pared E	1	12,20		4,00	48,80	
	Sala de crianza pared O	1	12,20		4,00	48,80	
	Slala de procesado pared E	1	14,40		5,00	72,00	
	Sala de procesado pared S	1	14,00		5,00	70,00	
							683,14
05.03.04	**m2 Alicatado azulejo blanco 30x60 cm. Recibido adhesivo**						
	Alicatado en parametro vertical interior con azulejo blanco de 30x60 cm., colocado a línea, recibido con adhesivo, sin incluir enfoscado de mortero, p.p. de cortes, ingletes, piezas especiales, rejuntado con adhesivo, medido deduciendo huecos superiores a 1 m2. Según NTE-RPA-4. Materiales con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.						
	Baños y vestuario pared 1 y 2	2	5,90		2,50	29,50	
	Baños y vestuario pared 3 y 4	2	2,00		2,50	10,00	
							39,50
05.03.05	**m2 Falso techo suspendido con estructura metálica**						
	Falso techo continuo de placas de yeso laminado estándar (Tipo A según UNE-EN 520:2005+A1:2010) de 595x595 mm, recubiertas en su cara vista con lámina vinílica blanca, apoyadas sobre una estructura de perfiles de chapa de acero galvanizado (según UNE-EN 14195:2015), a base de maestras primarias en T invertida separadas entre ejes de 1200 mm, y suspendidas del forjado mediante cuelgues con varilla roscada colocados entre 700-1200 mm. Las maestras secundarias se fijan perpendicularmente a las primarias, formando una retícula de 600x600 mm. Totalmente						

MEDICIONES

BODEGA DE CAVA

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD

terminado, con acabado liso vinílico, de fácil limpieza, desmontable para mantenimiento, sin necesidad de imprimación, revestimiento o pintura; i/p.p. de placas vinílicas, estructura portante, cuelgues, tornillería, medios auxiliares y limpieza (excepto elevación y transporte). Conforme a UNE 102043:2013 y recomendaciones ATEDY. Materiales con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.

Laboratorio y almacén de materias primas	1	3,40	5,00		17,00
Sala técnia de producción de frío	1	3,00	3,00		9,00
Sala de limpieza	1	2,00	3,60		7,20
Almacén de residuos	1	2,00	3,00		6,00
Baños y vestuarios	1	2,90	3,00		8,70
Comedor y sala de descanso	1	3,00	3,80		11,40

59,30

05.03.06 **m2 Falso techo de panel sándwich**

Falso techo continuo de panel sádwich de aluminio de 1x0.5 m con aislante de espuma de poliuretano de espesor 50mm, suspendido sobre una estructura metálica de acero galvanizado de maestra 60/27 mm e instalado sobre perfilería de rastreles soporte mediante varillas roscadas y piezas de cuelgue para su nivelado. Totalmente acabado, i/p.p. de elementos de remate, accesorios de fijación y medios auxiliares. Totalmente instalado y terminado según CTE DB_HE Y CTE DB-SI con materiales con marcado CE y DbP.

Sala de rima y crianza	1	21,50	12,20		262,30
Sala de puesta en punta	1	13,30	29,80		396,34

658,64

SUBCAPÍTULO 05.04 Carpintería interior y exterior

05.04.01 **ud Ventana doble acristalamiento estándar apertura fija 3x1,5 m**

Carpintería de perfiles de PVC, con refuerzos interiores de acero galvanizado, en ventanales fijos para cerramientos en general, para acristalar, compuesta por, junquillos y accesorios, instalada, incluso con p.p. de medios auxiliares. Sellado de juntas ajuste final en obra y limpieza. Conforme a CTE DB-SUA, DB-HE y DB-HS, ejecutado según NTE-FCP y con materiales con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011, norma UNE-EN 14351-1:2006+A2:2017.

Procesado	2				2,00

2,00

05.04.02 **ud Ventana doble acristalamiento estándar corredera 1,5x1,5m**

Ventana de perfiles de PVC, con refuerzos interiores de acero galvanizado, de 2 hojas correderas horizontales, de 1,5x1,5 m de medidas totales, compuesta por cerco, hojas y herrajes bicromatados para deslizamiento suave y sistemas de seguridad, instalada sobre precerco de aluminio y ajustada, incluso con p.p. de medios auxiliares. Sellado de juntas, ajuste final en obra y limpieza. Conforme a CTE DB-SUA, DB-HE y DB-HS, ejecutado según NTE-FCP y con materiales con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011, norma UNE-EN 14351-1:2006+A2:2017.

Laboratorio	1				1,00
Sala de descanso	1				1,00
Baños	1				1,00

3,00

05.04.03 **ud Puerta corredera de hoja vista de aluminio lacado blanco 1,9x2,2**

Suministro y montaje de puerta corredera de hoja vista sin rotura de puente térmico, de 2 hojas, de aluminio lacado blanco de 60 micras, de 1,9x2,2 m de medidas totales. Cada hoja con bastidor de perfil estructural de aluminio, revestida en ambas caras con chapa de acero galvanizado de 0,6 mm de espesor y espesor total de hoja de 40 mm. Con marco perimetral de aluminio extrusionado acabado lacado y doble burlete perimetral sobre soporte de PVC. Compuesta por cerco, hojas y herra-

MEDICIONES

BODEGA DE CAVA

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD

jes de deslizamiento y de seguridad. Elaborada en taller, totalmente montada y probada por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio. Permeabilidad al aire según Norma UNE-EN 12207:2017 – CLASE 3; estanqueidad al agua según Norma UNE-EN 12208:2000 – CLASE 5A; resistencia al viento según Norma UNE-EN 12210:2017 – CLASE C3. Instalada sobre precerco de aluminio. Sellado de juntas, ajuste final en obra y limpieza. Conforme a CTE DB-SUA, DB-HE y DB-HS, ejecutado según NTE-FCP y con materiales con marcado CE y DdP según Reglamento (UE) 305/2011, norma UNE-EN 14351-1:2006+A2:2017.

			2			2,00	
							2,00
05.04.04	**ud Puerta corredera de hoja vista de aluminio lacado blanco 2x3**						
	Suministro y montaje de puerta corredera de hoja vista sin rotura de puente térmico, de 2 hojas, de aluminio lacado blanco de 60 micras, de 2x3 m de medidas totales. Cada hoja con bastidor de perfil estructural de aluminio, revestida en ambas caras con chapa de acero galvanizado de 0,6 mm de espesor y espesor total de hoja de 40 mm. Con marco perimetral de aluminio extrusionado acabado lacado y doble burlete perimetral sobre soporte de PVC. Compuesta por cerco, hojas y herrajes de deslizamiento y de seguridad. Elaborada en taller, totalmente montada y probada por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio. Permeabilidad al aire según Norma UNE-EN 12207:2017 – CLASE 3; estanqueidad al agua según Norma UNE-EN 12208:2000 – CLASE 5A; resistencia al viento según Norma UNE-EN 12210:2017 – CLASE C3. Instalada sobre precerco de aluminio. Sellado de juntas, ajuste final en obra y limpieza. Conforme a CTE DB-SUA, DB-HE y DB-HS, ejecutado según NTE-FCP y con materiales con marcado CE y DdP según Reglamento (UE) 305/2011, norma UNE-EN 14351-1:2006+A2:2017.						
			2			2,00	
							2,00

SUBCAPÍTULO 05.05 Aparatos sanitarios

05.05.01	**ud Lavabo 65x46 cm C/Pedestal gama media blanco grifería monomando**						
	Lavabo de porcelana vitrificada blanco, de 65x46 cm, gama media, colocado con pedestal y con anclajes a la pared; conforme UNE-EN 14688:2016+A1:2019. Grifería monomando cromada, con rompechorros; conforme UNE 19703:2016 y UNE-EN 200:2008. Válvula de desagüe de 32 mm, acoplamiento a pared acodado de PVC, llaves de escuadra de 1/2" cromadas, latiguillos flexibles de 1/2". Totalmente instalado y conexionado, i/p.p. de pequeño material y medios auxiliares. Lavabo con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.						
	Baño visitas		1			1,00	
	Baños y vestuarios personal		2			2,00	
							3,00
05.05.02	**ud Lavamanos mural acero inoxidable con mando femoral**						
	Suministro e instalación de lavamanos mural fabricado en acero inoxidable 400×335×600 mm, con faldón frontal y cubeta embutida, provisto de grifo de accionamiento femoral (por rodilla), para instalación en pared. Incluye válvula de desagüe de 32 mm con cadena, válvula de escuadra de ½", latiguillos flexibles de conexión, fijaciones mecánicas, sellado de juntas, y puesta en servicio. Instalado según las especificaciones del fabricante y normativa técnica vigente, especialmente conforme al CTE DB-HS (Salubridad) y DB-SUA (Seguridad de utilización y accesibilidad). Material con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según el Reglamento (UE) nº 305/2011.						
	Procesado		1			1,00	
							1,00
05.05.03	**ud Fregadero acero inoxidable 93x61 cm**						
	Suministro e instalación de fregadero industrial fabricado en acero inoxidable, de una cubeta, con dimensiones 93×61 cm, profundidad de la pila 40 cm y altura total 100 cm. Incluye válvula de desagüe, sifón sanitario, estructura con patas regulables y refuerzos para soporte, apto para uso alimentario en industria. Instalado con grifería monomando mural cromada, incluso fijaciones, sellado de jun-						

MEDICIONES

BODEGA DE CAVA

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD

tas, y puesta en servicio.
Cumple con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) nº 305/2011, y normativa sanitaria vigente para industrias alimentarias.

	Procesado	1				1,00
						1,00

05.05.04 **ud Inodoro tanque bajo serie básica blanco**

Inodoro de tanque bajo de montaje adosado a pared, fabricado en porcelana vitrificada conforme a UNE-EN 997:2019, de gama básica en color blanco. Dispone de asiento y tapa lacados con bisagras de acero inoxidable y mecanismo doble descarga. Totalmente instalado, conectado y funcionando; i/p.p. de anclajes al pavimento, sellados, llave de escuadra y latiguillo flexible cromados, pequeño material y medios auxiliares. Inodoro con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.

	Baño visitas	1				1,00
	Baño y vestuario personal	2				2,00
						3,00

05.05.05 **ud Plato ducha porcelana 100x100 cm Blanco grifería monomando**

Plato de ducha de porcelana, cuadrado, de 100x100x8 cm, en color blanco; conforme norma UNE-EN 14527:2016+A1:2019. Grifería mezcladora exterior monomando, acabado cromado, con ducha de mano flexible de 1,50 m y soporte articulado; conforme UNE 19703:2016 y UNE-EN 200:2008. Totalmente instalada y conexionada, i/desagüe con salida horizontal de 60 mm, p.p. de pequeño material y medios auxiliares. Plato de ducha con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.

	Baño y vestuario personal	2				2,00
						2,00

SUBCAPÍTULO 05.06 Pinturas

05.06.01 **m2 Pintura plástica**

Pintura pástica, aplicada en dos manos, sobre paramentos interiores de bloques o paneles de hormigón, previamente enyesados con reboco fino. Incluye lijado y limpieza previa, mano de imprimación , emplastecido con masilla especial y lijado de parches para un acabado liso y uniforme. En pilares de acero, limpieza y aplicación de imprimación anticorrosiva antes de la pintura. Productos con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.

Paredes este y oeste	2	6,00		12,00
Paredes norte y sur	2	6,00		12,00
Huecos a reducir (ventanas)	-2	1,50		-3,00
	-5	1,50		-7,50
Huecos a reducir nave (puertas)	2	2,20		4,40
	2	3,00		6,00
				23,90

SUBCAPÍTULO 05.07 Cámara de refrigeración de uva

05.07.01 **m2 Panel sándwich suelo EPS e = 50 mm**

Suministro y montaje de suelo de cámara frigorífica formado por panel sándwich de 50 mm de espesor, compuesto por núcleo de espuma rígida de poliestireno expandido, conductividad térmica 0,021 W/m·K, y doble revestimiento en chapa de acero galvanizado prelacado (espesor 0,5 mm). Según CTE DB-HE y DB-HS. Marcado CE y Declaración de Prestaciones conforme a Reglamento (UE) 305/2011.

1	1	1,00	4,50	5,00	22,50
					22,50

MEDICIONES

BODEGA DE CAVA

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
05.07.02	**ud Puerta corredera frigorífica para temperatura positiva**						
	Suministro y montaje de puerta corredera frigorífica para uso interior, para temperatura positiva, compuesta por: hoja de 70 mm de espesor con núcleo de poliuretano inyectado, acabado en chapa plastificada blanca (opcional en acero inoxidable), borde perimetral en perfil de aluminio. Sistema de deslizamiento mediante guías superiores de aluminio anodizado con tapa, con poleas y soportes de tecnopolímero, adecuada para hojas de tamaño pequeño o mediano. Incluye manilla con sistema de apertura interior y exterior mediante palancas y cerradero antirrotura. Marco en forma de "L" de PVC (140×45 mm), con módulos adicionales de ajuste a grosor de panel. Contramarco en PVC (opcionalmente en aluminio). Sin umbral inferior (opcional rasante). Dimensiones máximas de paso libre: 220×330 cm. Totalmente instalada sobre estructura soporte, incluyendo herrajes, medios auxiliares de montaje, sellado perimetral y limpieza final. Conforme a CTE DB-SI y DB-HE, ejecutado según recomendaciones del fabricante y normativa aplicable. Materiales con marcado CE y DdP (Declaración de Prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.						
	Cámara maduración	1				1,00	
							1,00
05.07.03	**m2 Panel sándwich paredes EPS y techo e = 75 mm**						
	Cerramiento vertical formado por panel sándwich compuesto por dos láminas de acero galvanizado de 0,5 mm de espesor, con núcleo aislante de espuma de poliestireno expandido de 75 mm de espesor (k = 0,021 W/m·K). Panel diseñado para uso en paredes de cámara frigorífica, instalado sobre estructura auxiliar metálica (perfiles L y T galvanizados de 1,5 mm), fijado mediante pies angulares galvanizados y tornillería, incluyendo elementos de fijación, solapes, tapajuntas, juntas de estanqueidad y medios auxiliares. Medido en verdadera magnitud, deduciendo huecos mayores de 1 m². Cumple con el Reglamento (UE) 305/2011 y marcado CE.						
	Techo	1		4,50	5,00	22,50	
	Cara norte y sur	2	4,50		3,00	27,00	
	Cara oeste y este	2	5,00		3,00	30,00	
							79,50
	SUBCAPÍTULO 05.08 Aislamiento salas climatizadas						
05.08.01	**m2 Sala de crianza**						
							1,00
05.08.02	**m2 Sala de pupitres**						
							1,00
	CAPÍTULO 06 Instalaciones básicas						
	SUBCAPÍTULO 06.01 Instalación eléctrica						
06.01.01	**Caja general de protecciom y acometida**						
							1,00
06.01.02	**Instalación fuerza**						
							1,00
06.01.03	**Iluminación**						
							1,00
	SUBCAPÍTULO 06.02 Abastecimiento de agua						
06.02.01	**Acometida**						
							1,00

MEDICIONES

BODEGA DE CAVA

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
06.02.02	**Instalación interior**						
							1,00
	SUBCAPÍTULO 06.03 Saneamiento						
06.03.01	**ud Instalacion de sanemiento**						
							1,00
	SUBCAPÍTULO 06.04 Evacuación aguas pluviales						
06.04.01	**m CANALÓN PVC CIRCULAR DESARROLLO 125 mm**						
	Canalón de PVC circular, de 125 mm de desarrollo, fijado mediante gafas de sujeción al alero, con una pendiente mínima de 0,5%; conforme UNE-EN 607:2006 y UNE-CEN/TS 12200-2:2017. Totalmente instalado, conexionado y probado, i/p.p. de piezas especiales y remates, pequeño material y medios auxiliares. Conforme a CTE DB-HS-5. Materiales con marcado CE y DdP (Declaración de Prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.						
		2	26,20			52,40	
							2,00
06.04.02	**m BAJANTE PVC PLUVIALES 75 mm.**						
	Bajante de PVC de pluviales, de 75 mm de diámetro, con sistema de unión por junta elástica, colocada con abrazaderas metálicas; conforme UNE-EN 607:2006 y UNE-CEN/TS 12200-2:2017. Totalmente instalado, conexionado y probado, i/p.p. de piezas especiales y remates, pequeño material y medios auxiliares. Conforme a CTE DB-HS-5. Materiales con marcado CE y DdP (Declaración de Prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.						
		8	5,00			40,00	
							40,00
	CAPÍTULO 07 Instalación de frío						
	SUBCAPÍTULO 07.01 Cámara frigorífica						
07.01.01	**Evaporador de 28,8kW**						
	Montaje e instalación de uvaporador cúbico industrial de flujo simple de amoniaco, con carcasa en aluminio lacado blanco, tornillería de acero inoxidable, y separación entre aletas de 4 mm con capacidad frigorífica de 28,8 kW a una diferencia de temperatura de 8 °C. Incluye fijación mecánica sobre estructura soporte, conexión a red frigorífica existente, instalación eléctrica y conexionado al cuadro de control, pruebas de estanqueidad, verificación de presión, ajuste de ventiladores y comprobación de funcionamiento. i/p.p. de elementos de sujeción, medios auxiliares, pequeño material, limpieza y ajustes. Instalado según RITE, UNE-EN 378, y conforme a CTE. Con marcado CE y DdP conforme al Reglamento (UE) 305/2011.						
							1,00
07.01.02	**Condensador de 25 kW**						
	Montaje e instalación de condensador cúbico horizontal de haz tubular de 25 kW equipado con separadores internos que permiten la operación independiente de cada ventilador sobre su sección, y ventiladores axiales montados sobre rejillas metálicas de protección. Incluye fijación sobre bancada antivibratoria, conexionado a red frigorífica existente, instalación eléctrica de ventiladores, prueba de funcionamiento, verificación de presión, sellados y ajuste final. i/p.p. de anclajes, soportes, accesorios de fijación, medios auxiliares y pequeño material. Instalado según RITE, UNE-EN 378 y CTE. Con marcado CE y DdP según Reglamento (UE) 305/2011.						
							1,00
07.01.03	**Compresor de tornillo abierto 29,42 kW**						
	Montaje e instalación de un compresor de tornillo abierto para refrigeración industrial, diseñado para operar con amoníaco (R-717) y una potencia de 40CV . Incluye conexión a líneas frigoríficas exis-						

MEDICIONES

BODEGA DE CAVA

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD

tentes, fijación mediante elementos de anclaje, montaje de válvulas de servicio para el control del flujo de refrigerante, carga de aceite adecuada, instalación de válvula de seguridad interna y conexionado eléctrico al cuadro de control existente y comprobación de alineación, pruebas de estanqueidad, verificación de presión y correcto funcionamiento. Se incluyen medios auxiliares, accesorios de fijación, sellados y ajustes finales. Instalado según RITE, UNE-EN 378 y conforme a los requisitos del CTE. Con marcado CE y DdP según el Reglamento (UE) 305/2011.

1,00

SUBCAPÍTULO 07.02 Estación de producción de glicol

07.02.01 **Equipo de producción de glicol de 38,7 kW**

Aquisición, montaje e instalación de un equipo de frío que funciona como un generador de agua glicolada a baja temperatura mediante el uso de refrigerante R-404A, con potencia frigorífica de 38,7 kW. Incluye tanque acumulador, uso de una grúa ligera para su descarga y posicionado, montaje sobre bancada antivibratoria, conexión hidráulica y eléctrica, pruebas de funcionamiento, puesta en marcha, y documentación técnica conforme a normativa vigente (RITE, UNE-EN 378, marcado CE y DdP según Reglamento UE 305/2011).

		1				1,00	

1,00

SUBCAPÍTULO 07.03 Salas climatizadas

07.03.01 **Evaporador de 5,2 kW**

Montaje e instalación de uvaporador cúbico industrial de flujo simple de amoniaco, con carcasa en aluminio lacado blanco, tornillería de acero inoxidable, y separación entre aletas de 4 mm con capacidad frigorífica de 5,2 kW a una diferencia de temperatura de 10 °C. Incluye fijación mecánica sobre estructura soporte, conexión a red frigorífica existente, instalación eléctrica y conexionado al cuadro de control, pruebas de estanqueidad, verificación de presión, ajuste de ventiladores y comprobación de funcionamiento. i/p.p. de elementos de sujeción, medios auxiliares, pequeño material, limpieza y ajustes. Instalado según RITE, UNE-EN 378, y conforme a CTE. Con marcado CE y DdP conforme al Reglamento (UE) 305/2011.

		2				2,00	

2,00

07.03.02 **Evaporador de 10,59 kW**

Montaje e instalación de uvaporador cúbico industrial de flujo simple de amoniaco, con carcasa en aluminio lacado blanco, tornillería de acero inoxidable, y separación entre aletas de 4 mm con capacidad frigorífica de 10,59 kW a una diferencia de temperatura de 10 °C. Incluye fijación mecánica sobre estructura soporte, conexión a red frigorífica existente, instalación eléctrica y conexionado al cuadro de control, pruebas de estanqueidad, verificación de presión, ajuste de ventiladores y comprobación de funcionamiento. i/p.p. de elementos de sujeción, medios auxiliares, pequeño material, limpieza y ajustes. Instalado según RITE, UNE-EN 378, y conforme a CTE. Con marcado CE y DdP conforme al Reglamento (UE) 305/2011.

		2				2,00	

2,00

07.03.03 **Condensador de 25 kW**

Montaje e instalación de condensador cúbico horizontal de haz tubular de 25 kW equipado con separadores internos que permiten la operación independiente de cada ventilador sobre su sección, y ventiladores axiales montados sobre rejillas metálicas de protección. Incluye fijación sobre bancada antivibratoria, conexionado a red frigorífica existente, instalación eléctrica de ventiladores, prueba de funcionamiento, verificación de presión, sellados y ajuste final. i/p.p. de anclajes, soportes, accesorios de fijación, medios auxiliares y pequeño material. Instalado según RITE, UNE-EN 378 y CTE. Con marcado CE y DdP según Reglamento (UE) 305/2011.

		1				1,00	

MEDICIONES

BODEGA DE CAVA

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
							1,00
07.03.04	**Compresor de 29,42 kW**						
	Montaje e instalación de un compresor de tornillo abierto para refrigeración industrial, diseñado para operar con amoníaco (R-717) y una potencia de 40CV . Incluye conexión a líneas frigoríficas existentes, fijación mediante elementos de anclaje, montaje de válvulas de servicio para el control del flujo de refrigerante, carga de aceite adecuada, instalación de válvula de seguridad interna y conexionado eléctrico al cuadro de control existente y comprobación de alineación, pruebas de estanqueidad, verificación de presión y correcto funcionamiento. Se incluyen medios auxiliares, accesorios de fijación, sellados y ajustes finales. Instalado según RITE, UNE-EN 378 y conforme a los requisitos del CTE. Con marcado CE y DdP según el Reglamento (UE) 305/2011.						
			1			1,00	
							1,00
	CAPÍTULO 08 Maquinaria del proceso productivo						
08.01	**ud Tractor con remolque**						
	Adquisición de tractor compacto de 50 CV con remolque con capacidad para el transporte de 7 toneladas y medidad mínimas de caja de 0.6x0.397x0.180m						
							2,00
08.02	**ud Caja de vendimia**						
	Adquisición y transporte a nave de caja de fruta de 600x397x180mm con capacidad de 36L de plástico HDPE.						
							396,00
08.03	**ud Báscula puente**						
	Compra, transporte, instalación y conexión de una bácula electrónica, que permita el pesaje de hasta 10.000 kg y cumpla con las normas de seguridad pertinentes en criterios de funcionamiento y acabados. El concepto incluye el uso de una grúa ligera para su descarga y posicionado, sus accesorios complementarios de funcionamiento y los medios auxiliares a la instalación y conexión.						
							1,00
08.04	**ud Sistema volteador de cajas y mesa de selección**						
	Compra, transporte, instalación y conexión de un sistema volteador de cajas plásticas de vendimia con mesa de selección, que permita un rendimiento de 1.000 volteos/h cumplindo con los requisitos de salud y seguridad pertinentes en criterios de funcionamiento y acabados. El concepto incluye el uso de una grúa ligera para su descarga y posicionado, sus accesorios complementarios de funcionamiento y los medios auxiliares a la instalación y conexión.						
							1,00
08.05	**ud Bomba de tornillo excéntrico**						
	Compra y conexión de una bomba de tornillo excéntrico con tubo sanitario y compresión por rodillo que permita un bombeo de hasta 12.000 kg/h de uva u orujo cumpliendo con los requisitos de salud y seguridad pertinentes en criterios de funcionamiento y acabados. El concepto incluye sus accesorios complementarios de funcionamiento y los medios auxiliares de conexión.						
							1,00
08.06	**ud Despalillador de árbol**						
	Compra, transporte, instalación y conexión de una despalilladora de árbol de despalillado con dedos acabados en espátulas orientables, gran diámetro y alimentación superior, que permita un rendimiento de 15.000 kg/h cumplindo con los requisitos de salud y seguridad pertinentes en criterios de funciona-						

MEDICIONES

BODEGA DE CAVA

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD

miento y acabados. El concepto incluye el uso de una grúa ligera para su descarga y posicionado, sus accesorios complementarios de funcionamiento y los medios auxiliares a la instalación y conexión.

1,00

08.07 **ud Prensa neumática horizontal**

Compra, transporte, instalación y conexión de una prensa neumática de membrana y tambor abierto, gran diámetro y alimentación superior, con capacidad de 9,5 toneladas de uva despalillada y que cumpla con los requisitos de salud y seguridad pertinentes en criterios de funcionamiento y acabados. El concepto incluye el uso de una grúa ligera para su descarga y posicionado, sus accesorios complementarios de funcionamiento y los medios auxiliares a la instalación y conexión.

1,00

08.08 **ud Bomba peristáltica**

Compra y conexión de una bomba peristáltica con tubo sanitario y compresión por rodillo que permita un bombeo de hasta 12.000 L/h de most cumpliendo con los requisitos de salud y seguridad pertinentes en criterios de funcionamiento y acabados. El concepto incluye sus accesorios complementarios de funcionamiento y los medios auxiliares de conexión.

1,00

08.09 **ud Tanque de desfangado**

Compra, transporte, instalación y conexión de un depósito de fermentación y almacenamiento de fondo cónico, patas y boca autovaciante de acero inoxidable AISI 316 con capacidad para 6.000 L y cumplimiento de los requisitos de salud y seguridad pertinentes en criterios de funcionamiento y acabados. El concepto incluye el uso de una grúa ligera para su descarga y posicionado, sus accesorios complementarios de funcionamiento y los medios auxiliares a la instalación y conexión.

1,00

08.10 **ud Tanque de fermentación**

Compra, transporte, instalación y conexión de un depósito de fermentación y almacenamiento con fondo plano inclinado y patas AISI 316 con capacidad para 12.000 L y cumplimiento de los requisitos de salud y seguridad pertinentes en criterios de funcionamiento y acabados. El concepto incluye el uso de una grúa ligera para su descarga y posicionado, sus accesorios complementarios de funcionamiento y los medios auxiliares a la instalación y conexión.

3,00

08.11 **ud Tanque de estabilización**

Compra, transporte, instalación y conexión de un depósito isotérmico para estabilización con fondo cónico y patas AISI 316 con capacidad para 12.000 L y cumplimiento de los requisitos de salud y seguridad pertinentes en criterios de funcionamiento y acabados. El concepto incluye el uso de una grúa ligera para su descarga y posicionado, sus accesorios complementarios de funcionamiento y los medios auxiliares a la instalación y conexión.

1,00

08.12 **ud Filtro de placas**

Compra y conexión de un filtro de placas intercambiales de capacidad de 4.500 L/h con cumpliendo con los requisitos de salud y seguridad pertinentes en criterios de funcionamiento y acabados. El concepto incluye sus accesorios complementarios de funcionamiento y los medios auxiliares de conexión.

MEDICIONES

BODEGA DE CAVA

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
							1,00
08.13	**ud Enjuagadora de botellas**						
	Compra, transporte, instalación y conexión de un enjuagadora de botellas, que permita un rendimiento de 700 botellas/h cumplindo con los requisitos de salud y seguridad pertinentes en criterios de funcionamiento y acabados. El concepto incluye el uso de una grúa ligera para su descarga y posicionado, sus accesorios complementarios de funcionamiento y los medios auxiliares a la instalación y conexión.						
							1,00
08.14	**ud Embotelladora**						
	Compra, transporte, instalación y conexión de una embotelladora que permita un rendimiento de 700 botellas/h cumplindo con los requisitos de salud y seguridad pertinentes en criterios de funcionamiento y acabados. El concepto incluye el uso de una grúa ligera para su descarga y posicionado, sus accesorios complementarios de funcionamiento y los medios auxiliares a la instalación y conexión.						
							1,00
08.15	**ud Taponadora de tapón corona**						
	Compra, transporte, instalación y conexión de unataponadora de tapón corona que permita un rendimiento de 400 botellas/h cumplindo con los requisitos de salud y seguridad pertinentes en criterios de funcionamiento y acabados. El concepto incluye el uso de una grúa ligera para su descarga y posicionado, sus accesorios complementarios de funcionamiento y los medios auxiliares a la instalación y conexión.						
							2,00
08.16	**ud Jaulón de botellas**						
	Adquisición y transporte a nave de jaulón metálico de malla electrosoldada en acero galvanizado con capacidad para 442 botellas.						
							92,00
08.17	**ud Pupitre de cava**						
	malla electrosoldada en acero galvanizado Adquisición y transporte a nave de pupitre de madera con capacidad para 120 botellas.						
							338,00
08.18	**ud Congelador de cuellos**						
	Compra, transporte, instalación y conexión de congeladro de cuellos de botella, que permita un rendimiento de 900 botellas/h cumplindo con los requisitos de salud y seguridad pertinentes en criterios de funcionamiento y acabados. El concepto incluye el uso de una grúa ligera para su descarga y posicionado, sus accesorios complementarios de funcionamiento y los medios auxiliares a la instalación y conexión.						
							1,00
08.19	**ud Monobloc de degüelle, dosificado y nivelado**						
	Compra, transporte, instalación y conexión de una monoobloc de degüelle, dosificado y nivelado, que permita un rendimiento de 150 botellas/h cumplindo con los requisitos de salud y seguridad pertinentes en criterios de funcionamiento y acabados. El concepto incluye el uso de una grúa ligera para su descarga y posicionado, sus accesorios complementarios de funcionamiento y los medios auxiliares a la instalación y conexión.						
							6,00
08.20	**ud Planta taponadora, capsuladora, bozaladora y etiquetadora**						

MEDICIONES

BODEGA DE CAVA

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
	Compra, transporte, instalación y conexión de una planta embotelladora, que permita un rendimiento de 900 botellas/h cumplindo con los requisitos de salud y seguridad pertinentes en criterios de funcionamiento y acabados. El concepto incluye el uso de una grúa ligera para su descarga y posicionado, sus accesorios complementarios de funcionamiento y los medios auxiliares a la instalación y conexión.						
						1,00	

4. PRESUPUESTO

PRESUPUESTO

BODEGA DE CAVA

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	CAPÍTULO 01 Movimiento de tierras			
01.01	**m2 Desbroce y limpieza del terreno**			
	Desbroce y limpieza superficial del terreno por medios mecánicos, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares. Según NTE-ADE.			
		5.310,00	1,03	5.469,30
01.02	**m3 Excavación pozos terrenos flojos c/medios mecánicos c/carga y tr**			
	Excavación en pozos en terrenos de consistencia floja, por medios mecánicos, con carga directa sobre camión basculante, incluso transporte de tierras a vertedero, a una distancia menor de 10 km., considerando ida y vuelta, incluso canon de vertedero y p.p. de medios auxiliares. Según CTE DB SE-C y NTE-ADZ.			
		120,56	28,23	3.403,41
01.03	**m3 Excavación zanja terrenos flojos c/medios mecánicos c/carga y tr**			
	Excavación en zanjas, en terrenos de consistencia floja, por medios mecánicos, con carga directa sobre camión basculante, incluso transporte de tierras a vertedero, a una distancia menos de 10 km. considerando ida y vuelta, incluso canon de vertido y con p.p. de medios auxiliares. Según CTE DB SE-C y NTE-ADZ.			
		73,70	25,08	1.848,40
	TOTAL CAPÍTULO 01 Movimiento de tierras.....			**10.721,11**
	CAPÍTULO 02 Urbanización			
	SUBCAPÍTULO 02.01 Vallado exterior			
02.01.01	**m3 Hormigón HA-25/P/20/XC1 Vertido manual**			
	Hormigón para armar en zapatas, riostras, vigas o zanjas de cimentación HA-25/B/20/XC1, elaborado en central, de resistencia característica a compresión 25 MPa (N/mm2), de consistencia blanda, tamaño máximo del árido de 20 mm, en elementos enterrados, o interiores sometidos a humedades relativas medias-altas (>65%) o a condensaciones, o elementos exteriores con alta precipitación. Totalmente realizado; i/p.p. de vertido por medios manuales, vibrado y colocado. Según Código Estructural, NTE-CSZ y CTE DB-SE-C. Componentes del hormigón con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según reglamento (UE) 305/2011.			
		47,68	121,36	5.786,44
02.01.02	**m MALLA SIMPLE TORSIÓN GALVANIZADA 40/14 h=1 m.**			
	Cercado de 1 m. de altura realizado con malla simple torsión galvanizada en caliente de trama 40/14 y postes de tubo de acero galvanizado por inmersión de 48 mm de diámetro, p.p. de postes de esquina, jabalcones, tornapuntas, tensores, grupillas y accesorios, montada i/replanteo y recibido de postes con hormigón HM-20/B/20/X0 o XC1 de central. Materiales con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.			
		290,00	15,54	4.506,60
02.01.03	**m2 Fábrica bloque hormigón liso gris**			
	Fábrica de bloques huecos de hormigón gris estándar liso de 40x20x10 cm colocado a una cara vista, recibidos con mortero de cemento CEM II/B-M 32,5 N y arena de río M-5, rellenos de hormigón de 330 kg de cemento/m3 de dosificación y armadura según normativa, i/p.p. de formación de dinteles, zunchos, jambas, ejecución de encuentros y piezas especiales, llagueado, roturas, replanteo, nivelación, aplomado, limpieza y medios auxiliares, medida deduciendo huecos superiores a 2 m2. Conforme CTE DB-SE-F y NTE-FFB. Marcado CE obligatorio según Anexo ZA de la Norma Europea UNE-EN 771-3:2011+A1:2016. Materiales con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.			
		174,00	45,67	7.946,58
02.01.04	**ud Puerta corredera 4x0,6 m**			
	Suministro y montaje de puerta corredera metálica manual para acceso a parcela, de aproximadamente 3,00 m de ancho libre por 0,60 m de altura, con estructura de acero galvanizado y pintura al horno en color negro, formada por bastidor tubular y relleno de malla electrosoldada o bastidor sencillo. Incluye guía inferior galvanizada, ruedas metálicas con rodamientos, perfil guía de carril, cerradura sencilla con llave, topes mecánicos, herrajes de fijación y todos los elementos necesarios para su correcto funcionamiento. Se incluye replanteo, montaje, nivelación, anclajes mecánicos al soporte existente (pilar, muro o valla metálica) y pruebas de funcionamiento. No incluye automatización ni cimentaciones.			
		4,80	600,00	2.880,00
	TOTAL SUBCAPÍTULO 02.01 Vallado exterior.....			**21.119,62**

PRESUPUESTO

BODEGA DE CAVA

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
SUBCAPÍTULO 02.02 Pavimentación exterior				
02.02.01	**m2 Refino, nivelación y apisonado explanación**			
	Explanación, refino y nivelación de terrenos, por medios mecánicos, en terrenos limpiados superficialmente con máquinas, con p.p. de medios auxiliares. Según CTE DB SE-C y NTE-ADZ.	4.005,00	4,33	17.341,65
02.02.02	**m3 BASE DE ZAHORRA ARTIFICIAL**			
	Base de zahorra artificial, clasificada (husos ZA25 y ZA40) puesta en obra y compactada, medida sobre perfil. Conforme a ORDEN FOM/1382/2002-PG3-Art.510. Árido con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.	1.001,25	31,38	31.419,23
02.02.03	**m2 Solera hormigón HM-20/B/40/XC1**			
	Suministro y puesta en obra de hormigón en masa, vibrado, en soleras de 20 cm de espesor, con HM-20/B/40/XC1 (CEM-II) con árido procedente de cantera de tamaño máximo 40 mm y consistencia plástica.	555,21	37,10	20.598,29
02.02.04	**m Junta retracción solera**			
	Ejecución de junta de contracción con profundidad 1/3 solera. Mediante serrado mecánico del hormigón endurecido, incluso limpieza y sellado de junta con masilla bituminosa de aplicación en caliente o en frio. Conforme ORDEN FOM/1382/2002-PG3-Art. 550. Hormigón con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.	799,50	2,32	1.854,84
	TOTAL SUBCAPÍTULO 02.02 Pavimentación exterior.....			**71.214,01**
	TOTAL CAPÍTULO 02 Urbanización			**92.333,63**
CAPÍTULO 03 Cimentación				
03.01	**m3 Hormigón limpieza HM-25/P/30/XC2 Vertido grúa**			
	Hormigón en masa HM-25/B/20/XC2, elaborado en central para limpieza y nivelado de fondos de cimentación, incluso vertido con grúa, vibrado y colocación. Según Código Estructural y CTE DB-SE-C. Componentes del hormigón con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según reglamento (UE) 305/2011.	14,44	177,56	2.563,97
03.02	**m3 Hormigón armado HA-25/P/30XC2 Vertido grúa**			
	Hormigón para armar en zapatas, riostras, vigas o zanjas de cimentación HA-25/P/30/XC2, elaborado en central, de resistencia característica a compresión 25 MPa (N/mm2), de consistencia blanda, tamaño máximo del árido de 20 mm, en elementos enterrados, o interiores sometidos a humedades relativas medias-altas (>65%) o a condensaciones, o elementos exteriores con alta precipitación. Totalmente realizado; i/p.p. de vertido por medio de grúa, vibrado y colocado. Según Código Estructural, NTE-CSZ y CTE DB-SE-C. Componentes del hormigón con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según reglamento (UE) 305/2011.	14,44	129,74	1.873,45
	TOTAL CAPÍTULO 03 Cimentación			**4.437,42**

PRESUPUESTO

BODEGA DE CAVA

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 04 Estructura				
04.01	**kg Acero laminado S275 (UNE-EN 1025-2)**			
	Acero laminado S275 en perfiles laminados en caliente para vigas, pilares, zunchos y correas, mediante uniones soldadas; i/p.p. de soldaduras, cortes, piezas especiales, despuntes y dos manos de imprimación de minio de plomo, montada y colocada. Según UNE-EN 10025-1:2006, UNE-EN 1090-2:2019, NTE-EAE, CTE DB-SE-A y Código Estructural. Acero con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.			
		33.646,86	4,15	139.634,47
04.02	**m Correa chapa perfil tipo Z**			
	Correa realizada con chapa conformada en frío tipo Z, i/p.p. de despuntes y piezas especiales, colocada y montada. Según UNE-EN 10025-1:2006, UNE-EN 1090-2:2019, NTE-EAS, NTE-EAV, NTE-EAF, CTE DB-SE-A y Código Estructural. Acero con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.			
		330,00	22,18	7.319,40
04.03	**ud Placa anclaje Tipo 1: S275 550x550x20(mm);6 pernos D=25mm L=60cm**			
	Placa de anclaje de acero S275 en perfil plano, de dimensiones 350x400x15 mm. con cuatro garrotas de acero corrugado de 16 mm de diámetro y 35 cm de longitud total, soldadas, i/taladro central, colocada. Según UNE-EN 10025-1:2006, UNE-EN 1090-2:2019, CTE DB-SE-A y Código Estructural. Acero con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.			
		10,00	51,82	518,20
04.04	**ud Placa anclaje Tipo 2: S275 650x650x25(mm);8 pernos D=35mm L=75cm**			
	Placa de anclaje de acero S275 en perfil plano, de dimensiones 250x250x11 mm. con cuatro garrotas de acero corrugado de 10 mm de diámetro y 30 cm de longitud total, soldadas, i/taladro central, colocada. Según UNE-EN 10025-1:2006, UNE-EN 1090-2:2019, CTE DB-SE-A y Código Estructural. Acero con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.			
		19,00	51,82	984,58
	TOTAL CAPÍTULO 04 Estructura			**148.456,65**
	CAPÍTULO 05 Cerramientos, particiones, albañilería y carpintería			
	SUBCAPÍTULO 05.01 Solados y pavimento industrial			
05.01.01	**m2 Solera hormigón HA-25/P/30/XC2**			
	Solera de hormigón en masa de 25 cm. de espesor, realizada con hormigón HM-25 N/mm2, Tmáx.25 mm., elaborado en obra, i/vertido, colocación, p.p. de juntas, aserrado de las mismas y fratasado. Según Código Estructural, NTE-CCM, NTE-RSS y CTE DB-SE-C. Materiales con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento Europeo (UE) 305/2011.			
		1.305,00	30,16	39.358,80
05.01.02	**m Junta retacción solera**			
	Ejecución de junta de contracción con profundidad 1/3 solera. Mediante serrado mecánico del hormigón endurecido, incluso limpieza y sellado de junta con masilla bituminosa de aplicación en caliente o en frio. Conforme ORDEN FOM/1382/2002-PG3-Art. 550. Hormigón con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.			
		424,50	2,32	984,84
05.01.03	**m2 Acabado pavimento poliuretano-cemento**			
	Pavimento continuo de 12 mm de espesor (doble capa) de resina epoxi aplicado sobre soporte de hormigón o mortero, para pavimentos industriales sometidos a altas exigencias mecánicas, térmicas y químicas. Colores estándar. No incluye preparación del soporte. Medido en superficie realmente ejecutada. Materiales con marcado CE y DdP conforme al Reglamento (UE) 305/2011.			
		1.221,14	16,53	20.185,44
	TOTAL SUBCAPÍTULO 05.01 Solados y pavimento industrial			**60.529,08**

PRESUPUESTO

BODEGA DE CAVA

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
SUBCAPÍTULO 05.02 Cerramiento exterior y cubierta				
05.02.01	**m2 Panel Sándwich 3 grecas (e = 50 mm)**			
	Suministro y colocación de panel sándwich para cubierta, de 50 mm de espesor, formado por dos chapas de acero galvanizado prelacado con tres grecas y núcleo de espuma rígida de poliuretano (PUR). Fijación mecánica con tornillería vista sobre correas, solape lateral y sellado con cinta de butilo. Conforme a UNE-EN 14509:2014. Incluye instalación, herrajes y medios auxiliares. Medido por m² ejecutado.			
		1.305,00	46,86	61.152,30
05.02.02	**m2 Paneles prefabricados de hormigón con aislamiento térmico**			
	Panel prefabricado de cerramiento de hormigón armado, de 12 cm de espesor total, formado por dos planchas de 4 cm de espesor de hormigón con aislamiento térmico intermedio de poliestireno expandido (k = 0,0466 W/m·K) de 4 cm de espesor, acabado liso en color gris. Peso aproximado 200 kg/m². Instalado sobre estructura metálica mediante fijaciones mecánicas adaptadas a perfiles HEB-300 y HEB-240, con apoyo sobre perfiles angulares galvanizados donde sea necesario. Incluye sellado de juntas con masilla elástica, uso de grúa para colocación, apeos temporales, limpieza final y medios auxiliares necesarios. Medido en m² realmente ejecutado. Material con marcado CE conforme UNE-EN 14992:2008+A1:2012 y conforme a las exigencias del CTE.			
		841,39	92,79	78.072,58
	TOTAL SUBCAPÍTULO 05.02 Cerramiento exterior y cubierta			**139.224,88**

PRESUPUESTO

BODEGA DE CAVA

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
SUBCAPÍTULO 05.03 Particiones interiores y albañilería				
05.03.01	**m2** **Fabrica bloque de hormigón liso gris 20x20x40 cm**			
	Fábrica de bloques huecos de hormigón gris estándar liso de 40x20x20 cm colocado a una cara vista, recibidos con mortero de cemento CEM II/B-M 32,5 N y arena de río M-5, rellenos de hormigón de 330 kg de cemento/m3 de dosificación y armadura según normativa, i/p.p. de formación de dinteles, zunchos, jambas, ejecución de encuentros y piezas especiales, llagueado, roturas, replanteo, nivelación, aplomado, limpieza y medios auxiliares, medida deduciendo huecos superiores a 2 m2. Conforme CTE DB-SE-F y NTE-FFB. Marcado CE obligatorio según Anexo ZA de la Norma Europea UNE-EN 771-3:2011+A1:2016. Materiales con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.	586,65	53,01	31.098,32
05.03.02	**m2** **Enfoscado maestrado-fratasado CSIII-WI vertical**			
	Enfoscado maestreado y fratasado con mortero CSIII-W1 de cemento CEM II/B-P 32,5 N y arena de río M-5, en paramentos verticales de 20 mm de espesor, i/regleado, sacado de aristas y rincones con maestras cada 3 m, i/p.p. de medios auxiliares, según NTE-RPE-07 y UNE-EN 998-1:2018, medido deduciendo huecos. Mortero con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.	586,65	17,04	9.996,52
05.03.03	**m2** **Panel macizo de PVC higiénico**			
	Suministro y colocación de panel macizo de PVC, blanco, grado alimentario, de 24 mm de espesor, instalado sobre rastreles de aluminio anclados a paramentos verticales de bloques, hormigón prefabricado o pilares metálicos. Fijación mecánica mediante tornillería inoxidable. Sellado de juntas con tapetas de PVC macizo del mismo color.	683,14	78,64	53.722,13
05.03.04	**m2** **Alicatado azulejo blanco 30x60 cm. Recibido adhesivo**			
	Alicatado en parametro vertical interior con azulejo blanco de 30x60 cm., colocado a línea, recibido con adhesivo, sin incluir enfoscado de mortero, p.p. de cortes, ingletes, piezas especiales, rejuntado con adhesivo, medido deduciendo huecos superiores a 1 m2. Según NTE-RPA-4. Materiales con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.	39,50	33,55	1.325,23
05.03.05	**m2** **Falso techo suspendido con estructura metálica**			
	Falso techo continuo de placas de yeso laminado estándar (Tipo A según UNE-EN 520:2005+A1:2010) de 595x595 mm, recubiertas en su cara vista con lámina vinílica blanca, apoyadas sobre una estructura de perfiles de chapa de acero galvanizado (según UNE-EN 14195:2015), a base de maestras primarias en T invertida separadas entre ejes de 1200 mm, y suspendidas del forjado mediante cuelgues con varilla roscada colocados entre 700-1200 mm. Las maestras secundarias se fijan perpendicularmente a las primarias, formando una retícula de 600x600 mm. Totalmente terminado, con acabado liso vinílico, de fácil limpieza, desmontable para mantenimiento, sin necesidad de imprimación, revestimiento o pintura; i/p.p. de placas vinílicas, estructura portante, cuelgues, tornillería, medios auxiliares y limpieza (excepto elevación y transporte). Conforme a UNE 102043:2013 y recomendaciones ATEDY. Materiales con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.	59,30	54,74	3.246,08
05.03.06	**m2** **Falso techo de panel sándwich**			
	Falso techo continuo de panel sádwich de aluminio de 1x0.5 m con aislante de espuma de poliuretano de espesor 50mm, suspendido sobre una estructura metálica de acero galvanizado de maestra 60/27 mm e instalado sobre perfilería de rastreles soporte mediante varillas roscadas y piezas de cuelgue para su nivelado. Totalmente acabado, i/p.p. de elementos de remate, accesorios de fijación y medios auxiliares. Totalmente instalado y terminado según CTE DB_HE Y CTE DB-SI con materiales con marcado CE y DbP.	658,64	34,81	22.927,26
	TOTAL SUBCAPÍTULO 05.03 Particiones interiores y			**122.315,54**

PRESUPUESTO

BODEGA DE CAVA

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
SUBCAPÍTULO 05.04 Carpintería interior y exterior				
05.04.01	**ud** **Ventana doble acristalamiento estándar apertura fija 3x1,5 m**			
	Carpintería de perfiles de PVC, con refuerzos interiores de acero galvanizado, en ventanales fijos para cerramientos en general, para acristalar, compuesta por, junquillos y accesorios, instalada, incluso con p.p. de medios auxiliares. Sellado de juntas ajuste final en obra y limpieza. Conforme a CTE DB-SUA, DB-HE y DB-HS, ejecutado según NTE-FCP y con materiales con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011, norma UNE-EN 14351-1:2006+A2:2017.			
		2,00	599,99	1.199,98
05.04.02	**ud** **Ventana doble acristalamiento estándar corredera 1,5x1,5m**			
	Ventana de perfiles de PVC, con refuerzos interiores de acero galvanizado, de 2 hojas correderas horizontales, de 1,5x1,5 m de medidas totales, compuesta por cerco, hojas y herrajes bicromatados para deslizamiento suave y sistemas de seguridad, instalada sobre precerco de aluminio y ajustada, incluso con p.p. de medios auxiliares. Sellado de juntas, ajuste final en obra y limpieza. Conforme a CTE DB-SUA, DB-HE y DB-HS, ejecutado según NTE-FCP y con materiales con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011, norma UNE-EN 14351-1:2006+A2:2017.			
		3,00	667,84	2.003,52
05.04.03	**ud** **Puerta corredera de hoja vista de aluminio lacado blanco 1,9x2,2**			
	Suministro y montaje de puerta corredera de hoja vista sin rotura de puente térmico, de 2 hojas, de aluminio lacado blanco de 60 micras, de 1,9x2,2 m de medidas totales. Cada hoja con bastidor de perfil estructural de aluminio, revestida en ambas caras con chapa de acero galvanizado de 0,6 mm de espesor y espesor total de hoja de 40 mm. Con marco perimetral de aluminio extrusionado acabado lacado y doble burlete perimetral sobre soporte de PVC. Compuesta por cerco, hojas y herrajes de deslizamiento y de seguridad. Elaborada en taller, totalmente montada y probada por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio. Permeabilidad al aire según Norma UNE-EN 12207:2017 – CLASE 3; estanqueidad al agua según Norma UNE-EN 12208:2000 – CLASE 5A; resistencia al viento según Norma UNE-EN 12210:2017 – CLASE C3. Instalada sobre precerco de aluminio. Sellado de juntas, ajuste final en obra y limpieza. Conforme a CTE DB-SUA, DB-HE y DB-HS, ejecutado según NTE-FCP y con materiales con marcado CE y DdP según Reglamento (UE) 305/2011, norma UNE-EN 14351-1:2006+A2:2017.			
		2,00	783,94	1.567,88
05.04.04	**ud** **Puerta corredera de hoja vista de aluminio lacado blanco 2x3**			
	Suministro y montaje de puerta corredera de hoja vista sin rotura de puente térmico, de 2 hojas, de aluminio lacado blanco de 60 micras, de 2x3 m de medidas totales. Cada hoja con bastidor de perfil estructural de aluminio, revestida en ambas caras con chapa de acero galvanizado de 0,6 mm de espesor y espesor total de hoja de 40 mm. Con marco perimetral de aluminio extrusionado acabado lacado y doble burlete perimetral sobre soporte de PVC. Compuesta por cerco, hojas y herrajes de deslizamiento y de seguridad. Elaborada en taller, totalmente montada y probada por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio. Permeabilidad al aire según Norma UNE-EN 12207:2017 – CLASE 3; estanqueidad al agua según Norma UNE-EN 12208:2000 – CLASE 5A; resistencia al viento según Norma UNE-EN 12210:2017 – CLASE C3. Instalada sobre precerco de aluminio. Sellado de juntas, ajuste final en obra y limpieza. Conforme a CTE DB-SUA, DB-HE y DB-HS, ejecutado según NTE-FCP y con materiales con marcado CE y DdP según Reglamento (UE) 305/2011, norma UNE-EN 14351-1:2006+A2:2017.			
		2,00	783,94	1.567,88
	TOTAL SUBCAPÍTULO 05.04 Carpintería interior y exterior			**6.339,26**

PRESUPUESTO

BODEGA DE CAVA

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
SUBCAPÍTULO 05.05 Aparatos sanitarios				
05.05.01	**ud** **Lavabo 65x46 cm C/Pedestal gama media blanco grifería monomando**			
	Lavabo de porcelana vitrificada blanco, de 65x46 cm, gama media, colocado con pedestal y con anclajes a la pared; conforme UNE-EN 14688:2016+A1:2019. Grifería monomando cromada, con rompechorros; conforme UNE 19703:2016 y UNE-EN 200:2008. Válvula de desagüe de 32 mm, acoplamiento a pared acodado de PVC, llaves de escuadra de 1/2" cromadas, latiguillos flexibles de 1/2". Totalmente instalado y conexionado, i/p.p. de pequeño material y medios auxiliares. Lavabo con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.	3,00	351,41	1.054,23
05.05.02	**ud** **Lavamanos mural acero inoxidable con mando femoral**			
	Suministro e instalación de lavamanos mural fabricado en acero inoxidable 400×335×600 mm, con faldón frontal y cubeta embutida, provisto de grifo de accionamiento femoral (por rodilla), para instalación en pared. Incluye válvula de desagüe de 32 mm con cadena, válvula de escuadra de ½", latiguillos flexibles de conexión, fijaciones mecánicas, sellado de juntas, y puesta en servicio. Instalado según las especificaciones del fabricante y normativa técnica vigente, especialmente conforme al CTE DB-HS (Salubridad) y DB-SUA (Seguridad de utilización y accesibilidad). Material con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según el Reglamento (UE) nº 305/2011.	1,00	322,24	322,24
05.05.03	**ud** **Fregadero acero inoxidable 93x61 cm**			
	Suministro e instalación de fregadero industrial fabricado en acero inoxidable, de una cubeta, con dimensiones 93×61 cm, profundidad de la pila 40 cm y altura total 100 cm. Incluye válvula de desagüe, sifón sanitario, estructura con patas regulables y refuerzos para soporte, apto para uso alimentario en industria. Instalado con grifería monomando mural cromada, incluso fijaciones, sellado de juntas, y puesta en servicio. Cumple con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) nº 305/2011, y normativa sanitaria vigente para industrias alimentarias.	1,00	377,32	377,32
05.05.04	**ud** **Inodoro tanque bajo serie básica blanco**			
	Inodoro de tanque bajo de montaje adosado a pared, fabricado en porcelana vitrificada conforme a UNE-EN 997:2019, de gama básica en color blanco. Dispone de asiento y tapa lacados con bisagras de acero inoxidable y mecanismo doble descarga. Totalmente instalado, conectado y funcionando; i/p.p. de anclajes al pavimento, sellados, llave de escuadra y latiguillo flexible cromados, pequeño material y medios auxiliares. Inodoro con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.	3,00	308,30	924,90
05.05.05	**ud** **Plato ducha porcelana 100x100 cm Blanco grifería monomando**			
	Plato de ducha de porcelana, cuadrado, de 100x100x8 cm, en color blanco; conforme norma UNE-EN 14527:2016+A1:2019. Grifería mezcladora exterior monomando, acabado cromado, con ducha de mano flexible de 1,50 m y soporte articulado; conforme UNE 19703:2016 y UNE-EN 200:2008. Totalmente instalada y conexionada, i/desagüe con salida horizontal de 60 mm, p.p. de pequeño material y medios auxiliares. Plato de ducha con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.	2,00	376,47	752,94
	TOTAL SUBCAPÍTULO 05.05 Aparatos sanitarios			**3.431,63**

PRESUPUESTO

BODEGA DE CAVA

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
SUBCAPÍTULO 05.06 Pinturas				
05.06.01	**m2** **Pintura plástica**			
	Pintura pástica, aplicada en dos manos, sobre paramentos interiores de bloques o paneles de hormigón, previamente enyesados con reboco fino. Incluye lijado y limpieza previa, mano de imprimación , emplastecido con masilla especial y lijado de parches para un acabado liso y uniforme. En pilares de acero, limpieza y aplicación de imprimación anticorrosiva antes de la pintura. Productos con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.			
		23,90	19,20	458,88
	TOTAL SUBCAPÍTULO 05.06 Pinturas.....			**458,88**
SUBCAPÍTULO 05.07 Cámara de refrigeración de uva				
05.07.01	**m2** **Panel sándwich suelo EPS e = 50 mm**			
	Suministro y montaje de suelo de cámara frigorífica formado por panel sándwich de 50 mm de espesor, compuesto por núcleo de espuma rígida de poliestireno expandido, conductividad térmica 0,021 W/m·K, y doble revestimiento en chapa de acero galvanizado prelacado (espesor 0,5 mm). Según CTE DB-HE y DB-HS. Marcado CE y Declaración de Prestaciones conforme a Reglamento (UE) 305/2011.			
		22,50	78,90	1.775,25
05.07.02	**ud** **Puerta corredera frigorífica para temperatura positiva**			
	Suministro y montaje de puerta corredera frigorífica para uso interior, para temperatura positiva, compuesta por: hoja de 70 mm de espesor con núcleo de poliuretano inyectado, acabado en chapa plastificada blanca (opcional en acero inoxidable), borde perimetral en perfil de aluminio. Sistema de deslizamiento mediante guías superiores de aluminio anodizado con tapa, con poleas y soportes de tecnopolímero, adecuada para hojas de tamaño pequeño o mediano. Incluye manilla con sistema de apertura interior y exterior mediante palancas y cerradero antirrotura. Marco en forma de "L" de PVC (140×45 mm), con módulos adicionales de ajuste a grosor de panel. Contramarco en PVC (opcionalmente en aluminio). Sin umbral inferior (opcional rasante). Dimensiones máximas de paso libre: 220×330 cm. Totalmente instalada sobre estructura soporte, incluyendo herrajes, medios auxiliares de montaje, sellado perimetral y limpieza final. Conforme a CTE DB-SI y DB-HE, ejecutado según recomendaciones del fabricante y normativa aplicable. Materiales con marcado CE y DdP (Declaración de Prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.			
		1,00	918,36	918,36
05.07.03	**m2** **Panel sándwich paredes EPS y techo e = 75 mm**			
	Cerramiento vertical formado por panel sándwich compuesto por dos láminas de acero galvanizado de 0,5 mm de espesor, con núcleo aislante de espuma de poliestireno expandido de 75 mm de espesor (k = 0,021 W/m·K). Panel diseñado para uso en paredes de cámara frigorífica, instalado sobre estructura auxiliar metálica (perfiles L y T galvanizados de 1,5 mm), fijado mediante pies angulares galvanizados y tornillería, incluyendo elementos de fijación, solapes, tapajuntas, juntas de estanqueidad y medios auxiliares. Medido en verdadera magnitud, deduciendo huecos mayores de 1 m². Cumple con el Reglamento (UE) 305/2011 y marcado CE.			
		79,50	114,17	9.076,52
	TOTAL SUBCAPÍTULO 05.07 Cámara de refrigeración de uva			**11.770,13**

PRESUPUESTO

BODEGA DE CAVA

CÓDIGO	RESUMEN		CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
SUBCAPÍTULO 05.08 Aislamiento salas climatizadas					
05.08.01	m2	Sala de crianza			
			1,00	17.848,64	17.848,64
05.08.02	m2	Sala de pupitres			
			1,00	15.763,92	15.763,92
		TOTAL SUBCAPÍTULO 05.08 Aislamiento salas climatizadas 33.612,56			
	TOTAL CAPÍTULO 05 Cerramientos, particiones, albañilería y carpintería.....				377.681,96
	CAPÍTULO 06 Instalaciones básicas				
	SUBCAPÍTULO 06.01 Instalación eléctrica				
06.01.01	Caja general de protecciom y acometida				
			1,00	5.192,79	5.192,79
06.01.02	Instalación fuerza				
			1,00	93,20	93,20
06.01.03	Iluminación				
			1,00	435,04	435,04
		TOTAL SUBCAPÍTULO 06.01 Instalación eléctrica.....			5.721,03
	SUBCAPÍTULO 06.02 Abastecimiento de agua				
06.02.01	Acometida				
			1,00	252,28	252,28
06.02.02	Instalación interior				
			1,00	69,70	69,70
		TOTAL SUBCAPÍTULO 06.02 Abastecimiento de agua.....			321,98
	SUBCAPÍTULO 06.03 Saneamiento				
06.03.01	ud	Instalacion de sanemiento			
			1,00	3.650,00	3.650,00
		TOTAL SUBCAPÍTULO 06.03 Saneamiento.....			3.650,00
	SUBCAPÍTULO 06.04 Evacuación aguas pluviales				
06.04.01	m	CANALÓN PVC CIRCULAR DESARROLLO 125 mm			
	Canalón de PVC circular, de 125 mm de desarrollo, fijado mediante gafas de sujeción al alero, con una pendiente mínima de 0,5%; conforme UNE-EN 607:2006 y UNE-CEN/TS 12200-2:2017. Totalmente instalado, conexionado y probado, i/p.p. de piezas especiales y remates, pequeño material y medios auxiliares. Conforme a CTE DB-HS-5. Materiales con marcado CE y DdP (Declaración de Prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.				
			2,00	20,83	41,66
06.04.02	m	BAJANTE PVC PLUVIALES 75 mm.			
	Bajante de PVC de pluviales, de 75 mm de diámetro, con sistema de unión por junta elástica, colocada con abrazaderas metálicas; conforme UNE-EN 607:2006 y UNE-CEN/TS 12200-2:2017. Totalmente instalado, conexionado y probado, i/p.p. de piezas especiales y remates, pequeño material y medios auxiliares. Conforme a CTE DB-HS-5. Materiales con marcado CE y DdP (Declaración de Prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.				
			40,00	11,54	461,60
		TOTAL SUBCAPÍTULO 06.04 Evacuación aguas pluviales..			503,26
	TOTAL CAPÍTULO 06 Instalaciones básicas.....				10.196,27

PRESUPUESTO

BODEGA DE CAVA

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	CAPÍTULO 07 Instalación de frío			
	SUBCAPÍTULO 07.01 Cámara frigorífica			
07.01.01	**Evaporador de 28,8kW**			
	Montaje e instalación de uvaporador cúbico industrial de flujo simple de amoniaco, con carcasa en aluminio lacado blanco, tornillería de acero inoxidable, y separación entre aletas de 4 mm con capacidad frigorífica de 28,8 kW a una diferencia de temperatura de 8 °C. Incluye fijación mecánica sobre estructura soporte, conexión a red frigorífica existente, instalación eléctrica y conexionado al cuadro de control, pruebas de estanqueidad, verificación de presión, ajuste de ventiladores y comprobación de funcionamiento. i/p.p. de elementos de sujeción, medios auxiliares, pequeño material, limpieza y ajustes. Instalado según RITE, UNE-EN 378, y conforme a CTE. Con marcado CE y DdP conforme al Reglamento (UE) 305/2011.			
		1,00	4.929,00	4.929,00
07.01.02	**Condensador de 25 kW**			
	Montaje e instalación de condensador cúbico horizontal de haz tubular de 25 kW equipado con separadores internos que permiten la operación independiente de cada ventilador sobre su sección, y ventiladores axiales montados sobre rejillas metálicas de protección. Incluye fijación sobre bancada antivibratoria, conexionado a red frigorífica existente, instalación eléctrica de ventiladores, prueba de funcionamiento, verificación de presión, sellados y ajuste final. i/p.p. de anclajes, soportes, accesorios de fijación, medios auxiliares y pequeño material. Instalado según RITE, UNE-EN 378 y CTE. Con marcado CE y DdP según Reglamento (UE) 305/2011.			
		1,00	952,94	952,94
07.01.03	**Compresor de tornillo abierto 29,42 kW**			
	Montaje e instalación de un compresor de tornillo abierto para refrigeración industrial, diseñado para operar con amoníaco (R-717) y una potencia de 40CV . Incluye conexión a líneas frigoríficas existentes, fijación mediante elementos de anclaje, montaje de válvulas de servicio para el control del flujo de refrigerante, carga de aceite adecuada, instalación de válvula de seguridad interna y conexionado eléctrico al cuadro de control existente y comprobación de alineación, pruebas de estanqueidad, verificación de presión y correcto funcionamiento. Se incluyen medios auxiliares, accesorios de fijación, sellados y ajustes finales. Instalado según RITE, UNE-EN 378 y conforme a los requisitos del CTE. Con marcado CE y DdP según el Reglamento (UE) 305/2011.			
		1,00	14.147,82	14.147,82
	TOTAL SUBCAPÍTULO 07.01 Cámara frigorífica.....			**20.029,76**
	SUBCAPÍTULO 07.02 Estación de producción de glicol			
07.02.01	**Equipo de producción de glicol de 38,7 kW**			
	Aquisición, montaje e instalación de un equipo de frío que funciona como un generador de agua glicolada a baja temperatura mediante el uso de refrigerante R-404A, con potencia frigorífica de 38,7 kW. Incluye tanque acumulador, uso de una grúa ligera para su descarga y posicionado, montaje sobre bancada antivibratoria, conexión hidráulica y eléctrica, pruebas de funcionamiento, puesta en marcha, y documentación técnica conforme a normativa vigente (RITE, UNE-EN 378, marcado CE y DdP según Reglamento UE 305/2011).			
		1,00	24.257,04	24.257,04
	TOTAL SUBCAPÍTULO 07.02 Estación de producción de glicol			**24.257,04**

PRESUPUESTO

BODEGA DE CAVA

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
SUBCAPÍTULO 07.03 Salas climatizadas				
07.03.01	**Evaporador de 5,2 kW**			
	Montaje e instalación de uvaporador cúbico industrial de flujo simple de amoniaco, con carcasa en aluminio lacado blanco, tornillería de acero inoxidable, y separación entre aletas de 4 mm con capacidad frigorífica de 5,2 kW a una diferencia de temperatura de 10 °C. Incluye fijación mecánica sobre estructura soporte, conexión a red frigorífica existente, instalación eléctrica y conexionado al cuadro de control, pruebas de estanqueidad, verificación de presión, ajuste de ventiladores y comprobación de funcionamiento. i/p.p. de elementos de sujeción, medios auxiliares, pequeño material, limpieza y ajustes. Instalado según RITE, UNE-EN 378, y conforme a CTE. Con marcado CE y DdP conforme al Reglamento (UE) 305/2011.	2,00	1.081,20	2.162,40
07.03.02	**Evaporador de 10,59 kW**			
	Montaje e instalación de uvaporador cúbico industrial de flujo simple de amoniaco, con carcasa en aluminio lacado blanco, tornillería de acero inoxidable, y separación entre aletas de 4 mm con capacidad frigorífica de 10,59 kW a una diferencia de temperatura de 10 °C. Incluye fijación mecánica sobre estructura soporte, conexión a red frigorífica existente, instalación eléctrica y conexionado al cuadro de control, pruebas de estanqueidad, verificación de presión, ajuste de ventiladores y comprobación de funcionamiento. i/p.p. de elementos de sujeción, medios auxiliares, pequeño material, limpieza y ajustes. Instalado según RITE, UNE-EN 378, y conforme a CTE. Con marcado CE y DdP conforme al Reglamento (UE) 305/2011.	2,00	2.968,00	5.936,00
07.03.03	**Condensador de 25 kW**			
	Montaje e instalación de condensador cúbico horizontal de haz tubular de 25 kW equipado con separadores internos que permiten la operación independiente de cada ventilador sobre su sección, y ventiladores axiales montados sobre rejillas metálicas de protección. Incluye fijación sobre bancada antivibratoria, conexionado a red frigorífica existente, instalación eléctrica de ventiladores, prueba de funcionamiento, verificación de presión, sellados y ajuste final. i/p.p. de anclajes, soportes, accesorios de fijación, medios auxiliares y pequeño material. Instalado según RITE, UNE-EN 378 y CTE. Con marcado CE y DdP según Reglamento (UE) 305/2011.	1,00	952,94	952,94
07.03.04	**Compresor de 29,42 kW**			
	Montaje e instalación de un compresor de tornillo abierto para refrigeración industrial, diseñado para operar con amoníaco (R-717) y una potencia de 40CV . Incluye conexión a líneas frigoríficas existentes, fijación mediante elementos de anclaje, montaje de válvulas de servicio para el control del flujo de refrigerante, carga de aceite adecuada, instalación de válvula de seguridad interna y conexionado eléctrico al cuadro de control existente y comprobación de alineación, pruebas de estanqueidad, verificación de presión y correcto funcionamiento. Se incluyen medios auxiliares, accesorios de fijación, sellados y ajustes finales. Instalado según RITE, UNE-EN 378 y conforme a los requisitos del CTE. Con marcado CE y DdP según el Reglamento (UE) 305/2011.	1,00	14.147,82	14.147,82
	TOTAL SUBCAPÍTULO 07.03 Salas climatizadas			**23.199,16**
	TOTAL CAPÍTULO 07 Instalación de frío			**67.485,96**

PRESUPUESTO

BODEGA DE CAVA

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 08 Maquinaria del proceso productivo				
08.01	**ud** **Tractor con remolque**			
	Adquisición de tractor compacto de 50 CV con remolque con capacidad para el transporte de 7 toneladas y medidad mínimas de caja de 0.6x0.397x0.180m	2,00	32.000,00	64.000,00
08.02	**ud** **Caja de vendimia**			
	Adquisición y transporte a nave de caja de fruta de 600x397x180mm con capacidad de 36L de plástico HDPE.	396,00	7,00	2.772,00
08.03	**ud** **Báscula puente**			
	Compra, transporte, instalación y conexión de una bácula electrónica, que permita el pesaje de hasta 10.000 kg y cumpla con las normas de seguridad pertinentes en criterios de funcionamiento y acabados. El concepto incluye el uso de una grúa ligera para su descarga y posicionado, sus accesorios complementarios de funcionamiento y los medios auxiliares a la instalación y conexión.	1,00	10.892,56	10.892,56
08.04	**ud** **Sistema volteador de cajas y mesa de selección**			
	Compra, transporte, instalación y conexión de un sistema volteador de cajas plásticas de vendimia con mesa de selección, que permita un rendimiento de 1.000 volteos/h cumplindo con los requisitos de salud y seguridad pertinentes en criterios de funcionamiento y acabados. El concepto incluye el uso de una grúa ligera para su descarga y posicionado, sus accesorios complementarios de funcionamiento y los medios auxiliares a la instalación y conexión.	1,00	13.033,76	13.033,76
08.05	**ud** **Bomba de tornillo excéntrico**			
	Compra y conexión de una bomba de tornillo excéntrico con tubo sanitario y compresión por rodillo que permita un bombeo de hasta 12.000 kg/h de uva u orujo cumpliendo con los requisitos de salud y seguridad pertinentes en criterios de funcionamiento y acabados. El concepto incluye sus accesorios complementarios de funcionamiento y los medios auxiliares de conexión.	1,00	4.426,56	4.426,56
08.06	**ud** **Despalillador de árbol**			
	Compra, transporte, instalación y conexión de una despalilladora de árbol de despalillado con dedos acabados en espátulas orientables, gran diámetro y alimentación superior, que permita un rendimiento de 15.000 kg/h cumplindo con los requisitos de salud y seguridad pertinentes en criterios de funcionamiento y acabados. El concepto incluye el uso de una grúa ligera para su descarga y posicionado, sus accesorios complementarios de funcionamiento y los medios auxiliares a la instalación y conexión.	1,00	15.514,16	15.514,16
08.07	**ud** **Prensa neumática horizontal**			
	Compra, transporte, instalación y conexión de una prensa neumática de membrana y tambor abierto, gran diámetro y alimentación superior, con capacidad de 9,5 toneladas de uva despalillada y que cumpla con los requisitos de salud y seguridad pertinentes en criterios de funcionamiento y acabados. El concepto incluye el uso de una grúa ligera para su descarga y posicionado, sus accesorios complementarios de funcionamiento y los medios auxiliares a la instalación y conexión.	1,00	27.184,76	27.184,76
08.08	**ud** **Bomba peristáltica**			
	Compra y conexión de una bomba peristáltica con tubo sanitario y compresión por rodillo que permita un bombeo de hasta 12.000 L/h de most cumpliendo con los requisitos de salud y seguridad pertinentes en criterios de funcionamiento y acabados. El concepto incluye sus accesorios complementarios de funcionamiento y los medios auxiliares de conexión.	1,00	3.896,56	3.896,56

PRESUPUESTO

BODEGA DE CAVA

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
08.09	**ud** **Tanque de desfangado**			
	Compra, transporte, instalación y conexión de un depósito de fermentación y almacenamiento de fondo cónico, patas y boca autovaciante de acero inoxidable AISI 316 con capacidad para 6.000 L y cumplimiento de los requisitos de salud y seguridad pertinentes en criterios de funcionamiento y acabados. El concepto incluye el uso de una grúa ligera para su descarga y posicionado, sus accesorios complementarios de funcionamiento y los medios auxiliares a la instalación y conexión.			
		1,00	6.461,76	6.461,76
08.10	**ud** **Tanque de fermentación**			
	Compra, transporte, instalación y conexión de un depósito de fermentación y almacenamiento con fondo plano inclinado y patas AISI 316 con capacidad para 12.000 L y cumplimiento de los requisitos de salud y seguridad pertinentes en criterios de funcionamiento y acabados. El concepto incluye el uso de una grúa ligera para su descarga y posicionado, sus accesorios complementarios de funcionamiento y los medios auxiliares a la instalación y conexión.			
		3,00	9.111,76	27.335,28
08.11	**ud** **Tanque de estabilización**			
	Compra, transporte, instalación y conexión de un depósito isotérmico para estabilización con fondo cónico y patas AISI 316 con capacidad para 12.000 L y cumplimiento de los requisitos de salud y seguridad pertinentes en criterios de funcionamiento y acabados. El concepto incluye el uso de una grúa ligera para su descarga y posicionado, sus accesorios complementarios de funcionamiento y los medios auxiliares a la instalación y conexión.			
		1,00	9.472,16	9.472,16
08.12	**ud** **Filtro de placas**			
	Compra y conexión de un filtro de placas intercambiales de capacidad de 4.500 L/h con cumpliendo con los requisitos de salud y seguridad pertinentes en criterios de funcionamiento y acabados. El concepto incluye sus accesorios complementarios de funcionamiento y los medios auxiliares de conexión.			
		1,00	22.404,16	22.404,16
08.13	**ud** **Enjuagadora de botellas**			
	Compra, transporte, instalación y conexión de un enjuagadora de botellas, que permita un rendimiento de 700 botellas/h cumplindo con los requisitos de salud y seguridad pertinentes en criterios de funcionamiento y acabados. El concepto incluye el uso de una grúa ligera para su descarga y posicionado, sus accesorios complementarios de funcionamiento y los medios auxiliares a la instalación y conexión.			
		1,00	22.404,16	22.404,16
08.14	**ud** **Embotelladora**			
	Compra, transporte, instalación y conexión de una embotelladora que permita un rendimiento de 700 botellas/h cumplindo con los requisitos de salud y seguridad pertinentes en criterios de funcionamiento y acabados. El concepto incluye el uso de una grúa ligera para su descarga y posicionado, sus accesorios complementarios de funcionamiento y los medios auxiliares a la instalación y conexión.			
		1,00	10.426,16	10.426,16
08.15	**ud** **Taponadora de tapón corona**			
	Compra, transporte, instalación y conexión de unataponadora de tapón corona que permita un rendimiento de 400 botellas/h cumplindo con los requisitos de salud y seguridad pertinentes en criterios de funcionamiento y acabados. El concepto incluye el uso de una grúa ligera para su descarga y posicionado, sus accesorios complementarios de funcionamiento y los medios auxiliares a la instalación y conexión.			
		2,00	684,76	1.369,52
08.16	**ud** **Jaulón de botellas**			
	Adquisición y transporte a nave de jaulón metálico de malla electrosoldada en acero galvanizado con capacidad para 442 botellas.			
		92,00	277,00	25.484,00

PRESUPUESTO

BODEGA DE CAVA

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
08.17	**ud** **Pupitre de cava**			
	malla electrosoldada en acero galvanizado Adquisición y transporte a nave de pupitre de madera con capacidad para 120 botellas.	338,00	272,00	91.936,00
08.18	**ud** **Congelador de cuellos**			
	Compra, transporte, instalación y conexión de congeladro de cuellos de botella, que permita un rendimiento de 900 botellas/h cumplindo con los requisitos de salud y seguridad pertinentes en criterios de funcionamiento y acabados. El concepto incluye el uso de una grúa ligera para su descarga y posicionado, sus accesorios complementarios de funcionamiento y los medios auxiliares a la instalación y conexión.	1,00	7.044,76	7.044,76
08.19	**ud** **Monobloc de degüelle, dosificado y nivelado**			
	Compra, transporte, instalación y conexión de una monoobloc de degüelle, dosificado y nivelado, que permita un rendimiento de 150 botellas/h cumplindo con los requisitos de salud y seguridad pertinentes en criterios de funcionamiento y acabados. El concepto incluye el uso de una grúa ligera para su descarga y posicionado, sus accesorios complementarios de funcionamiento y los medios auxiliares a la instalación y conexión.	6,00	1.638,76	9.832,56
08.20	**ud** **Planta taponadora, capsuladora, bozaladora y etiquetadora**			
	Compra, transporte, instalación y conexión de una planta embotelladora, que permita un rendimiento de 900 botellas/h cumplindo con los requisitos de salud y seguridad pertinentes en criterios de funcionamiento y acabados. El concepto incluye el uso de una grúa ligera para su descarga y posicionado, sus accesorios complementarios de funcionamiento y los medios auxiliares a la instalación y conexión.	1,00	9.313,16	9.313,16
	TOTAL CAPÍTULO 08 Maquinaria del proceso productivo			**385.204,04**
	TOTAL			**1.096.517,04**

5. RESUMEN DEL PRESUPUESTO Y FIRMA

RESUMEN DE PRESUPUESTO

BODEGA DE CAVA

CAPITULO	RESUMEN	EUROS	%
1	Movimiento de tierras	10.721,11	0,98
2	Urbanización	92.333,63	8,42
3	Cimentación	4.437,42	0,40
4	Estructura	148.456,65	13,54
5	Cerramientos, particiones, albañilería y carpintería	377.681,96	34,44
6	Instalaciones básicas	10.196,27	0,93
7	Instalación de frío	67.485,96	6,15
8	Maquinaria del proceso productivo	385.204,04	35,13

TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL		**1.096.517,04**
13,00 % Gastos generales	142.547,22	
6,00 % Beneficio industrial	65.791,02	
SUMA DE G.G. y B.I.		208.338,24
TOTAL DE EJECUCIÓN POR CONTRATA SIN I.V.A.		**1.304.855,28**
21,00 % I.V.A.		274.019,61
TOTAL PRESUPUESTO POR CONTRATA I.V.A. INCLUIDO		**1.578.874,89**
TOTAL PRESUPUESTO GENERAL		**1.578.874,89**

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de UN MILLÓN QUINIENTOS SETENTA Y OCHO MIL OCHOCIENTOS SETENTA Y CUATRO EUROS con OCHENTA Y NUEVE CÉNTIMOS

REQUENA, a 25 de agosto de 2025.

El alumno:



Javier Martínez Ferrez