

Trabajo Fin de Grado

Grado en Ingeniería Agroalimentaria y del
Medio Rural

Mención: Industrias Agrarias y Alimentarias

Proyecto de diseño y construcción de una fábrica de
cerveza artesanal en el municipio de Sallent de
Gállego (Huesca).

Design and construction project of an artisanal
brewery located in the municipality of Sallent de
Gállego (Huesca).

Autor/es

Sofía Nieves Calvo

Director/es

Antonio Boné Garasa
Carlos J. Royo Pascual

Declaro que el Trabajo de Fin de Grado que presento para su exposición y defensa es original y todas las fuentes utilizadas para su realización han sido debidamente citadas en el mismo.

Fdo. *Sofía Nieves Calvo*

23/03/2023

A large, stylized handwritten signature in black ink, written over the typed name and date. The signature is highly fluid and abstract, with several overlapping loops and a long, sweeping tail that extends towards the bottom left of the page.



Escuela Politécnica
Superior - Huesca
Universidad Zaragoza

DOCUMENTO 1: MEMORIA Y ANEJOS A LA MEMORIA

PROYECTO DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA FÁBRICA DE CERVEZA
ARTESANAL EN EL MUNICIPIO DE SALLEN DE GÁLLEGO (HUESCA).

SOFÍA NIEVES CALVO

TRABAJO FIN DE GRADO - 2023

Ingeniería Agroalimentaria y del Medio Rural – Mención Industrias Agrarias y Agroalimentarias



MEMORIA

ÍNDICE

1.	Memoria descriptiva y justificativa	3
1.1.	Objeto del proyecto	3
1.2.	Situación y emplazamiento	4
1.2.1.	Comunicaciones	5
1.3.	Motivaciones del proyecto.....	5
1.4.	Descripción de la edificación.....	6
1.5.	Actividades planteadas	7
1.5.1.	Mano de obra	7
1.5.2.	Plan de producción.....	8
1.5.3.	Proceso productivo	9
1.5.4.	Balance de energía	14
1.5.5.	Diagrama del proceso y equipos.....	15
1.5.6.	Residuos y subproductos.....	16
2.	Memoria constructiva	18
2.1.	Cimentación	18
2.2.	Estructura	18
2.2.1.	Correas y perfiles metálicos	19
2.3.	Cerramientos y compartimentación	20
2.4.	Pavimentos.....	21
2.5.	Carpintería.....	21
2.6.	Acabados	22
2.7.	Instalación eléctrica.....	22
2.8.	Instalación de protección contra incendios	23
2.8.1.	Requisitos constructivos del establecimiento.....	23
2.8.2.	Requisitos de las instalaciones de protección contra incendios	24
3.	Presupuesto	25
4.	Estudio de viabilidad económica.....	26

1. Memoria descriptiva y justificativa

1.1. Objeto del proyecto

El objetivo global del presente proyecto consiste en desarrollar los cálculos constructivos y diseñar el proceso productivo y producto final para la puesta en marcha de una industria cervecera artesanal en el municipio de Sallent de Gállego (Huesca).

Se pretende conseguir establecer una cervecería artesanal que genere un producto de alta calidad y diferenciado, produciendo dos variedades de cerveza: Lager e India Pale Ale. El proceso a seguir comprenderá una serie de etapas que se dimensionarán en base a la producción anual establecida: molienda, macerado, filtración y cocción del mosto cervecero, fermentación y maduración de la cerveza, clarificación y envasado final.

La cervecería se va a emplazar en el municipio de Sallent de Gállego, aprovechando su ubicación turística y la posibilidad de utilizar agua como ingrediente proveniente de los Pirineos.

El proyecto se lleva a cabo como Trabajo Fin de Grado, con el objetivo de obtener el título de Ingeniería Agroalimentaria y del Medio Rural mención Industrias Agrarias y Alimentarias.

Los objetivos específicos son:

1. Descripción de la ingeniería de obras de la nave industrial, de acuerdo con el Código Técnico de la Edificación (CTE) de las etapas y labores de construcción del proyecto, utilizando varios softwares (SAP2000, AutoCAD) para el cálculo de estructuras y la realización de los planos.
2. Diseño de cada una de las variedades de producto final en función de las características organolépticas buscadas y las recetas tradicionales.
3. Elaboración de un diagrama de flujo y desarrollo de todas las etapas implicadas en la producción de la cerveza, con sus correspondientes parámetros a establecer, mediante la resolución de los balances de materia y energía.
4. Selección y dimensionado de los equipos que intervienen en el procesado en función de la capacidad productiva y características técnicas, entre otros.
5. Estudio del sector y emplazamiento, y de viabilidad económica para evaluar la rentabilidad de la industria y dimensionar la producción.

Además, El presente proyecto contribuye a la promoción del desarrollo sostenible mediante la participación en los siguientes ODS:

- **Objetivo 8.** Trabajo decente y crecimiento económico: se pretende lograr un crecimiento económico sostenible mediante el aumento de los niveles de productividad y la incorporación de innovación tecnológica durante todo el proceso. Además, se generan puestos de trabajo fomentando el espíritu empresarial y disminuyendo las desigualdades.
- **Objetivo 12.** Consumo y producción responsables: es urgente reducir la huella ecológica mediante un cambio en los métodos de producción y consumo de bienes y recursos. La gestión eficiente de los recursos naturales y la forma de eliminar desechos tóxicos y contaminantes son vitales para lograr este objetivo. También es importante instar a reciclar y reducir, tal y como se pretende en este proyecto mediante la introducción de envasado sostenible y reciclable.

1.2. Situación y emplazamiento

La fábrica de cerveza artesanal se ubicará en el término municipal de Sallent de Gállego, perteneciente a la comarca del Alto Aragón, al norte de la provincia de Huesca (Aragón). Constituye la capital del Valle de Tena, muy próximo a la frontera con Francia y a 87,5 kilómetros de la ciudad de Huesca.

Los datos de referencia de la parcela en la que se ubicará el proyecto (figura 1), son los que se muestran a continuación:

- Localización: San Juan (Sallent de Gállego)
- Polígono catastral: 15
- Parcela: 98
- Superficie: 2993 m²
- Referencia catastral: 22282A015000980000UF
- Clasificación del terreno: agrario
- Uso característico: pastizal
- Altitud: 1304 m.s.n.m.
- Coordenadas UTM:
 - Huso: 30
 - Coord. X: 718562,93
 - Coord. Y: 4738894,60



Figura 1. Situación y emplazamiento de la parcela.

1.2.1. Comunicaciones

La parcela en la que se emplazará el presente proyecto se localiza a 425 m de las orillas del pantano de Lanuza y a 200-300 m del núcleo urbano de Sallent de Gállego; y con fácil acceso desde el mismo mediante el Camino del Obispo Martón. Tiene posibilidad de acceso tanto para vehículos como viandantes (500 m de camino aproximadamente desde el casco urbano).

Además, se encuentra a 1270 m a la carretera A-136, que une la ciudad de Biescas con el Portalet y el sur de Francia, pasando por el valle de Tena.

1.3. Motivaciones del proyecto

Las principales motivaciones para el planteamiento y desarrollo de este proyecto han sido:

- 1) Fomentar el consumo local y de cercanía:

Permitir el consumo de un producto de kilómetro 0, en lugar de optar por cervezas artesanales de importación, reduciendo así el impacto ambiental del producto.

2) Promover el desarrollo económico de la zona:

Favorecer el turismo en el municipio de Sallent de Gállego, ofreciendo una actividad diferente y novedosa en la zona a través de la organización de visitas guiadas y catas dirigidas llevadas a cabo en la propia industria.

3) Instaurar un producto de calidad e incrementar el interés del público:

Contribuir a crear una cultura gastronómica desde el punto de vista artesanal, respetando la receta original del producto y sus atributos sensoriales característicos. Mejorar el conocimiento por parte del público nacional acerca del proceso tradicional de producción de cerveza, haciéndoles conocedores de sus ventajas frente a la industrialización a gran escala y de las notables diferencias que existen en la calidad final del producto.

Fomentar la creación en España de una legislación reguladora sobre el producto definido como “cerveza” con el fin de preservar los ingredientes originales y evitar la adición de adjuntos, ya existente en muchos países europeos.

1.4. Descripción de la edificación

La nave planteada para el presente proyecto es de planta rectangular con cubierta a dos aguas y de 798 m² de superficie. Se subdivide en 11 zonas diferenciadas que se detallan en el Plano de Layout y su Anejo correspondiente, donde se llevarán a cabo todas las etapas del procesado y labores administrativas.

El sector destinado a la línea de procesado se compone por:

- Dos almacenes, de materias primas y producto terminado respectivamente, que conectan con el muelle de recepción de camiones.
- Una zona de vestuarios para el personal operario y técnico de calidad.
- La planta de producción, dónde se ubican todos los equipos separando el circuito caliente del frío.
- Un almacén de residuos que conecta con el exterior, y un almacén de productos de limpieza.

Además, la industria cuenta con un área de oficinas destinada a los administrativos y gerente; y una sala de catas abierta al público y con posibilidad de venta directa del producto. Ambas se encuentran físicamente separadas de la planta de producción, dónde solo se puede acceder bajo supervisión del personal.

La distribución en planta se ha llevado a cabo respetando al máximo la dirección de los flujos de producto y personal, evitando cruces entre ellos y facilitando el orden de ejecución de las operaciones.

1.5. Actividades planteadas

El proceso planteado en el presente proyecto integra la producción de dos variedades de cerveza de distintos orígenes, Lager e India Pale Ale, diferenciadas principalmente en los tiempos y temperaturas de fermentación, las especies de levadura a utilizar, y la variedad de lúpulo a incluir. Las denominaciones comerciales de los productos, presentes en el etiquetado, serán las siguientes:

- *Cerveza de las Nieves* artesanal estilo Lager
- *Cerveza de las Nieves* artesanal estilo IPA

Por todo ello, aunque el proceso de fabricación de ambas tipologías constará de las mismas fases, habrá diferencias en las formulaciones de ingredientes, en los parámetros establecidos y en los equipos de elaboración.

Ambas variedades se comercializarán en botellas de vidrio de 33 cl de capacidad.

1.5.1. Mano de obra

En la industria de cerveza artesanal se contará con una plantilla compuesta por un operario en planta, un técnico de calidad, dos administrativos y un gerente (tabla 1).

Tabla 1. Plantilla de la industria.	
Posición	Nº de trabajadores
Gerente	1
Técnico de calidad	1
Operario	1
Administrativos	2

El técnico de calidad y el operario trabajarán en planta, controlando y ejecutando las tareas del proceso de producción; mientras que el gerente y los administrativos se ubicarán en la zona de oficinas fundamentalmente. El gerente coordinará y planificará todas las actividades, y los administrativos se encargarán de los temas logísticos y comerciales.

1.5.2. Plan de producción

La producción planteada es de 48000 L anuales, es decir, 4000 L mensuales de los cuales la mitad será de variedad Lager y la otra mitad India Pale Ale. Ambas se producirán simultáneamente, destinando dos fermentadores de 1000L de capacidad a la Lager y uno a la tipo IPA dado que el tiempo de guarda de la primera es el doble respecto a la segunda. Cada lote producido será de 1000L de cerveza, lo que equivale a 3000 botellas de 33 cl.

La jornada laboral será de 240 días anuales y 8 horas diarias, de lunes a viernes, salvo en las visitas guiadas que se llevarán a cabo por turnos los fines de semana de la temporada alta.

Para dimensionar las cantidades de materia prima requeridas se han tenido en cuenta las pérdidas volumétricas que se dan en varias etapas:

- Extracción del bagazo húmedo en la cuba filtro: pérdida del 1 % del volumen de mosto.
- Evaporación en la cocción: pérdida del 16 % de volumen de mosto en forma de vapor.
- Extracción del bagazo de lúpulo: generación de 20 Kg por Kg de lúpulo adicionado.
- Fermentación: pérdidas del 2.5 % de volumen con la extracción de la levadura al finalizar la fermentación.

Como consecuencia, las cantidades de materias primas y auxiliares que se requiere adquirir anualmente se recogen en la tabla 2. En el Anejo VI correspondiente al balance de materia se desarrollan todos los cálculos pertinentes.

Tabla 2. Cantidad de materias primas y auxiliares requeridas.	
Materia prima	Kg/año
Malta base Ale	4648.8
Malta Crystal	151.2
Malta Pilsner	6204
Lúpulo Golding	88.8
Lúpulo Saaz	156
Levadura <i>Saccharomyces Cerevisiae</i>	24
Levadura <i>Saccharomyces uvarum</i>	24
Agua	64896
Material auxiliar	Ud/año
Botellas vidrio 33 cl	144000
Cajas embalaje	24000

1.5.3. Proceso productivo

De acuerdo con la Guía de Mejores Técnicas Disponibles en España del sector cervecero (2005), el proceso productivo de la cerveza se puede resumir en cuatro etapas principales que, a su vez, se dividen en varias etapas (figura 2):

1. Fabricación de mosto
2. Fermentación y guarda
3. Filtración
4. Envasado

En el presente proyecto, en primer lugar, se reciben y almacenan las materias primas y auxiliares. A continuación, se muelen los granos en el molino dando lugar a harina; y se macera en agua con el objetivo de liberar mediante acción enzimática los azúcares fermentables que servirán de sustrato para las levaduras en la fermentación.

Seguidamente, el mosto se separa del bagazo mediante su filtración y se lleva a ebullición junto con el lúpulo en la etapa de cocción. Durante esta fase, se producen una serie de reacciones por las que las sustancias amargas y aceites del lúpulo se solubilizan

e isomerizan. Por su lado, el bagazo se almacena en silos y se puede destinar a la alimentación animal.

Posteriormente, se enfría el mosto hasta la temperatura de inoculación de levadura, que varía según la cepa, tal y como se detalla en los siguientes apartados. Se lleva a cabo la fermentación y guarda de la cerveza en los tanques fermentadores y, finalmente, se procede a la clarificación de la cerveza de variedad Lager para eliminar los restos de levaduras y otras impurezas. La variedad India Pale Ale pasa directamente a la embotelladora y etiquetadora, sin el último filtrado, puesto que se quiere obtener un producto final con aspecto turbio.

Todas las etapas del proceso productivo se llevan a cabo en la planta de producción, a excepción del almacén de materias primas y almacén de producto final, que cuentan con sendos espacios.

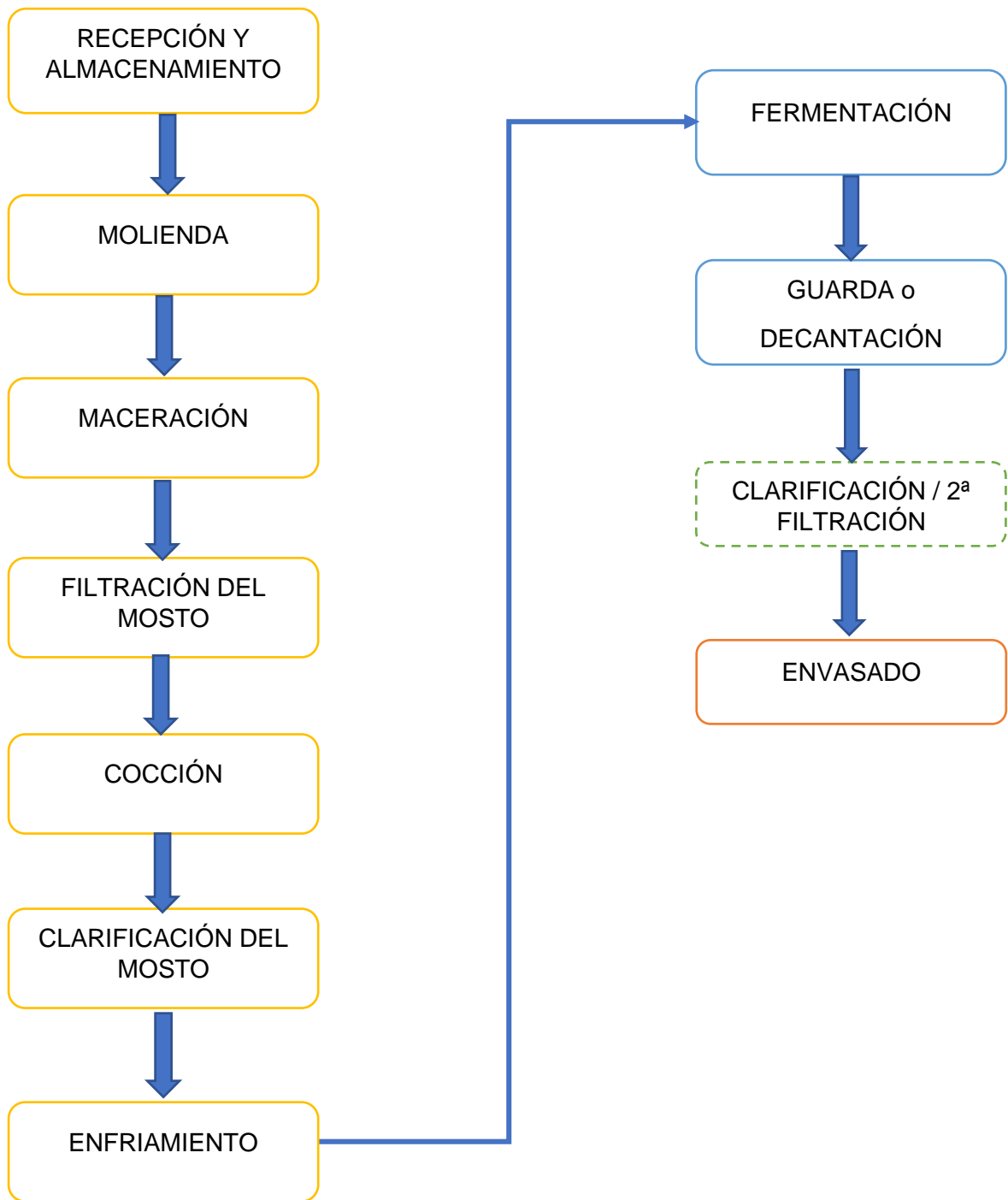


Figura 2. Diagrama de flujo del proceso de producción de la cerveza artesanal.

1.5.3.1. Recepción y almacenamiento de materias primas y auxiliares

Se reciben las materias primas sólidas en el muelle de recepción, consistentes en la malta de cebada en formato a granel y el lúpulo en forma de sacos o contenedores de pellets. La descarga de la cebada a granel se puede llevar a cabo en recintos abiertos o cerrados y, seguidamente, se distribuye, limpia y almacena en silos.

La limpia de la cebada consiste en eliminar aquellos componentes no aptos, tal y como piedras o partículas metálicas, mediante la utilización de diversos tipos de cribas o tamices, separadores metálicos y/o densimétricos. De esta manera, se reduce el riesgo de explosión de los equipos y sistemas, y se prolonga su vida útil.

La recepción de material auxiliar se lleva a cabo en el mismo muelle, y se reciben paletizados con sus albaranes correspondientes.

1.5.3.2. Molienda

La molienda o molturación se lleva a cabo para reducir el tamaño del grano para facilitar su tratamiento en las etapas posteriores de fabricación del mosto. Se lleva a cabo en un equipo automático acoplado al tanque de maceración-cocción con una capacidad de 300 – 400 kg/h de molienda que permitirá obtener toda la harina de cada lote de producción de 1000L en menos de una hora.

1.5.3.3. Maceración, filtración del mosto y cocción

La maceración consiste en la adición de la harina de malta en agua para formar la disolución que se procesará dando lugar al mosto cervecero, con el objetivo de optimizar el rendimiento de extracto de las levaduras. Una vez finalizada la maceración, se separan los compuestos insolubles o bagazo del mosto cervecero mediante filtración en cuba-filtro. Una vez retirado el bagazo, el mosto dulce se conduce a la caldera de cocción y se procede a la adición del lúpulo. En esta fase se esteriliza el mosto y se detiene la actividad enzimática de liberación de azúcares.

En el presente proyecto se ha seleccionado un equipo de maceración-cocción continua que integra un tanque de maceración con filtro incluido de 530 L y otro de cocción de 675 L. Además, cuenta con un sistema Whirlpool para retirar los complejos coloidales del mosto formados tras la cocción.

Los parámetros de tiempo y temperatura varían en función de la variedad de cerveza, y se detallan en la tabla 3.

Tabla 3. Parámetros de tiempo y temperatura en las etapas de maceración y cocción.

Etapas	Lager		India Pale Ale (IPA)	
	Tiempo (min)	Temperatura (°C)	Tiempo (min)	Temperatura (°C)
Maceración	30	45	120	65
	30	64		
	30	72		
	30	78		
Cocción	120	100	120	100

El agua que abastece a este equipo proviene de un tanque de Agua Caliente Sanitaria donde se precalienta mediante un intercambiador de placas que aprovecha el flujo de mosto caliente a la salida del tanque de cocción y que, además, dispone de una fuente de calor externa que consiste en una caldera de condensación a gas.

1.5.3.4. Enfriamiento del mosto

Tras la cocción, el mosto se debe enfriar hasta alcanzar la temperatura de fermentación y así poder inocular las levaduras. En el caso de la cerveza tipo Lager, el mosto debe alcanzar una temperatura de 10 °C; mientras que en la IPA de 23 °C, antes de añadir la levadura.

El enfriamiento se realiza mediante dos intercambiadores de placas consecutivos conectados en serie para optimizar los recursos energéticos. En la primera etapa de enfriamiento, el intercambio se produce entre el agua proveniente de la red pública, con una temperatura media de 8 °C, y el mosto a la salida del tanque de cocción. Este circuito de agua llega a los tanques de agua caliente sanitaria que se utilizarán para llenar el tanque de maceración-cocción, por lo que se reduce la aportación de calor necesaria mediante este primer intercambio.

En el segundo intercambiador, se utiliza agua con un 40 % de propilenglicol como refrigerante para enfriar el mosto hasta la temperatura de fermentación correspondiente y para mantenerla durante la guarda. Para ello, se requerirá un equipo de frío con una para abastecer al intercambiador de placas los tres fermentadores.

1.5.3.5. Fermentación, guarda y filtración.

La fermentación es la reacción llevada a cabo por las levaduras seleccionadas para transformar los azúcares reductores simples liberados en la maceración, y obtener etanol

y dióxido de carbono bajo condiciones de anaerobiosis. Una vez finalizada, se lleva a cabo la etapa de guarda a temperaturas inferiores con el objetivo de sedimentar las levaduras y otros compuestos.

Los parámetros de tiempo y temperatura difieren entre ambas variedades, y se muestran en la tabla 4.

	India Pale Ale (IPA)		Lager	
	<u>Tiempo</u>	<u>Temperatura (°C)</u>	<u>Tiempo</u>	<u>Temperatura (°C)</u>
Fermentación	3 – 5 días	23 °C	1 ^{er} día	10
			2 ^o - 7 ^o día	7
			7 ^o - 9 ^o día	3 - 5
Guarda	2 semanas	11	4 semanas	3

Tanto la fermentación como la guarda se producen en un tanque troncocónico de 1000L de capacidad diseñado para llevar a cabo ambos procesos.

Al finalizar, la cerveza estilo Lager se clarifica mediante un filtro de tierras diatomeas para eliminar su turbidez.

1.5.3.6. Embotellado y etiquetado

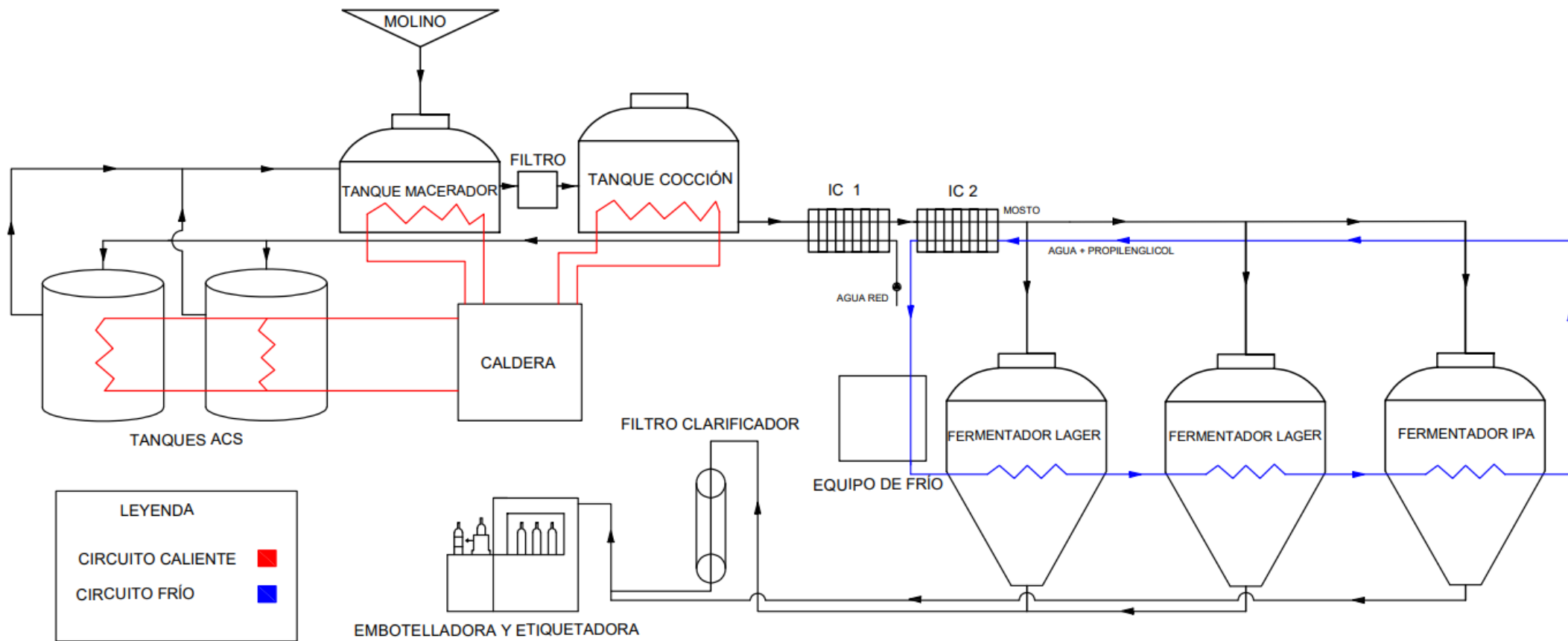
Para finalizar el proceso de producción, se seleccionan una embotelladora y una etiquetadora semiautomáticas válidas para botellas. Las botellas se depositan en el almacén de producto terminado, que se encontrará aislado térmicamente para mantenerse fresco.

1.5.4. Balance de energía

Los requerimientos energéticos se han calculado en forma de potencia y se desarrollan en el Anejo VII de Balance de Energía. A partir de ellos, se ha dimensionado la caldera, que suministrara a los depósitos de ACS y el equipo de maceración-cocción; y el equipo de frío, que se conecta con los tres fermentadores y el segundo intercambiador de placas:

- Potencia calorífica total requerida para la caldera: 64.69 kW.
- Potencia frigorífica total requerida para el equipo de frío: 79.63 kW.

1.5.5. Diagrama del proceso y equipos.



1.5.6. Residuos y subproductos

La Guía de Mejores Técnicas Disponibles en España del sector cervecero (2005) describe los subproductos y residuos más habituales en una instalación cervecera. Es necesario tener en cuenta el proceso interno de gestión de subproductos y residuos, lo que implica la caracterización, clasificación y cuantificación de éstos; el patrón de generación, la forma de recogida, almacenamiento y preparación y, finalmente, la entrega a un gestor autorizado.

La tabla 5 recoge un resumen de los posibles subproductos y residuos generados en la industria cervecera con sus correspondientes códigos LER, de acuerdo con el Código de Residuos y Sustancias Peligrosas (2022).

Tabla 5. Subproductos y residuos de la industria cervecera.	
Denominación	Código LER (* indica residuo peligroso)
Subproductos orgánicos	020701
Tierras filtrantes agotadas	020705
Trapos y papel absorbente usados	020704
Baterías	200133*
Envases de productos peligrosos	150110*
Disolventes	140602* o 140603* o 200113*
Residuos de laboratorio	160506*
Vidrio	150107 o 200102
Papel y cartón	150101 o 200101
Madera y pallets	150103 o 200138
Plástico	150102 o 200139
Metal	150104 o 200140

1.5.6.1. Subproductos/restos orgánicos

Dentro de esta categoría se engloban los subproductos más comunes que se generan en la industria cervecera: el bagazo, la levadura y los restos secos de malta.

Son restos orgánicos resultantes del procesado de la malta y de la fermentación, utilizados para alimentación humana o animal, y deben ser recolectados y almacenados adecuadamente. Si no se pueden utilizar para estos fines, pasan a considerarse residuos orgánicos y se pueden emplear técnicas de valorización como el compostaje, o la biometanización. En todo caso, se deben registrar los tipos y cantidades generadas, y llevar a cabo una correcta segregación.

Su tasa de generación se incluye en el balance de materia detallado en el Anejo VI.

1.5.6.2. Peligrosos

Constituyen una minoría en el cómputo global de los residuos generados, y corresponden a actividades de mantenimiento, limpieza y desinfección de la instalación. Los materiales más relevantes son en su mayoría envases que han contenido sustancias peligrosas, disolventes, aceites usados etc.

La presente fábrica deberá estar inscrita en el Registro de Pequeños Productores de Residuos Peligrosos, cumplir con ciertas obligaciones de control y contar con un gestor de residuos autorizado.

1.5.6.3. Residuos asimilables a urbanos

Corresponden a los residuos clasificados como no peligrosos y que pueden asimilarse a los producidos en domicilios particulares. En esta categoría se incluyen el vidrio, plástico, cartón, metales, madera y basura procedente del servicio de catas, así como material de oficina.

Este grupo de residuos se debe almacenar y segregar correctamente para llevar a cabo su reciclaje.

2. Memoria constructiva

2.1. Cimentación

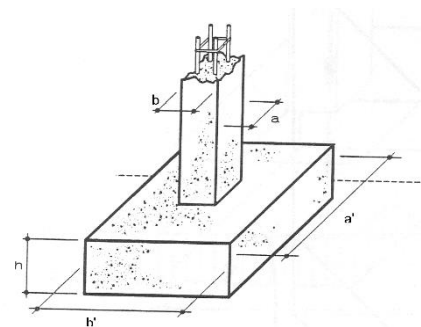
En el presente apartado se incluye el resultado del dimensionado de las zapatas, elementos estructurales que transmiten las cargas de edificación al suelo y los distribuyen para cumplir con los criterios de comprobación pertinentes.

Los cálculos de dimensionado de las zapatas se encuentran desarrollados en el Anejo IX sobre el Cálculo de Estructuras, partiendo de los esfuerzos axiales y cortantes, y el momento flector sobre la base del pilar adoptado en la estructura (HEB-220) bajo la hipótesis de carga que corresponde en cada cálculo.

La zapata seleccionada es de dimensiones 2.4x2x0.8 m, con un volumen de hormigón HA-25/P/40/IIa de 3.84 m³ y una solera de 15 cm (tabla 6). El lado largo de la zapata (a') quedará enfrenteado al viento en fachada.

Tabla 6. Predimensionado de la zapata.

CANTO DE LA ZAPATA :	h(m)=	0.8
LARGO DE LA ZAPATA:	a'(m)=	2.4
ANCHO DE LA ZAPATA:	b'(m)=	2.0



Las vigas riostras interconectan las zapatas y son de 40x40 cm de sección, fabricadas de hormigón armado HA-25/P/40/IIa. El recubrimiento para la armadura de fondo en la zapata (hormigón de limpieza) será una capa de 10 cm de hormigón H-125. El armado de la parrilla fondo constará de 9 barras de 20 mm de diámetro separadas cada 23 cm de acero corrugado B-500S.

La placa base del pilar es de 65x65x2 cm, de acero S275JR y pernos de 20 mm de diámetro, con 3 pernos a tracción.

2.2. Estructura

La estructura metálica adoptada consiste en una nave con cubierta a dos aguas de tipo cercha y reúne las siguientes características:

- Altitud topográfica: 1304 m.s.n.m.

- Término municipal de Sallent de Gállego
- Longitud de la nave: 42 m
- Ancho de la nave: 19 m
- Separación entre cerchas: 7 metros
- Número de cerchas: 7
- Altura de la cumbrera: 8.1 m
- Altura de la fachada 5.5 m
- Luz de cálculo de correas: 7 m
- Pendiente de cubierta a dos aguas: 20%

2.2.1. Correas y perfiles metálicos

La correa seleccionada es de acero galvanizado modelo C350-80-4, con un intereje en el faldón de barlovento de 1.51 m repartidas sobre los 9.09 m de longitud efectiva de la viga para reparto de correas, por lo que habrá 7 correas por faldón y 6 tramos de reparto. Habrá dos tirantillas por tramo entre cerchas debido al elevado valor de la carga de nieve.

Los perfiles adoptados para las barras que componen la estructura de la cercha se muestran en la tabla 7, y se disponen siguiendo la triangulación Pratt. En la figura 3 se muestra el diagrama dimensionado en el software SAP2000 con los perfiles en sus barras correspondientes.

Tabla 7. Perfiles adoptados en la estructura tipo cercha.	
	Solución predimensionado
Pilares	HEB-220
Cordón superior	PHR-180X100X6
Cordón inferior	PHR-180X100X5
Diagonales y montantes	PHR-120X80X4

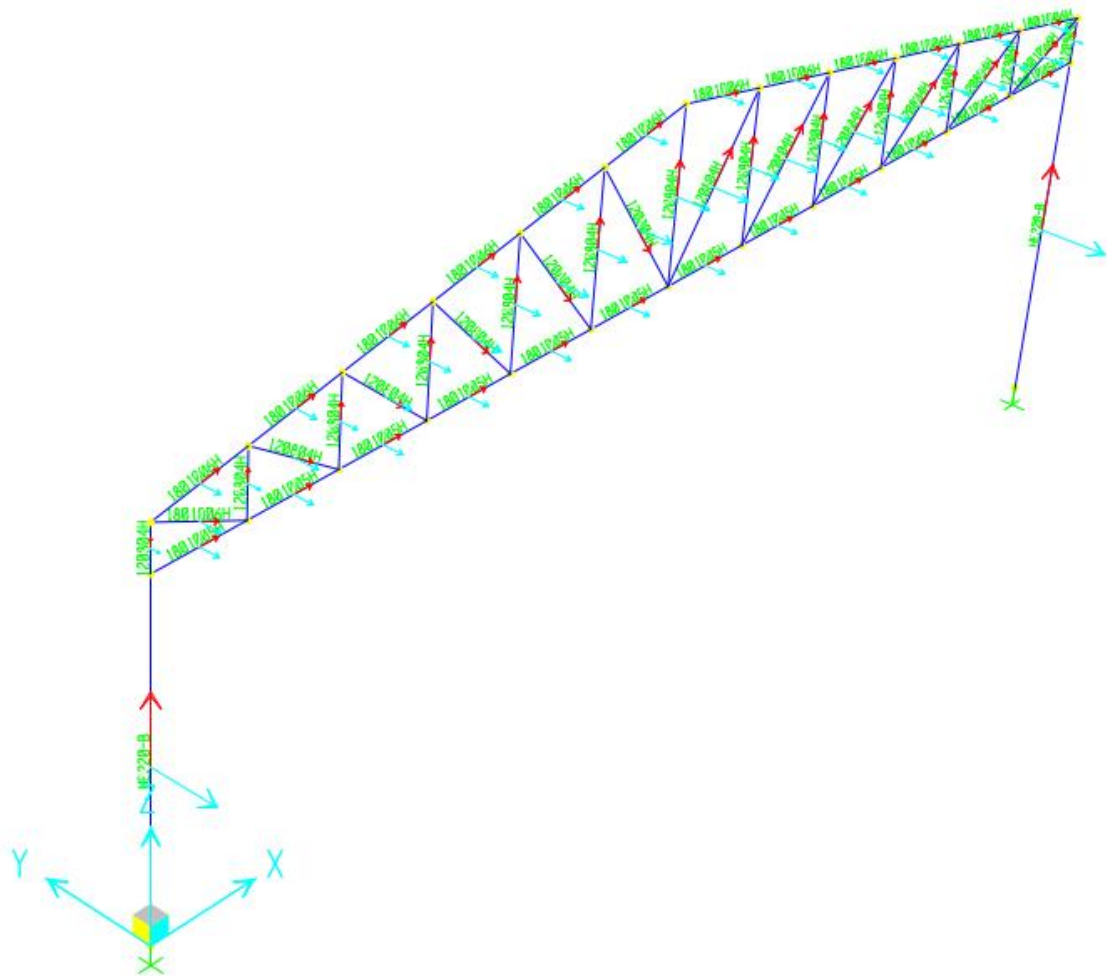


Figura 3. Diseño de la estructura tipo cercha con perfiles de barras.

2.3. Cerramientos y compartimentación

Los cerramientos y compartimentación de las fachadas y tabiquería interior se llevan a cabo con paneles tipo sándwich aislantes de 100 mm.

Se dispondrá de un falso techo de escayola lisa de placas de 100x60 cm ubicado a 3 m de altura en la zona de oficinas, sala de catas, almacenes, pasillos, vestuarios y sanitarios. En la planta de producción, se colocarán paneles tipo sándwich aislantes de 100 mm. La superficie de los locales en los que se divide la nave se muestran en la tabla 8.

Tabla 8. División de la planta en zonas y superficies.	
Zona	Superficie (m ²)
Sala de cata y restauración	138.17
Almacén de producto terminado	63.72
Almacén de materias primas	63.72
Planta de producción	251.64
Vestuarios	101.82
Sala de reuniones	56.20
Oficinas	40.00
Sanitarios públicos	15.13
Sanitarios personal	10.64
Almacén productos de limpieza	10.12
Almacén y salida de residuos	6.46

2.4. Pavimentos

Se dispone una solera de hormigón armado HA-25/P/40/Ila con acero corrugado B 500 T de 15 cm de espesor, encima de una sub-base de zahorras compactadas como colchón de la solera de 15 cm de espesor.

En la planta de producción se dispondrá de un pavimento antideslizante Epoxy de 2 cm de espesor, mientras que en la sala de catas, pasillos y almacenes se emplea un solado de baldosa de barro cocido de 40x40 cm y 2 cm de espesor fabricada con cemento CEMII/A-P 32, 5 R. En el resto de áreas se utiliza un solado de mármol gris macael de 2 cm.

2.5. Carpintería

Se dispone de 24 puertas interiores de paso ciegas normalizadas lisas huecas de sapelly para barnizar y de 4 puertas exteriores de chapa lisa de 70 x 200 cm de chapa de acero galvanizado de 1 mm de espesor; y de una puerta de doble hoja de acero galvanizado de 80 x 200 cm/ hoja.

Se seleccionan ventanas practicables de 1 hoja de aluminio lacado blanco, de 1 m² de superficie total, que se localizarán en la zona de oficinas y sala de catas.

2.6. Acabados

Se instalan rodapiés de cerámica de 33x8 cm para la zona de oficinas y sala de reuniones, y se aplica pintura al temple de color liso sobre las paredes todas las áreas.

Se dispone de una encimera de mármol nacional de 2 cm de espesor para la zona de la barra en la sala de catas.

2.7. Instalación eléctrica

Dentro de la instalación eléctrica, se ha utilizado el software DIALux evo para dimensionar las luminarias en cada área de la fábrica. Para llevar a cabo estos cálculos, se ha tenido en cuenta la luz natural que incide sobre las habitaciones con ventanas.

Se ha seleccionado una lámpara tipo LED marca PHILIPS y modelo WT470C L1300 1XLED42S/840 VWB de 30.5 W de 4200 lm de iluminancia y un rendimiento del 99.98%. En total, se disponen 182 unidades en la fábrica sumando un total de 5.551 kW tal y como se muestra en el Plano nº 7 y en la figura 4. En el Anejo XI: Instalación Eléctrica se adjunta el informe de los resultados de cálculo del software.



Figura 4. Disposición de la luminaria en la fábrica.

Por otro lado, se ha utilizado el software EcoStruxure Power Design – Ecodial INT, de la marca Schneider, para diseñar el diagrama unifilar y calcular la sección del cableado. El plano nº 8 muestra las tomas de fuerza de la fábrica y el nº 9 el diagrama unifilar realizado con el software, con las soluciones de las secciones establecidas.

Finalmente, se selecciona una caja general de protección de 160 A trifásica (400V) para proteger las acometidas. Las cargas representadas corresponden a los equipos que absorben potencia de la red, que se recogen en la tabla 9. Todas resultan de conexión trifásica, a excepción de los ordenadores de sobremesa de la oficina.

Tabla 9. Conexión de la carga de los equipos		
	Potencia absorbida (kW)	Conexión
Molino	2.2	400V 50 Hz
Equipo de frío	22.67	400V 50 Hz
Clarificador	0.45	400V 50 Hz
Etiquetadora	0.2	400V 50 Hz
Equipos oficina	0.6	230V 50 Hz

2.8. Instalación de protección contra incendios

Se dimensiona la instalación de protección contra incendios de acuerdo con el Real Decreto 2267/2004 del 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.

Se establece como premisa que la planta de producción se clasifica como “Tipo C”, según el Anexo I del RD 2267/2004, que corresponde a un establecimiento industrial que ocupa totalmente un edificio y que está a una distancia mayor de tres metros del edificio más próximo de otros establecimientos. Se considera toda la planta como un único sector de incendio.

En cuanto a la clasificación de actividades, según el RD 2267/2004 y el Catálogo CEA de CEPREVEN, la densidad de carga de fuego media (Q_s) del establecimiento industrial de fabricación y venta denominado “cervecera” es de 80 MJ/m² o 19 Mcal/m². Con estos valores, el nivel riesgo intrínseco de incendio de la planta es igual a 1, y queda clasificado como “bajo” ($Q_s \leq 100$ Mcal/m²).

2.8.1. Requisitos constructivos del establecimiento

- La máxima superficie construida admisible en un establecimiento de tipo C y riesgo bajo es ilimitada.

- Los productos de construcción deben cumplir las exigencias de comportamiento al fuego establecidas en la norma UNE-EN 13501-1, en los casos en los que dichos requisitos sean aplicables a instalaciones de riesgo intrínseco bajo.
- La estabilidad al fuego de elementos estructurales portantes se clasifica como “planta sobre rasante” con una resistencia al fuego de R 30 (EF-30). Este valor corresponde a los minutos durante los cuales el elemento constructivo debe mantener su estabilidad mecánica.
- La resistencia al fuego de los elementos de cerramiento deberá ser de RF-120.
- El recorrido de evacuación del establecimiento deberá tener 1 salida de recorrido único y una longitud máxima de 35 m, o dos salidas con longitud máxima de 50 m.

2.8.2. Requisitos de las instalaciones de protección contra incendios

- Todos los aparatos, equipos, sistemas y componentes de las instalaciones de protección contra incendios cumplirán con el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios, aprobado por el Real Decreto 1942/1993, de 5 de noviembre, y en la Orden de 16 de abril de 1998, sobre normas de procedimiento y desarrollo de aquel.
- Se instalarán sistemas manuales de alarma de incendio, puesto que no se requieren sistemas automáticos al ser un edificio tipo C de riesgo intrínseco bajo. Los pulsadores se situarán junto a cada salida de evacuación del sector incendio.
- Se instalarán extintores de incendio portátiles de eficacia mínima 21A con un extintor por cada 200 m² máximo, por lo que se requerirá un mínimo de 4 extintores portátiles en los 798 m² de la nave. Deben emplazarse de tal forma que el recorrido máximo desde el extintor a cualquier punto del sector de incendio no supere los 15 m lineales.
- Se instalará un sistema de alumbrado de emergencia que será fija y provista de fuente propia de energía.
- Las salidas de uso habitual o de emergencia, así como la de los medios de protección contra incendios de utilización manual, se deben señalar cuando no sean fácilmente localizables.

3. Presupuesto

El presupuesto del presente proyecto se ha calculado mediante el software PRESTO 8.7. y se adjunta en el Documento nº 4: Presupuesto. El resumen del presupuesto desglosado se muestra en la tabla 10.

Tabla 10. Resumen del presupuesto		
Categoría	EUROS	%
Movimiento de tierras	2,269.67	0.35
Cimentación	29847,89	4.73
Estructuras	50,447.63	7.99
Equipos	173,113.04	27.43
Fontanería y sanitarios	7,432.28	1.18
Mobiliario y otros	20,862.86	3.31
Instalación contra incendios	1,025.60	0.16
Instalación eléctrica	31,693.37	5.02
Carpintería	6,123.93	0.97
Pavimentos	98,636.96	15.63
Urbanización	269.17	0.04
Terreno	209510.00	33.19
TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL	631,192.40	
13.00% Gastos generales	82,055.01	
6.00% Beneficio industrial	37,871.54	
21.00% I.V.A.	157,734.98	
TOTAL PRESUPUESTO GENERAL	908,853.93	

El presupuesto general asciende a la expresada cantidad de NOVECIENTOS OCHO MIL OCHOCIENTOS CINCUENTA Y TRES EUROS con NOVENTA Y TRES CÉNTIMOS.

4. Estudio de viabilidad económica

El estudio de viabilidad económica del proyecto se desarrolla con el objetivo evaluar su rentabilidad mediante los parámetros Valor Actual Neto (VAN), Tasa Interna de Retorno (TIR) y periodo de Payback.

Se parte de las siguientes premisas para llevar a cabo los cálculos:

- El horizonte de vida útil del proyecto se establece en 20 años, durante los cuales se considera que no se debe sustituir ninguno de los equipos de producción. Se considera que al final de la vida útil el valor residual de la maquinaria es del 10% respecto al inicial.
- El coste de oportunidad se establece en un 5%.
- La inversión inicial se realiza en un único pago no fraccionado en el año 0.
- Los salarios, precios de venta y costes de las materias primas se consideran constantes en los cálculos.
- Se considera que la producción se mantiene constante y se vende en su totalidad.

Los cálculos de gastos e ingresos se desarrollan en el Anejo XII Estudio de Viabilidad Económica, de los que se puede concluir lo siguiente:

- El Valor Actual Neto (VAN) es positivo ($VAN > 0$), lo que indica que se obtiene una rentabilidad a los fondos invertidos en el proyecto. En otras palabras, es económicamente viable.
- La Tasa Interna de Retorno (TIR) es superior al coste de oportunidad, por lo que el proyecto es rentable.
- El periodo de Payback corresponde al año 6, lo que significa que durante el quinto año ya se ha recuperado toda la inversión inicial y se comienza a obtener beneficios.

Los valores de los parámetros VAN, TIR y Payback se muestran en la tabla 11.

VAN	11634265.64
TIR	22%
Payback	6



ANEJOS A LA
MEMORIA

ÍNDICE DE ANEJOS

ANEJO I	DESCRIPCIÓN DE LA ZONA
ANEJO II	ESTUDIO DEL SECTOR
ANEJO III	ESTUDIO GEOTÉCNICO
ANEJO IV	MATERIAS PRIMAS Y FORMULACIONES
ANEJO V	ETAPAS DEL PROCESO PRODUCTIVO
ANEJO VI	BALANCE DE MATERIA
ANEJO VII	BALANCE DE ENERGÍA
ANEJO VIII	DIMENSIONADO DE EQUIPOS
ANEJO IX	CÁLCULO DE ESTRUCTURAS
ANEJO X	DISTRIBUCIÓN EN PLANTA
ANEJO XI	INSTALACIÓN ELÉCTRICA: ILUMINACIÓN
ANEJO XII	ESTUDIO DE VIABILIDAD ECONÓMICA



Escuela Politécnica
Superior - Huesca
Universidad Zaragoza

ANEJO I: ESTUDIO DE LA ZONA

PROYECTO DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA FÁBRICA DE CERVEZA
ARTESANAL EN EL MUNICIPIO DE SALIENT DE GÁLLEGO (HUESCA).

SOFÍA NIEVES CALVO

TRABAJO FIN DE GRADO - 2023

Ingeniería Agroalimentaria y del Medio Rural – Mención Industrias Agrarias y Agroalimentarias

ÍNDICE

1. Introducción	2
2. Localización del proyecto	2
3. Climatología.....	3
4. Emplazamiento.....	4
5. Recursos disponibles	10
6. Bibliografía	10

1. Introducción

En el presente Anejo se va a describir el entorno y el emplazamiento donde se va a ubicar el proyecto. Se van a desarrollar sus características físicas y climatológicas, con datos extraídos del Sistema de Información Agroclimática para el Regadío. Se va a incluir la información relativa a la parcela en concreto, extraída de la Sede Electrónica del Catastro, acompañada de los planos pertinentes.

2. Localización del proyecto

El presente proyecto se ubicará en el término municipal de Sallent de Gállego (figura 1), perteneciente a la comarca del Alto Aragón, al norte de la provincia de Huesca (Aragón). Constituye la capital del Valle de Tena, muy próximo a la frontera con Francia y a 87,5 kilómetros de la ciudad de Huesca.

El municipio cuenta con una superficie de 162,14 km² y una población de 1519 habitantes (2021), con una densidad poblacional de 9,13 hab/km². Sus principales núcleos son Sallent, Formigal, Portalet d'Aneu, Lanuza, Escarrilla, Tramacastilla de Tena y Sandiniés. Además, posee una altura media de 1305 metros sobre el nivel del mar.

Sallent de Gállego se localiza a orillas del embalse de Lanuza y cerca de algunas de las montañas más altas de la cordillera pirenaica. Lo atraviesa el río Gállego y su afluente Aguas Limpias. El pico más destacado de la zona es Peña Foratata, junto con Anayet, Tres Hombres, Arriel y Balaitous, superando los 3000 m de altura.

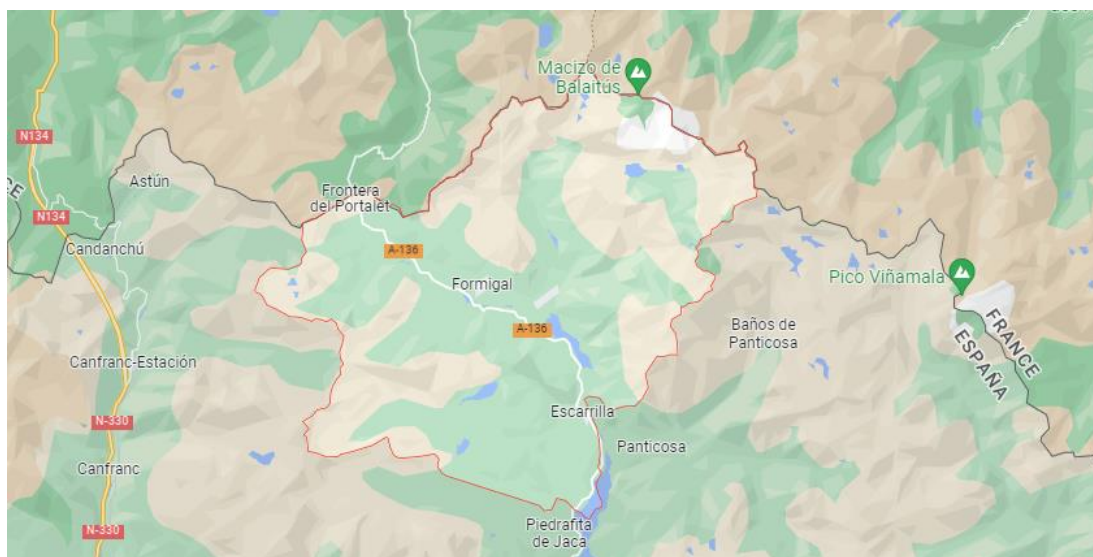


Figura 1. Término municipal de Sallent de Gállego.

3. Climatología

Según la clasificación climatológica de Köppen, el clima del municipio de Sallent de Gállego es una mezcla entre continental húmedo y subpolar. Se caracteriza por inviernos muy fríos y con abundantes tormentas en forma de nieve, mientras que los veranos son de temperaturas suaves y con menos precipitaciones. Durante los meses de invierno y parte de primavera el municipio se encuentra cubierto de nieve.

Tomando como referencia la estación meteorológica más cercana, Santa Cilia de Jaca, se ha elaborado un climograma (figura 2, tabla 2) partiendo de los datos climatológicos medios entre los años 2011 y 2021 (SiAR, 2022). Se puede concluir que los meses históricamente más fríos corresponden con enero y febrero, con temperaturas medias en torno a los 4 y 5 °C respectivamente. Se han llegado a registrar temperaturas por debajo de los -20 °C en algunas ocasiones. Por otro lado, los meses de julio y agosto son los más cálidos, aunque las temperaturas no suelen superar los 30 °C.

Las precipitaciones, generalmente, son regulares a lo largo del año aunque menos concentradas en los meses de verano y más en otoño y primavera.

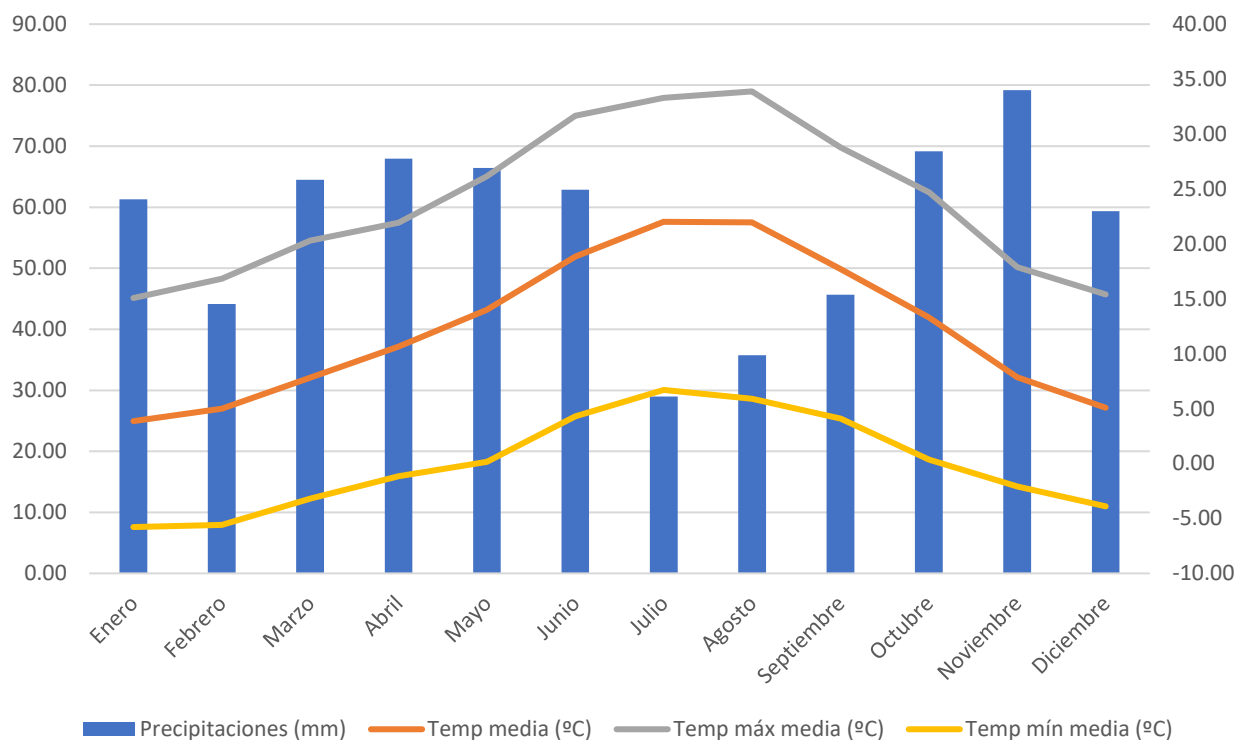


Figura 2. Climograma de la estación meteorológica de Santa Cilia de Jaca con datos medios desde 2011 a 2021 (Elaboración propia), (SiAR, 2022).

Tabla 1. Datos de precipitación media (mm) y temperaturas medias (°C) mensuales entre los años 2011 y 2021 (Elaboración propia) (SiAR, 2022).

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept	Oct	Nov	Dic
Precipitación media (mm)	61.31	44.12	64.49	67.98	66.42	62.85	28.98	35.77	45.67	69.15	79.18	59.35
Temperatura media (°C)	3.86	4.98	7.81	10.65	14.01	18.85	22	21.97	17.7	13.3	7.85	5.08
Temperatura máx media (°C)	15.07	16.82	20.28	21.91	26.16	31.67	33.29	33.88	28.77	24.69	17.86	15.41
Temperatura min media (°C)	-5.78	-5.58	-3.21	-1.17	0.16	4.3	6.7	5.91	4.1	0.36	-2.09	-3.89

4. Emplazamiento

La parcela en la que se emplazará el presente proyecto se localiza en las inmediaciones del pantano de Lanuza y del núcleo urbano de Sallent de Gállego, y con fácil acceso desde el mismo mediante el Camino del Obispo Martón (figura 3, figura 4). Los datos de referencia de la parcela son los que se muestran a continuación:

- Localización: San Juan (Sallent de Gállego)
- Polígono catastral: 15
- Parcela: 98
- Superficie: 2993 m²
- Referencia catastral: 22282A015000980000UF
- Clasificación del terreno: agrario
- Uso característico: pastizal
- Coordenadas UTM:
 - Huso: 30
 - Coord. X: 718562,93
 - Coord. Y: 4738894,60



Figura 3. Ubicación de la parcela en el término municipal de Sallent de Gállego.

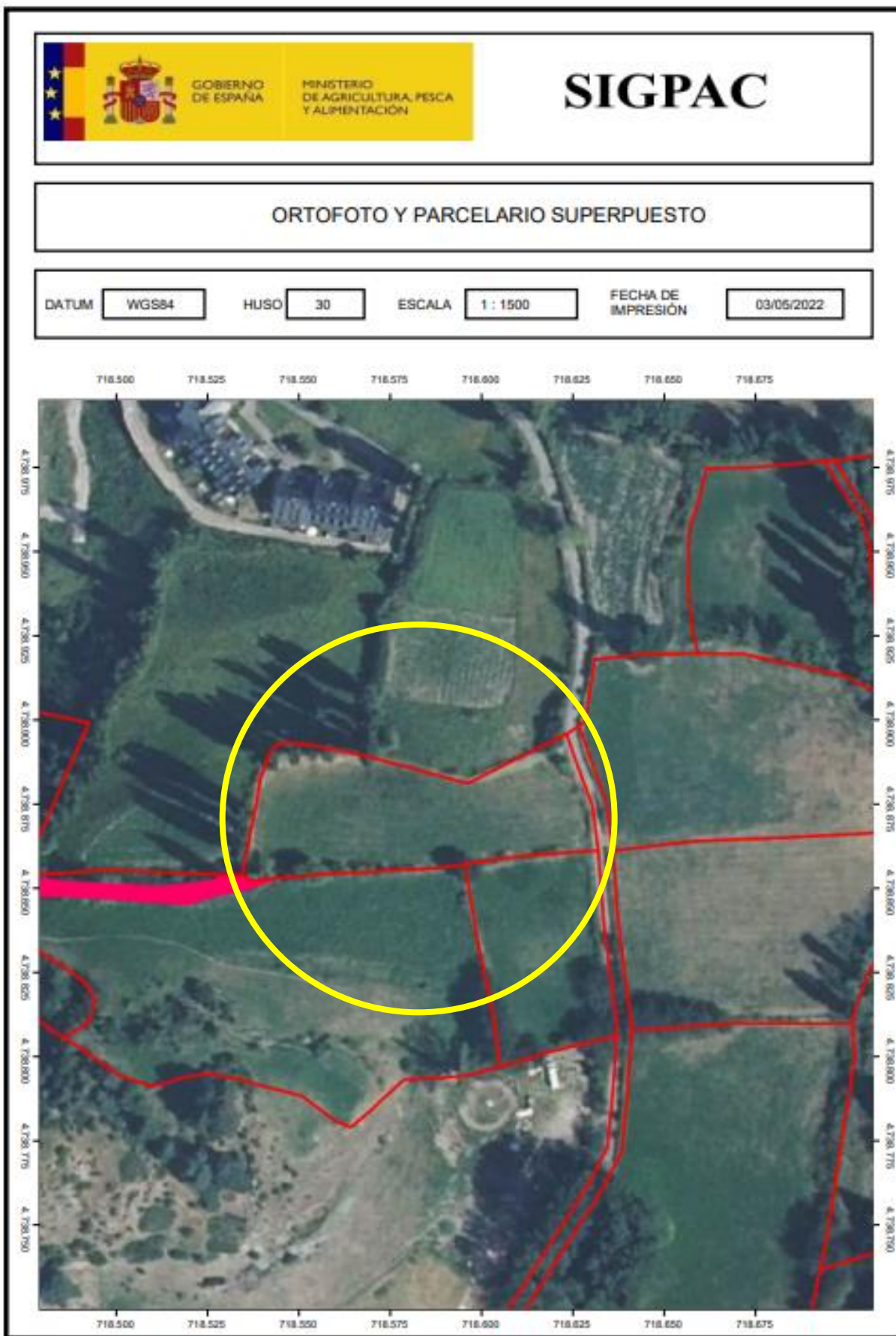


Figura 4. Plano de emplazamiento de la parcela.

La pendiente de la parcela es del 11,1%, con un desnivel de aproximadamente 6 metros entre sus cotas más bajas, de 1300 metros sobre el nivel del mar; y las más altas, de 1306 m s. n. m. (figura 5 y 6). Este hecho favorece el aprovechamiento del terreno, puesto que minimiza los movimientos de tierras requeridos en la construcción y sus consecuentes costes.

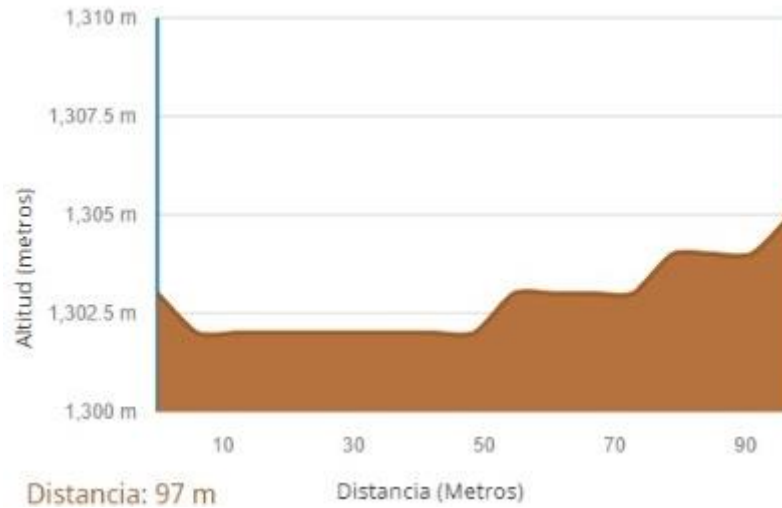


Figura 5. Perfil topográfico de la parcela.



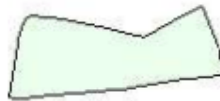
Figura 6. Plano topográfico de las curvas de nivel de la parcela.

Consulta y certificación de Bien Inmueble**FECHA Y HORA**

Fecha
10/5/2022
Hora
13:31:00

DATOS DESCRIPTIVOS DEL INMUEBLE

Referencia catastral
22282A015000980000UF
Localización
Polígono 15 Parcela 98
SAN JUAN. SALLEN DE GALLEGO (HUESCA)
Clase
Rústico
Uso principal
Agrario

PARCELA CATASTRAL

Localización
Polígono 15 Parcela 98
SAN JUAN. SALLEN DE GALLEGO (HUESCA)
Superficie gráfica
2.993 m²

CULTIVO

Subparcela	Cultivo/Aprovechamiento	Intensidad Productiva	Superficie m ²
0	E- Pastos	00	2.993

5. Recursos disponibles

Se ha elegido esta parcela para la construcción de la nave fundamentalmente por su proximidad tanto al núcleo urbano de Sallent de Gállego como a recursos hídricos de agua de alta montaña, y la posibilidad de suministro eléctrico. Además, la parcela cuenta con accesos para vehículos para transportistas y visitantes.

Algunas distancias a puntos relevantes son las siguientes:

- 200 – 300 m hasta el núcleo urbano de Sallent de Gállego. Posibilidad de acceso tanto para vehículos como viandantes (500 m de camino aproximadamente desde el casco urbano).
- 425 m al comienzo del pantano de Lanuza y menos de 400 m al Río Gállego. 150 m al Río Aguas Limpias.
- 1270 m a la carretera A-136.
- No existen explotaciones ganaderas a menos de 300 m de la parcela.

El suministro de agua se solicitará a la red local municipal, y el de electricidad a la compañía eléctrica desde las líneas de la subestación de Sallent de Gállego (figura 7). La instalación será subterránea

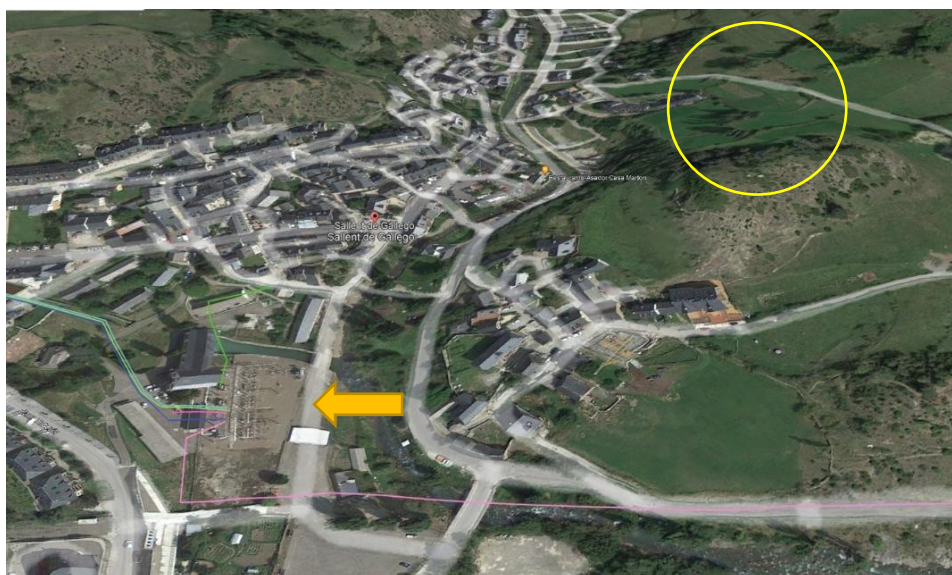


Figura 7. Plano de líneas eléctricas y de la subestación de Sallent de Gállego.

6. Bibliografía

Sistema de Información Agroclimática para el Regadío (2022).
<https://portal.mapa.gob.es/websiar/SeleccionParametrosMap.aspx?dst=1>



Escuela Politécnica
Superior - Huesca
Universidad Zaragoza

ANEJO II: ESTUDIO DEL SECTOR

PROYECTO DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA FÁBRICA DE CERVEZA
ARTESANAL EN EL MUNICIPIO DE SALLEN DE GÁLLEGO (HUESCA).

SOFÍA NIEVES CALVO

TRABAJO FIN DE GRADO - 2023

Ingeniería Agroalimentaria y del Medio Rural – Mención Industrias Agrarias y Agroalimentarias

ÍNDICE

1.	Introducción	2
2.	Producción y consumo en Europa.....	2
3.	Mercado cervecero en España	4
3.1.	Venta en España.....	4
3.2.	Consumo en España	6
3.3.	Producción en España	6
3.4.	Mercado exterior	7
3.5.	Aportación a la economía nacional.....	8
4.	Mercado de cerveza artesanal en España y Aragón	8
4.1.	Definición del producto.....	8
4.2.	La cervecería artesanal en España	9
4.3.	La cervecería artesanal en Aragón	10
5.	Introducción del producto en el mercado	12
5.1.	Capacidad productiva.....	12
6.	Bibliografía	13

1. Introducción

En el presente Anejo se va a llevar a cabo un estudio de mercado sobre la producción y consumo de cerveza, tanto de origen industrial como artesanal, con el objetivo de establecer la demanda del producto.

Se incluyen datos estadísticos de producción y consumo a nivel europeo y nacional, obtenidos principalmente del informe socioeconómico del sector de la cerveza en España de los años 2019 y 2020 publicados por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA), y de la Asociación de Cerveceros de España (ACE). En mayor profundidad, se analiza la industria de cerveza artesanal en España y Aragón, utilizando el informe socioeconómico de las Cerveceras Artesanas publicado en 2021 por la Asociación Española de Cerveceros Artesanos Independientes (AECAI), y el libro *El Mundo de la Cerveza Artesanal* de Sergi Freixes y Albert Punsola (2021), entre otros.

2. Producción y consumo en Europa

En Europa, España se ha posicionado como tercer productor cervecero desde 2019 (39,52 millones de hectolitros anuales), cuando superó la producción de Reino Unido. En cabeza se encuentra Alemania con 91,61 millones de hl, seguido de Polonia con 40,41 millones de hl (gráfica 1). Cabe destacar que estos datos corresponden al año previo a la pandemia, en el cual se produjo un notable descenso que no representa al mercado habitual (MAPA & ACE, 2021). En 2021 la tendencia se revirtió y se espera recuperar los niveles habituales entre 2022-2023.

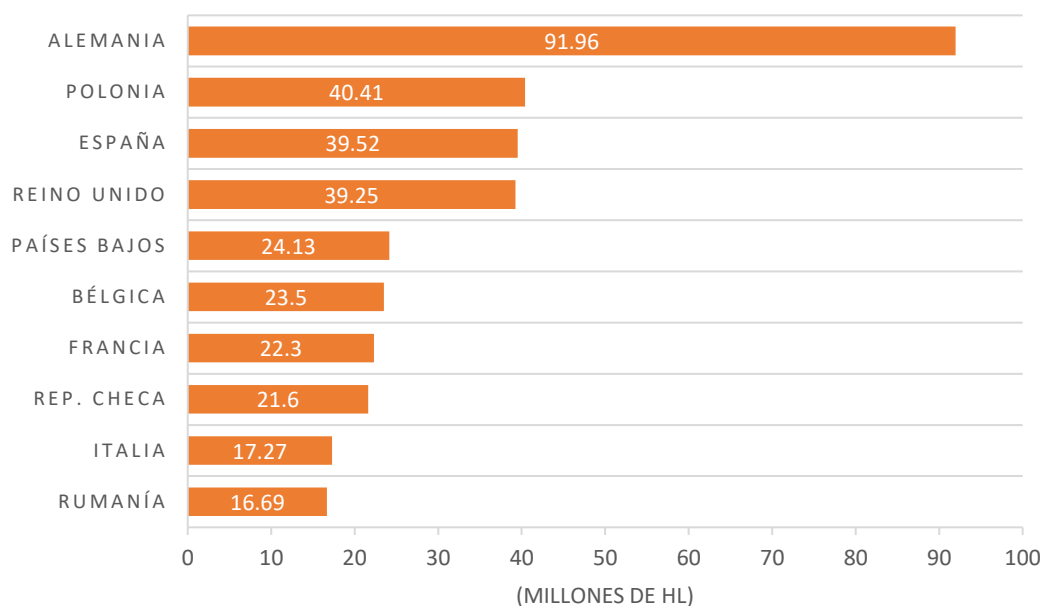


Figura 1. Datos de producción de cerveza (millones de hectolitros) en Europa de los 10 países más importantes en el sector en 2019 (MAPA & ACE, 2021; Elaboración propia).

En cuanto a consumo (gráficas 2 y 3), hay que distinguir el global de cada país frente al per cápita. Por un lado, el país de mayor consumo total coincide con el de más productor, Alemania, con cerca de 84 millones de hectolitros. En segundo lugar, aunque con gran diferencia, se sitúa Reino Unido y, seguidamente, España.

Sin embargo, en cuanto a consumo per cápita República Checa lidera la clasificación con 192 litros por habitante y año. En segundo lugar, aunque a gran distancia de los checos, se encuentra Austria con cerca de 108 litros y, seguidamente, Alemania con 101 litros (gráfica 3) (MAPA & ACE, 2021).

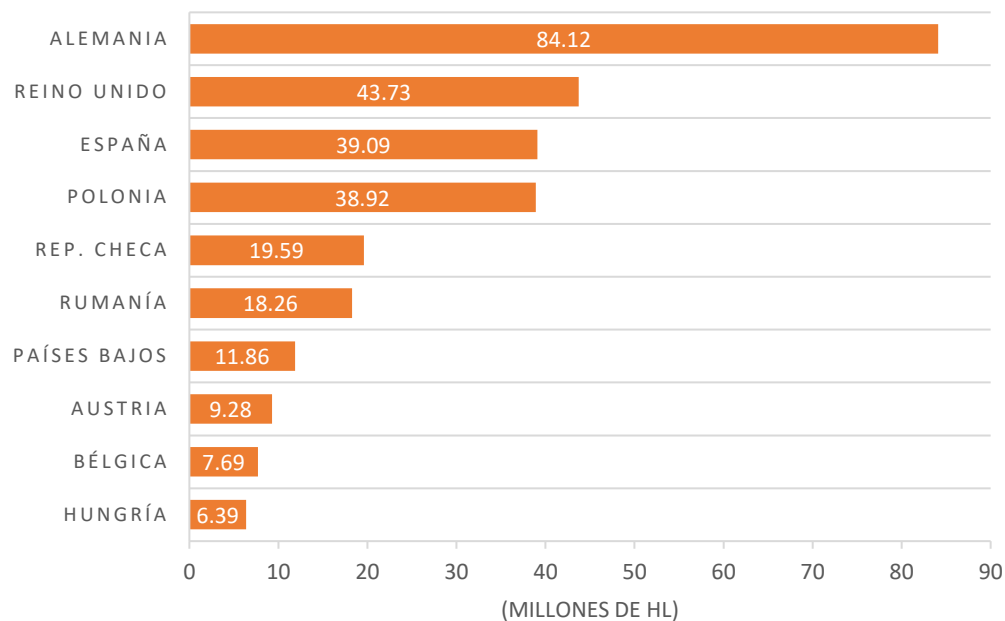


Figura 2. Datos de consumo global de cerveza (millones de hectolitros) en Europa de los 10 países más importantes en el sector en 2019 (MAPA & ACE, 2021, Elaboración propia).

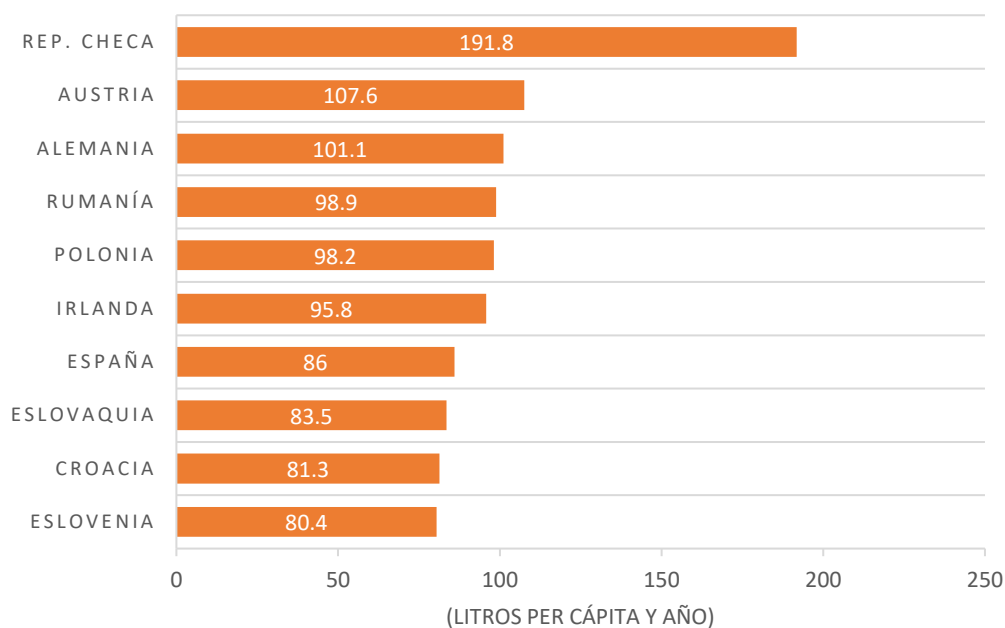


Figura 3. Datos de consumo per cápita de cerveza (litros) en Europa de los 10 países más importantes en el sector en 2019 (MAPA & ACE, 2021; Elaboración propia).

3. Mercado cervecero en España

3.1. Venta en España

A nivel nacional, la venta de cerveza en España seguía una tendencia ascendente hasta la llegada de la pandemia, alcanzando los 33,3 millones de hl en el año 2019. En 2020 se produjo un descenso del 12% de volumen comercializado debido al fuerte impacto que sufrieron los sectores de la hostelería y el turismo, principales canales de venta de cerveza hasta dicho año. Por otro lado, las ventas mediante el canal de alimentación (supermercados y tiendas locales) se dispararon en un 15% y superaron por primera vez a las de hostelería (figura 4) (MAPA & ACE, 2021).

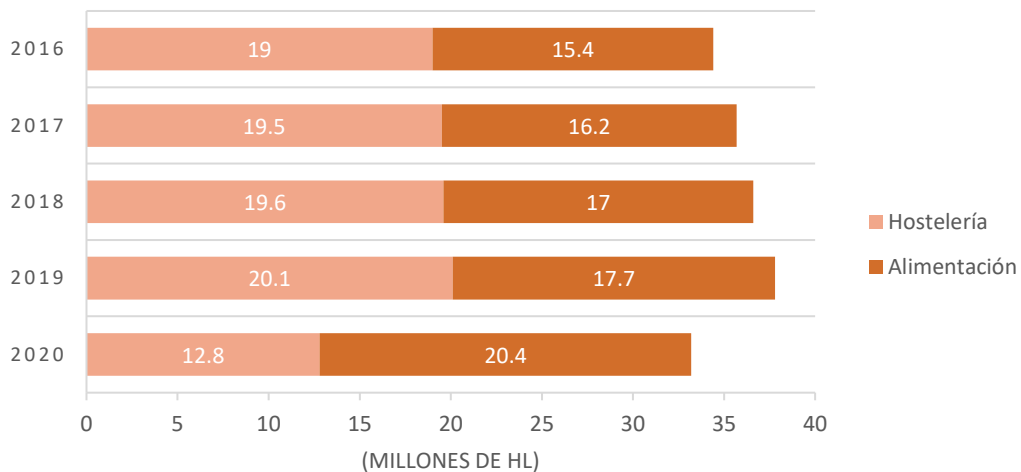


Figura 4. Ventas por canal (millones de hl) entre 2016 y 2020: hostelería y alimentación (MAPA & ACE, 2021; Elaboración propia).

En cuanto a formatos de envase, también se ha notado el impacto de la pandemia aumentando la comercialización en lata desde un 34% en 2019 a un 45% en 2020, como consecuencia del descenso en barril desde un 27% a tan sólo un 17%. En cambio, el formato en botella se mantiene prácticamente estable (figura 5) (MAPA & ACE, 2021).

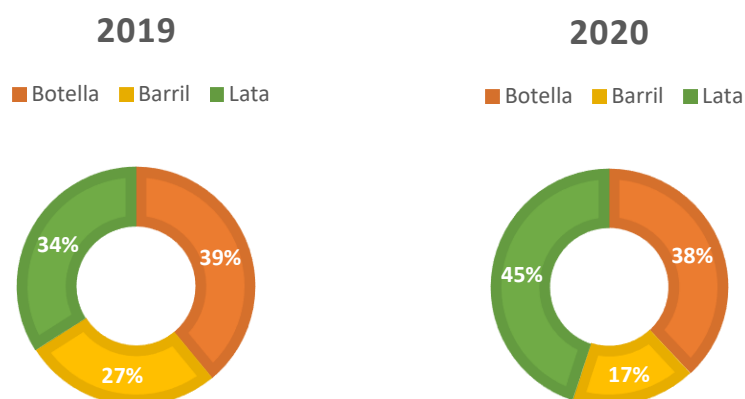


Figura 5. Porcentaje de venta de cada formato de envasado en 2019 y en 2020 (MAPA & ACE, 2021; Elaboración propia).

3.2. Consumo en España

De igual manera que en producción y venta, las cifras de consumo de cerveza en España experimentaron una importante caída en 2020, rompiendo la tendencia ascendente de los años previos. El consumo global cayó en un 12% respecto a 2019, y el consumo per cápita pasó de 86 a 50 litros anuales. Sin embargo, la cerveza se ha mantenido como la bebida más popular entre los españoles adultos, siendo un 83,4% de ellos habituales consumidores.

Previamente a la pandemia, casi un 70% del consumo de cerveza se daba en hostelería, generando un 86% del valor del producto. En 2020 el consumo en el hogar llegó a superar al exterior, alcanzando cifras cercanas al 60%, tanto durante los meses que duró el confinamiento (marzo a mayo) como durante el último tramo del año. La diferencia se redujo en el trimestre de verano, aunque también fue apreciable (figura 6) (MAPA & ACE, 2021).

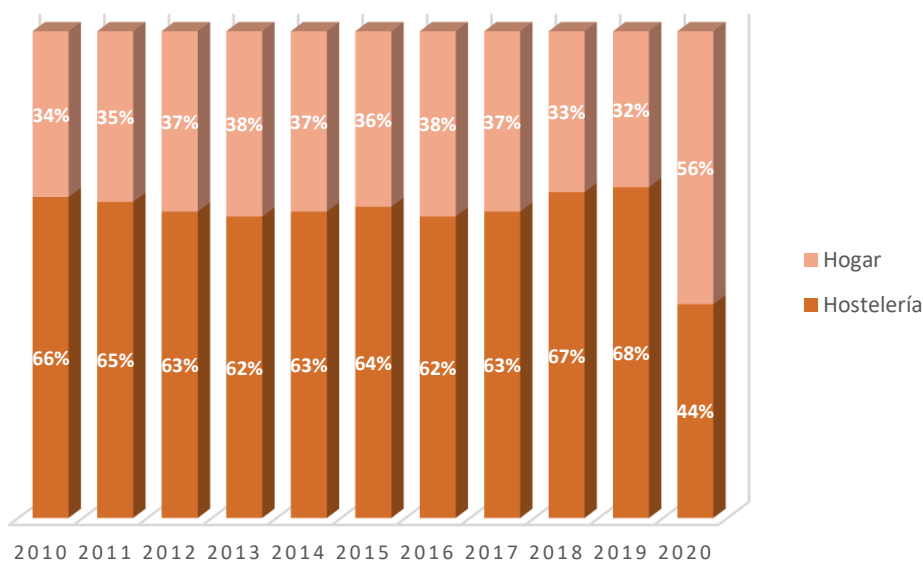


Figura 6. Evolución del porcentaje de millones de hl de cerveza consumidos en hostelería y hogar entre 2010-2020 (MAPA & ACE, 2021; Elaboración propia).

3.3. Producción en España

En España, la producción de cerveza se agrupa principalmente en varias multinacionales que engloban las marcas más consumidas a nivel nacional: Mahou/San Miguel, Grupo Damm, Heineken España, Hijos de Rivera, Compañía Cervecera de

Canarias y Grupo Ágora. A su vez, hay asociaciones de marcas más pequeñas, mientras que las pequeñas cerveceras constituyen la minoría. En este último grupo se incluyen las cervecerías artesanales.

Como en el resto de los aspectos del mercado, la pandemia causó estragos en los volúmenes de producción de casi todas las compañías, que sumaron un total de 39,5 millones de hl en 2019 frente a 34,7 millones de hl en 2020. El único grupo que permaneció prácticamente estable fue Hijos de Rivera. En total, el número de cerveceras inscritas en España en 2020 fue de 503, 16 menos que el año anterior, de las cuales 113 se ubican en Cataluña y 74 en Andalucía.

En la figura 7 se reflejan los datos de producción de las grandes empresas en ambos años (MAPA & ACE, 2020), (MAPA & ACE, 2021).

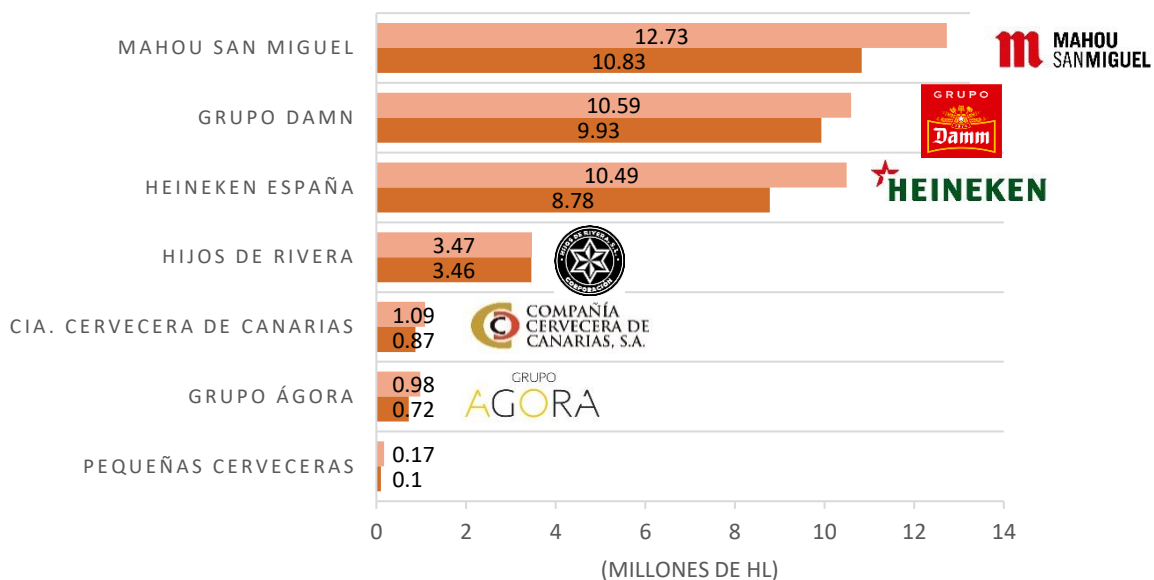


Figura 7. Producción en millones de hl de las principales agrupaciones cerveceras en España en 2019 y 2020 (Elaboración propia).

3.4. Mercado exterior

El único dato positivo en el mercado cervecero durante la pandemia fue el crecimiento en las exportaciones, alcanzando un 19% más de volumen en 2020 respecto al año anterior. En total se vendieron 3,7 millones de hl al extranjero, cifra que ha aumentado en un 300% desde el año 2010.

Los países que más han contribuido han sido, en orden decreciente: Portugal, con un incremento del 42,5% respecto a 2019; Reino Unido; China y Guinea Ecuatorial.

Las importaciones también han experimentado un aumento, aunque menos acusado, del 9,5% llegando a 5,3 millones de hl procedentes principalmente de Bélgica, Portugal y Francia (MAPA & ACE, 2021).

3.5. Aportación a la economía nacional

El mercado cervecero en España siempre ha sido referente en el sector agroalimentario, representando una importante fuente de ingresos económicos y de puestos de trabajo. En 2020 se registraron un total de 6100 millones de euros de valor añadido aportados, frente a los 8500 de 2019, lo que supuso un descenso del 28%. Este dato rompe con la tendencia al alza de los años anteriores, debido fundamentalmente a las restricciones en hostelería y turismo.

En cuanto a recaudación de impuestos, en 2019 se recaudaron 6000 millones de euros a través del IVA, cotizaciones a la seguridad social e IRPF, e impuestos sobre sociedades cerveceras. En 2020, esta cifra se redujo a 4000 millones de euros, a consecuencia de las razones ya mencionadas (MAPA & ACE, 2021). En 2021 y 2022 se ha ido recuperando progresivamente el mercado gracias a medidas como la vacunación colectiva y la apertura de la hostelería en sus horarios previos a la pandemia.

4. Mercado de cerveza artesanal en España y Aragón

4.1. Definición del producto

Según la Asociación Española de Cerveceros Artesanos Independientes (AECAI), la cerveza artesanal ha de ser una bebida sin pasteurizar producida mediante ingredientes naturales que no sean distintos a la malta de cebada y/o trigo, agua, levadura y lúpulo; a excepción de cervezas que, por sus características organolépticas, requieran otro tipo de materia prima, como puede ser la fruta, flores o especias. A su vez, no se permite el uso de aditivos (aromas artificiales, extractos de lúpulo etc.) ni conservantes.

Por otro lado, el volumen de producción de la fábrica no debe superar los 5 millones de litros anuales, y los lotes de producción de cerveza no pueden sobrepasar los 7500 L por caldera de cocción. Además, no se permite el uso de calderas de gelatinización con el objetivo de incluir ingredientes como el maíz o arroz para añadir azúcares extra. La mayoría de cervezas industriales emplean este método para acelerar y abaratar el proceso de fermentación, obteniendo un producto que podría denominarse refresco de cebada. El proceso de fabricación consta como mínimo de cinco etapas:

Finalmente, cabe destacar que la gasificación de la cerveza artesanal se produce de forma natural durante la fermentación, en lugar de adicionando gas carbónico (dióxido de carbono) (Freixes & Punsola, 2021).

Legalmente en España, el Real Decreto 678/2016 define la fabricación artesana como un proceso que se desarrolla de forma completa en la instalación y en el que la intervención personal constituya el factor predominante, bajo la dirección de un maestro cervecero o artesano con experiencia y primando el factor humano sobre el mecánico. Se obtiene un producto final individualizado, que no se produzca en grandes series, y siempre y cuando se cumpla la legislación que le sea aplicable en materia de artesanía (BOE, 2016).

4.2. La cervecería artesanal en España

En España, el sector de la cervecería artesanal ha crecido un 10% en los dos últimos años, a pesar del bache que supuso la pandemia en 2020. Actualmente en el país hay más de 500 fabricantes que generan aproximadamente 3400 puestos de trabajo directo. Aunque sólo supone el 1% del mercado, el nivel de conocimiento e interés sobre la cerveza artesanal está aumentando y recibiendo una muy buena acogida entre los consumidores. Su influencia se está ensanchando gracias a tiendas especializadas, “brewpubs”, festivales y redes sociales, entre otros. Otra señal de la tendencia creciente es que las grandes marcas comerciales están sacando al mercado propuestas de cerveza artesanal (Freixes & Punsola, 2021).

La cuota de producción de las pequeñas cerveceras a nivel nacional se refleja en la figura 8, siendo la media en torno a 50000 litros anuales.

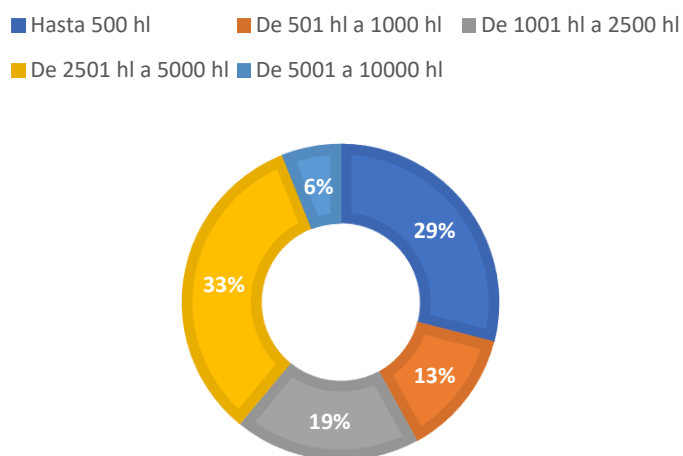


Figura 8. Porcentaje de producción de pequeñas cerveceras en España en el año 2020 en hectolitros anuales (MAPA & ACE, 2021; Elaboración propia).

De igual manera que al mercado de cerveza convencional, la crisis sanitaria repercutió en las ventas de cerveza artesanal alcanzando un 48% de pérdidas respecto a 2019. El elevado porcentaje de venta de este producto en el canal de la hostelería, tiendas especializadas, ferias y festivales se reflejó en un impacto todavía mayor al del sector cervecero en general. Tan sólo un 17,4% del producto artesanal se destinó al canal de alimentación en 2020, si bien poco a poco esta cantidad está aumentando en grandes superficies como Carrefour o El Corte Inglés.

El resto de ventas se reparte entre exportación (3,5%), venta online (2,8%) y otros (4,0%) (figura 9) (AECAI, 2021).

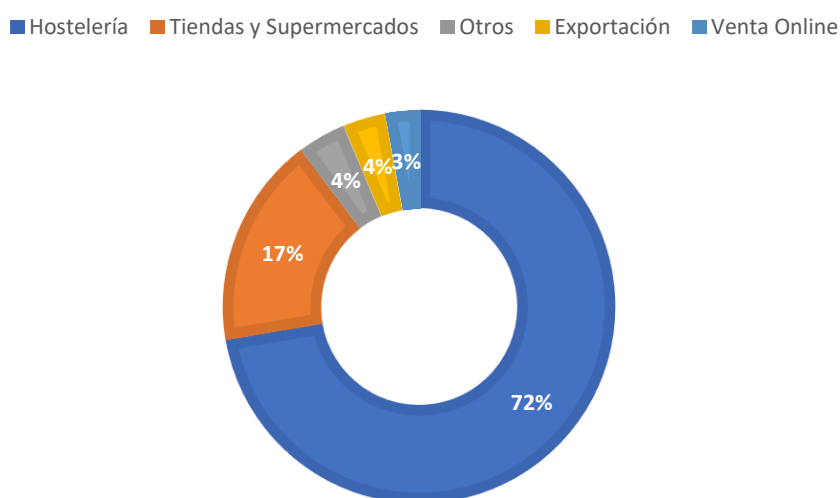


Figura 9. Canales de venta de cerveza artesanal en España (2020) (AECAI 2021, Elaboración propia).

4.3. La cervecería artesanal en Aragón

Aragón cuenta con un total de 42 fábricas de cerveza artesanal distribuidas en las tres provincias (figura 10), algunas de las cuales cuentan con reconocimiento a nivel nacional e internacional. Además, actualmente hay 27 cervecerías donde poder degustar el producto, y 12 tiendas exclusivas de cerveza artesanal (Aragón Beers, 2022).

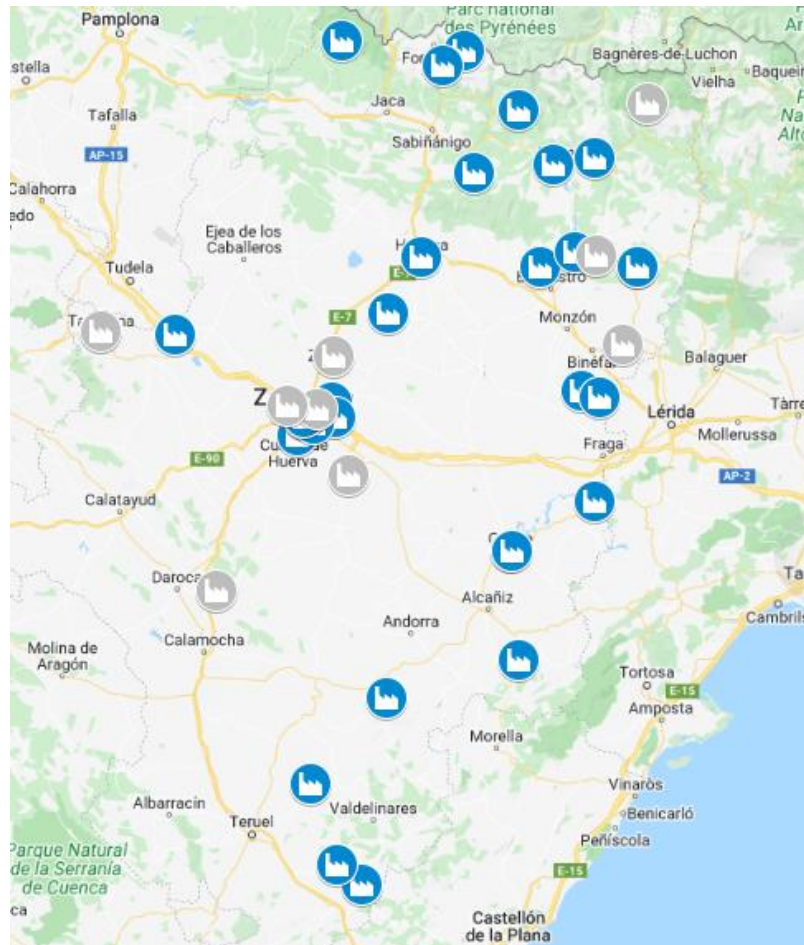


Figura 10. Mapa de las fábricas de cerveza artesanal en Aragón (Aragón Beers, 2022)

En la provincia de Huesca se ubican algunas de las marcas más destacadas de la comunidad, especialmente en la zona pirenaica, ya que se benefician tanto del turismo como de la posibilidad de utilizar recursos naturales de la cercanía (figura 11). Un ejemplo es el de la fábrica Tensina, localizada en Tramacastilla de Tena, que utiliza agua proveniente de alta montaña para la elaboración de sus cervezas. Otra marca a destacar es Cerveza Rondadora, en Sobrarbe, que cuenta con una producción anual de 120000 litros y gran versatilidad y calidad en sus recetas. Además, contribuyen al cuidado del medio ambiente fabricando a mano sus propias cajas y empleando envases retornables, y organiza el Festival Rondadora (Aragón Beers, 2022).



Figura 11. Fábricas de cerveza artesanal en la zona pirenaica y prepirenaica (Elaboración propia).

5. Introducción del producto en el mercado

En el presente proyecto, se ha seleccionado el municipio de Sallent de Gállego para aprovechar las mencionadas ventajas de la zona pirenaica. Se trata de un área muy turística y próxima a la frontera francesa, por lo que cabe esperar clientes tanto locales como extranjeros. Gracias a la cercanía a la alta montaña, se podrá utilizar su agua como materia prima de la cerveza, entre otros ingredientes locales.

El producto final podrá ser consumido tanto en la propia fábrica, mediante visitas guiadas con cata o de forma libre; en cervecerías, bares y tiendas especializadas, y se podrá adquirir mediante venta online o física. Otros eventos a tener en cuenta como posibles motores de comercio son el festival Pirineos Sur, que se celebra en el pantano de Lanuza, y el periodo de esquí en Aramón - Formigal.

5.1. Capacidad productiva

Partiendo de los datos de producción en litros anuales de las fábricas de cerveza artesanal de España y, especialmente, de Aragón, se ha establecido una capacidad productiva inicial de 40000 L anuales para dimensionar el diseño del proceso. Si bien es

cierto que otras fábricas poseen mayores capacidades, al ser un proyecto nuevo es preferible partir de una cifra más conservadora.

En Sallent de Gállego residen 1500 habitantes, y se registran cifras de turismo en torno a 15000 – 17000 viajeros mensuales en los meses de invierno y verano, y 3000 – 4000 en temporada baja (INE, 2022). Teniendo en cuenta el dato de consumo medio per cápita de 2019, de 86 litros anuales, de los cuales se estimaría un pequeño porcentaje de consumo artesanal (1%), se estima una demanda de cerveza artesanal de 100620 litros anuales.

$$117000 \text{ visitantes/año} * \frac{86 \text{ litros}}{\text{persona y año}} * \frac{1 \text{ litros artesana}}{100 \text{ litros totales}} = 100620 \text{ litros/año}$$

No obstante, hay que tener en consideración a la competencia, por lo que una cifra inicial de 48000 litros anuales sería suficiente para satisfacer la demanda de la zona.

6. Bibliografía

Aragón Beers (2022). *Mapa Cerveceros de Aragón*. <https://aragonbeers.com/>

Asociación Española Cerveceros Artesanos Independientes (2021). *Los cerveceros artesanos, de vuelta a la casilla de salida*.

Freixes, S. & Punsola, A. (2021). *El mundo de la cerveza artesanal*.

Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación & Asociación Cerveceros de España (2020). *Informe socioeconómico del sector de la cerveza en España 2019*.

Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación & Asociación Cerveceros de España (2021). *Informe socioeconómico del sector de la cerveza en España 2020*.

Real Decreto 678/2016, de 16 de diciembre, por el que se aprueba la norma de calidad de la cerveza y de las bebidas de malta. *Boletín Oficial del Estado*, 304, de 17 de diciembre de 2016.



Escuela Politécnica
Superior - Huesca
Universidad Zaragoza

ANEJO III: ESTUDIO GEOTÉCNICO

PROYECTO DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA FÁBRICA DE CERVEZA
ARTESANAL EN EL MUNICIPIO DE SALLEN DE GÁLLEGO (HUESCA).

SOFÍA NIEVES CALVO

TRABAJO FIN DE GRADO - 2023

Ingeniería Agroalimentaria y del Medio Rural – Mención Industrias Agrarias y Agroalimentarias

ÍNDICE

1. Introducción	2
2. Mapa geológico e interpretación de la zona.....	2
3. Riesgos geológicos.....	6
3.1. Riesgos por deslizamiento.....	6
3.2. Riesgos por colapso	7
3.3. Riesgos por inundaciones.....	7
3.4. Riesgos por vientos	8
4. Estudio geotécnico	9
4.1. Reconocimiento del terreno	9
4.2. Prospección y toma de muestras	11
4.3. Ensayos de campo	12
4.4. Ensayos de laboratorio.....	13
4.5. Contenido del estudio geotécnico	13

1. Introducción

En el presente anejo se lleva a cabo un análisis de los materiales geológicos de la zona de la parcela, correspondientes a la Hoja 145(29-8) de Sallent, y se evalúan los distintos riesgos geológicos en la misma.

Además, se establecen las pautas a seguir para realizar el estudio geotécnico según el Código Técnico de Edificación (CTE, Real Decreto 314/2006 de 17 de marzo), de obligatoriedad en proyectos de construcción de naves industriales.

Se han consultado las siguientes publicaciones para desarrollar el presente anejo:

- Hoja 145 (29-8) del Mapa Geológico de España, correspondiente a “Sallent”, escala 1:50000 (Instituto Geológico y Minero de España).
- Memoria de la Hoja 145 (29-8) del Mapa Geológico de España, correspondiente a “Sallent”, escala 1:50000 (Instituto Geológico y Minero de España).
- Mapa de susceptibilidad de Riesgos por Deslizamientos de la hoja 145(29-8) a Escala 1:50000 (Instituto Geológico y Minero de España).
- Mapa de susceptibilidad de Riesgos por Colapsos de la hoja 145(29-8) a Escala 1:50000 (Instituto Geológico y Minero de España).
- Mapa de susceptibilidad de Riesgos por Inundaciones de la hoja 145(29-8) a Escala 1:50000 (Instituto Geológico y Minero de España).
- Mapa de susceptibilidad de Riesgos por Vientos de la hoja 145(29-8) a Escala 1:50000 (Instituto Geológico y Minero de España).
- Documento Básico - Seguridad Estructural Cimientos (CTE - DB SE – C).

2. Mapa geológico e interpretación de la zona

Para llevar a cabo el estudio geológico, se ha partido del Mapa Geológico de España (Instituto Geológico y Minero de España), Hoja 145 (29-8), correspondiente a la Hoja de Sallent (figuras 1 y 2).

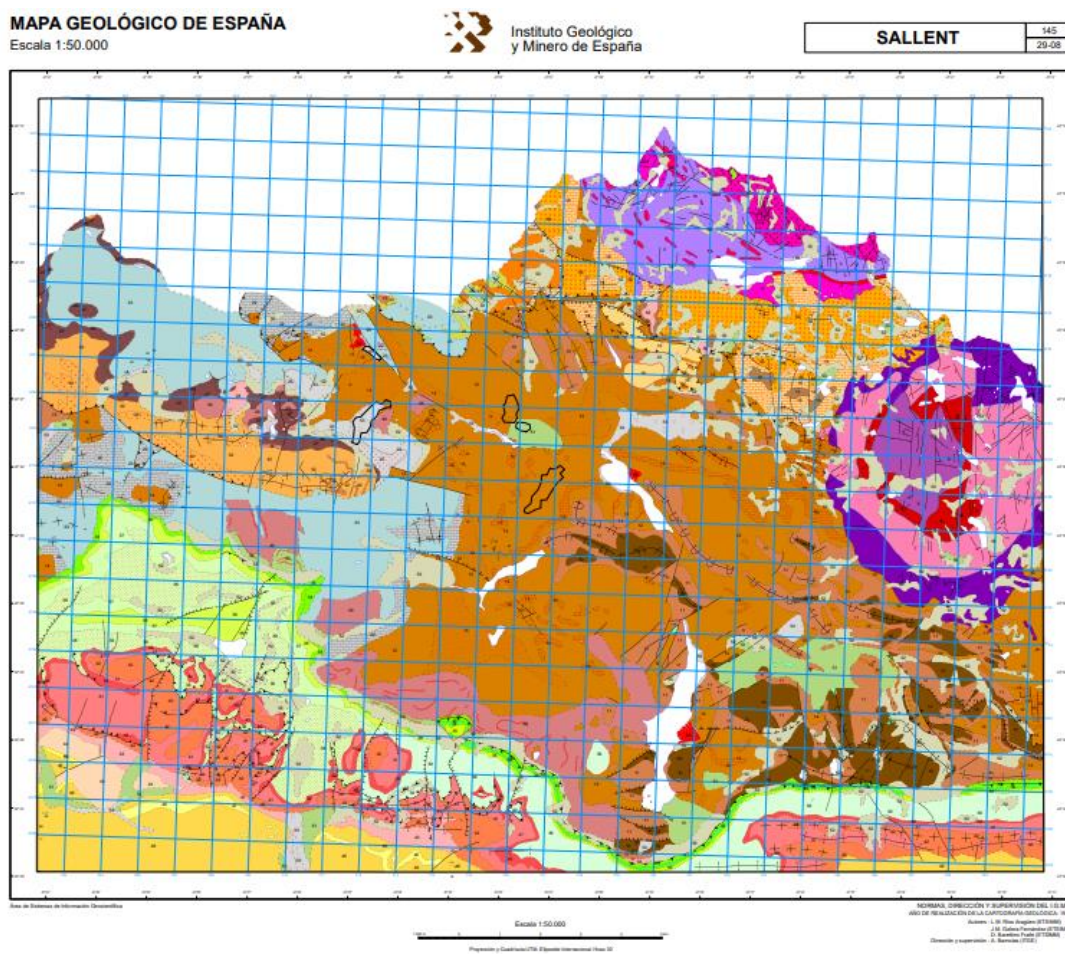


Figura 1. Mapa Geológico de España, Hoja 145(29-8), a escala 1/50000 (Instituto Geológico y Minero de España).

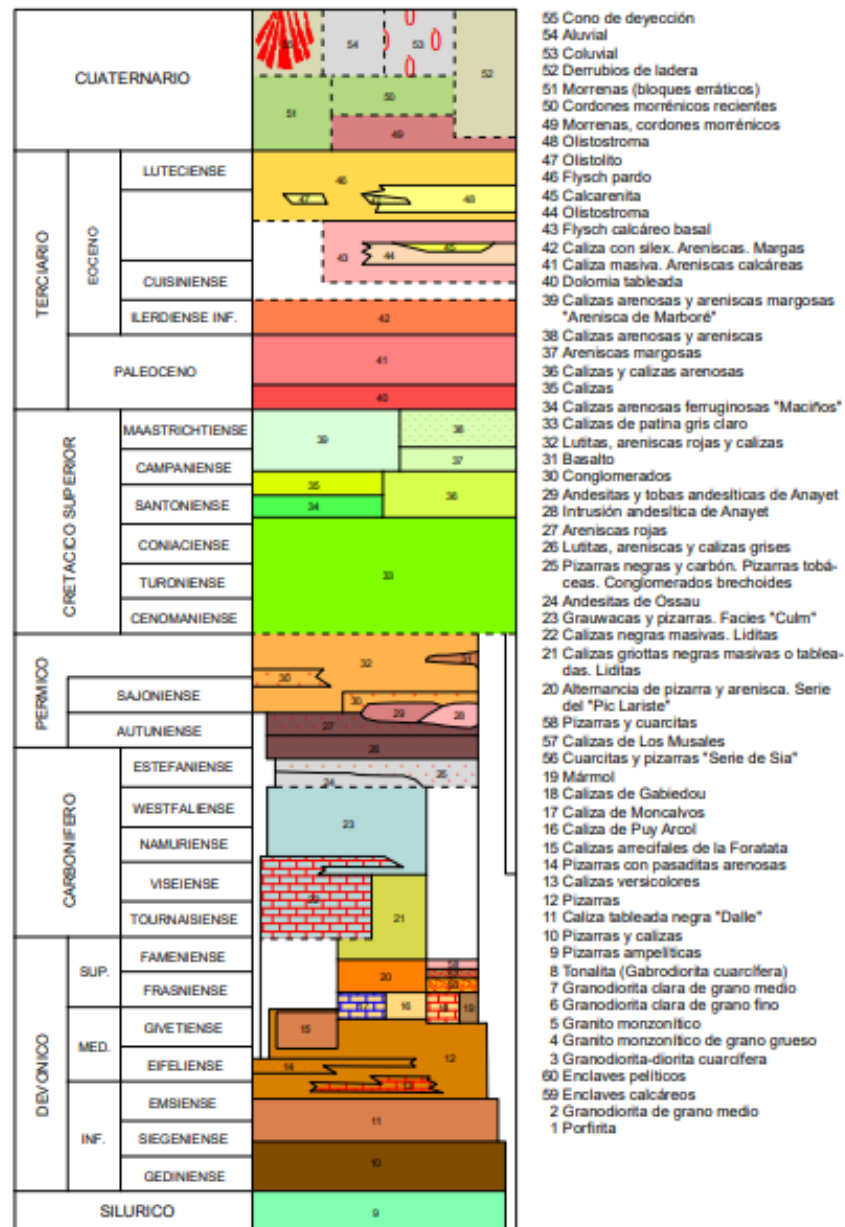


Figura 2. Leyenda del Mapa Geológico de España, Hoja 145(29-8) (Instituto Geológico y Minero de España).

De manera general, el territorio de la Hoja de Sallent se compone por materiales del Paleozoico incluidos en la zona pirenaica conocida como "Alta Cadena Paleozoica", y pertenece a la unida tectónica alpina del manto de Gavarnie. Concretamente, su origen corresponde desde el Silúrico en adelante, y predominan las pizarras con tramos calcáreos afectados por un intenso plegamiento hercínico junto con un metamorfismo de bajo grado. Además, en ellos aparecen intrusiones de granitos calcoalcalinos en la zona norte de la Hoja.

Desde el punto de vista hidrogeológico, la superficie de la Hoja se encuentra en su mayor parte en la red hidrográfica del alto río Gállego, en el cuál todos sus afluentes

confluyen y atraviesan la sierra cretácica culminando en los picos Collarada, Peña Telera y Tendereña. En el norte de la Hoja se localiza la depresión del valle de Tena, donde predominan las pizarras; hasta llegar a los macizos graníticos (Balaitous, Gran Faja, Infierno y Argualas), en cuyo interior abundan los ibones de origen glaciar. Además, el este de la Hoja pertenece a la cuenca del río Aragón.

Partiendo de las coordenadas UTM de la parcela seleccionada para la construcción del presente proyecto, se observan con más detalle las características geológicas de la población de Sallent de Gállego, y de la parcela en concreto (figura 3).

- Huso: 30
- Coord. X: 718562,93
- Coord. Y: 4738894,60

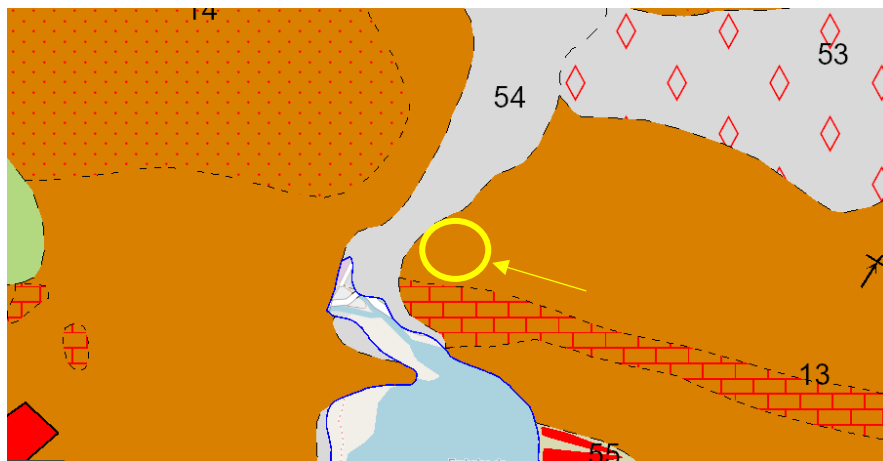


Figura 3. Mapa Geológico de la parcela seleccionada y sus alrededores (Instituto Geológico y Minero de España).

Tal y como se puede interpretar a partir de la leyenda, la mayoría de materiales geológicos del entorno de la parcela pertenecen a los depósitos del Devónico Inferior y Medio, y del Cuaternario. Concretamente, la parcela corresponde a una zona formada por pizarras, y se encuentra rodeada por calizas versicolores, materiales aluviales y coluviales; y pizarras con pasaditas arenosas.

Los extensos pizarrales se caracterizan por su aspecto algo arenoso y color negro con finas hiladas de tonalidad más clara. Estructuralmente se encuentran intensamente deformadas, y se localizan sobre los anticlinales del Pacino y de Lanuza. Estas pizarras engloban una o varias pasadas de calizas arcillosas versicolores con separaciones margosas. Dichas calizas presentan llamativos colores amarillos, verdosos y rojizos; junto con una textura en nódulos como consecuencia de la tectónica de la zona. La continuidad

lateral de estos materiales se encuentra interrumpida por afloramientos de difícil interpretación de origen tectónico.

Por otro lado, los materiales aluviales y coluviales hacen referencia a los derrubios y depósitos de recubrimiento de laderas que suelen estar cubiertos por vegetación de tipo herbáceo, y no poseen una morfología definida.

3. Riesgos geológicos

3.1. Riesgos por deslizamiento

Dado que la pendiente de la parcela es de $6,34^\circ$ y la meteorología de la zona es de alta precipitación, la susceptibilidad de riesgo por deslizamiento es baja (figura 4).

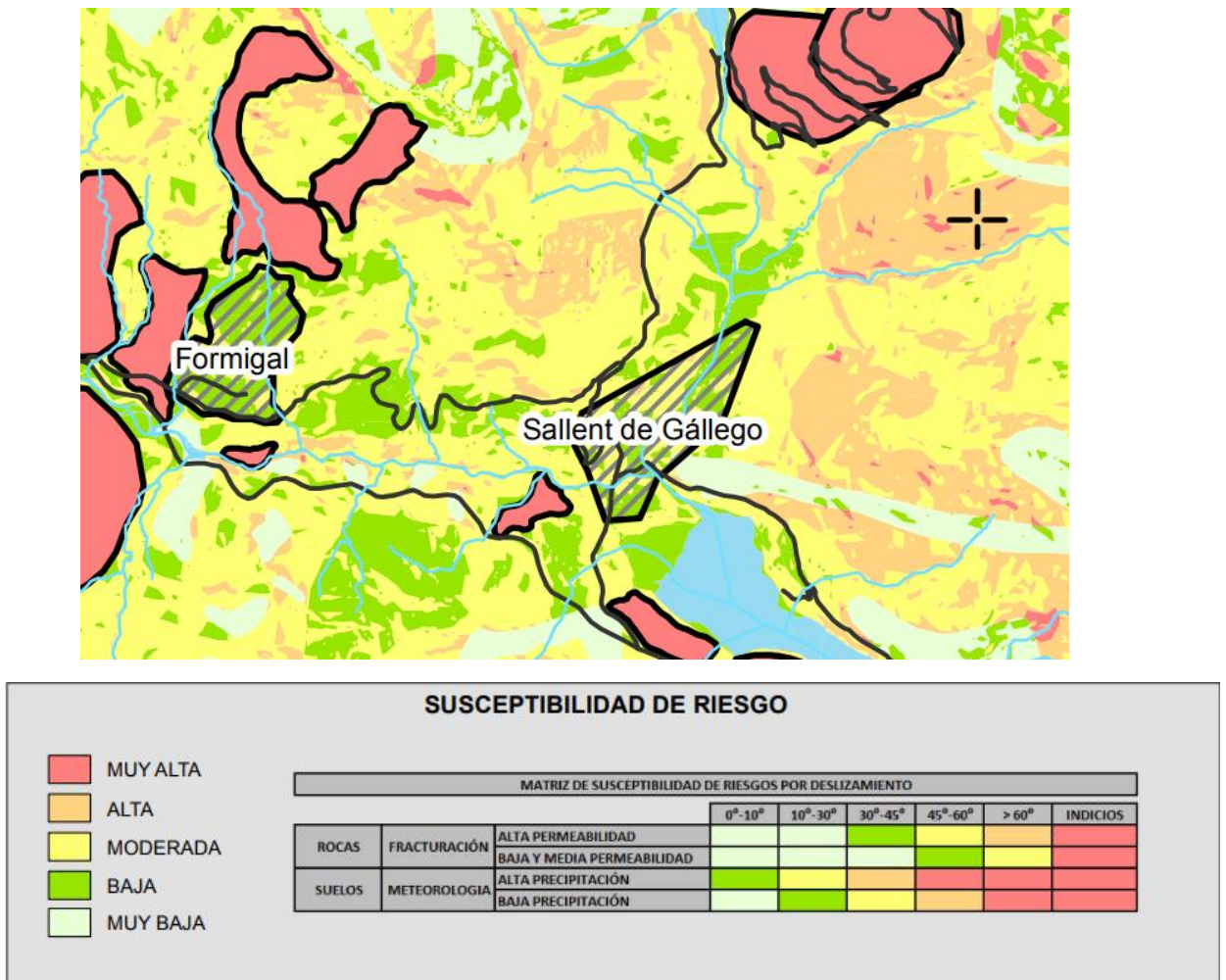


Figura 4. Mapa y leyenda de Susceptibilidad de Riesgos por Deslizamientos perteneciente a la Hoja 145, Sallent (Centro de Información Territorial de Aragón).

3.2. Riesgos por colapso

El riesgo existente por colapso en la zona de la parcela es muy bajo gracias a la naturaleza de los materiales que la conforman.

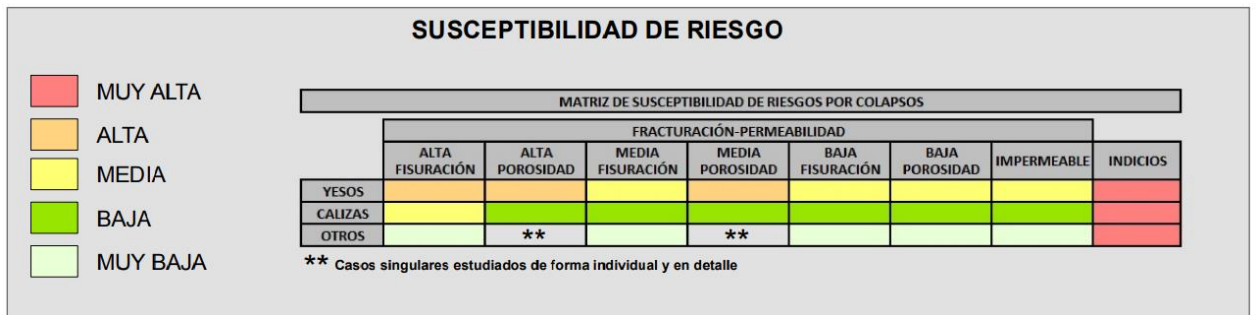
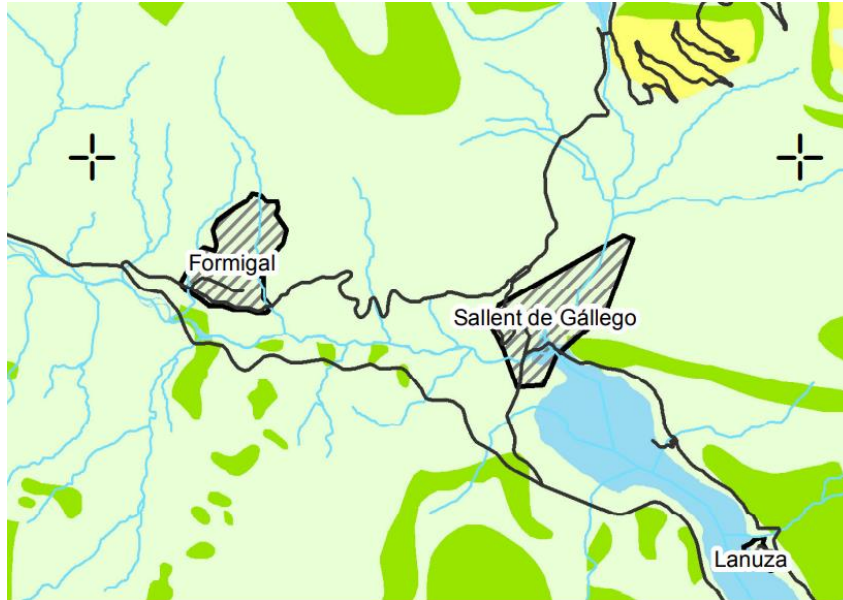


Figura 5. Mapa y leyenda de Susceptibilidad de Riesgos por Colapsos perteneciente a la Hoja 145, Sallent (Centro de Información Territorial de Aragón).

3.3. Riesgos por inundaciones

El riesgo por inundación en la parcela es bajo, ya que se encuentra lo suficientemente alejada del río Aguas Limpias (figura 6).

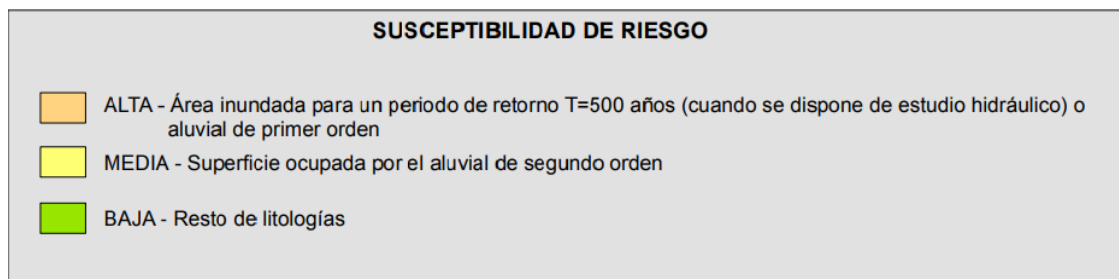
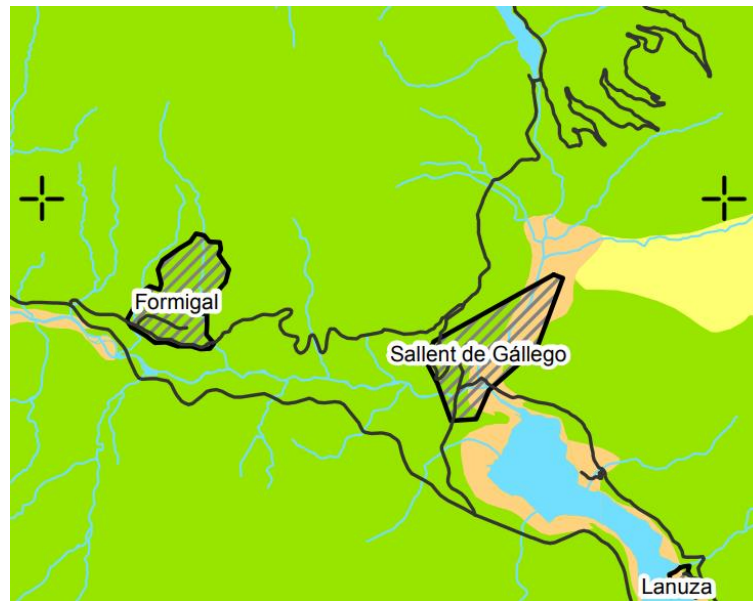


Figura 6. Mapa y leyenda de Susceptibilidad de Riesgos por Inundaciones perteneciente a la Hoja 145, Sallent (Centro de Información Territorial de Aragón).

3.4. Riesgos por vientos

Los vientos en la zona de la parcela pueden llegar a alcanzar rachas de entre 80 y 100 km/h como máximo, calificándose el riesgo como medio (figura 7).

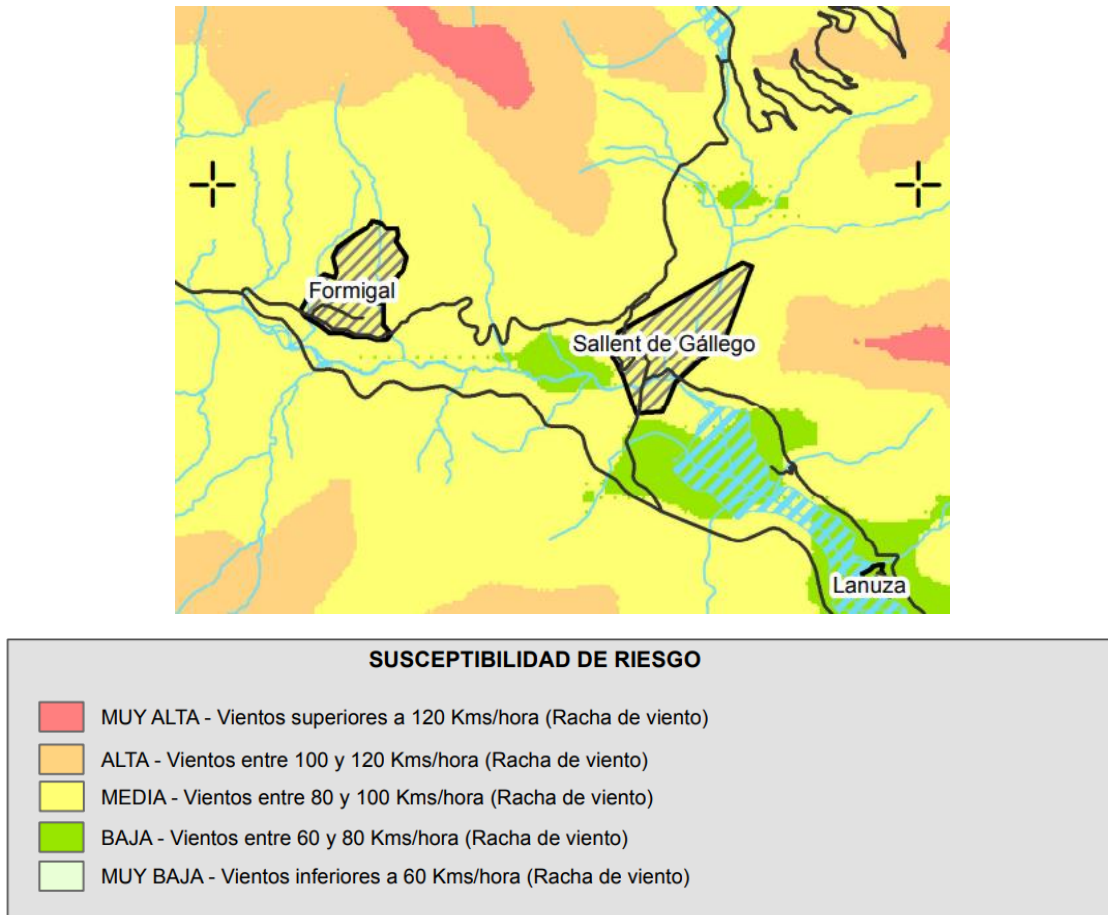


Figura 7. Mapa y leyenda de Susceptibilidad de Riesgos por Vientos perteneciente a la Hoja 145, Sallent (Centro de Información Territorial de Aragón).

4. Estudio geotécnico

4.1. Reconocimiento del terreno

De acuerdo con el Código Técnico de Edificación (CTE), teniendo en cuenta las características topográficas de la parcela y el tipo de construcción que se va a llevar a cabo, se procede al reconocimiento del terreno.

En el CTE - DB SE - C (Documento Básico - Seguridad Estructural Cimientos), en el apartado 3 (Estudio Geotécnico) se ha recurrido a las Tablas 3.1, 3.2, 3.3 y 3.4 para establecer, en base al tipo de construcción y grupo de terreno de la parcela, las distancias máximas entre puntos de reconocimiento y sus profundidades, además del número mínimo de sondeos mecánicos necesarios.

Teniendo en cuenta que la construcción consistirá en una nave de 19 x 42 metros y de menos de 4 plantas, se clasifica como tipo C-1 (tabla 1). Por otro lado, el terreno se considera terreno favorable (T-1) gracias a su reducida pendiente (tabla 2).

Tabla 1. Tipo de construcción (CTE-DBSE-C, 2019).

Tipo	Descripción ⁽¹⁾
C-0	Construcciones de menos de 4 plantas y superficie construida inferior a 300 m ²
C-1	Otras construcciones de menos de 4 plantas
C-2	Construcciones entre 4 y 10 plantas
C-3	Construcciones entre 11 a 20 plantas
C-4	Conjuntos monumentales o singulares, o de más de 20 plantas.

(1) En el cómputo de plantas se incluyen los sótanos.

Tabla 2. Grupo de terreno (CTE-DBSE-C, 2019).

Grupo	Descripción
T-1	Terrenos favorables: aquellos con poca variabilidad, y en los que la práctica habitual en la zona es de cimentación directa mediante elementos aislados.
T-2	Terrenos intermedios: los que presentan variabilidad, o que en la zona no siempre se recurre a la misma solución de cimentación, o en los que se puede suponer que tienen rellenos antrópicos de cierta relevancia, aunque probablemente no superen los 3,0 m.
T-3	Terrenos desfavorables: los que no pueden clasificarse en ninguno de los tipos anteriores. De forma especial se considerarán en este grupo los siguientes terrenos: <ul style="list-style-type: none"> a) Suelos expansivos b) Suelos colapsables c) Suelos blandos o sueltos d) Terrenos kársticos en yesos o calizas e) Terrenos variables en cuanto a composición y estado f) Rellenos antrópicos con espesores superiores a 3 m g) Terrenos en zonas susceptibles de sufrir deslizamientos h) Rocas volcánicas en coladas delgadas o con cavidades i) Terrenos con desnivel superior a 15° j) Suelos residuales k) Terrenos de marismas

Partiendo de esta clasificación establecida, en la tabla 3 se muestra que la distancia máxima entre puntos de reconocimiento será de 35 metros y la profundidad orientativa bajo el nivel final de excavación de 6 metros. Además, el CTE-DB SE-C establece un mínimo de tres puntos a reconocer.

Por otro lado, en la tabla 4 se establece un mínimo de sondeos mecánicos a practicar, que resulta ser de uno y, en caso de exceder dicha cantidad, se aplicará un 70% como porcentaje del total de puntos de reconocimiento que se podrían sustituir por pruebas continuas de penetración.

Tabla 3. Distancias máximas entre puntos de reconocimiento y profundidades orientativas (CTE-DBSE-C, 2019).

Tipo de construcción	Grupo de terreno			
	T1		T2	
	$d_{\text{máx}}$ (m)	P (m)	$d_{\text{máx}}$ (m)	P (m)
C-0, C-1	35	6	30	18
C-2	30	12	25	25
C-3	25	14	20	30
C-4	20	16	17	35

Tabla 4. Número mínimo de sondeos mecánicos y porcentaje de sustitución por pruebas continuas de penetración (CTE-DBSE-C, 2019).

	Número mínimo		% de sustitución	
	T-1	T-2	T-1	T-2
C-0	-	1	-	66
C-1	1	2	70	50
C-2	2	3	70	50
C-3	3	3	50	40
C-4	3	3	40	30

4.2. Prospección y toma de muestras

Según el CTE - DB SE - C, la prospección del terreno para este tipo de construcción C-1 se debe llevar a cabo mediante pruebas de penetración para identificar las unidades geotécnicas y sondeos mecánicos para contrastar. Además, se pueden complementar con calicatas y técnicas geofísicas para la caracterización geotécnica y geológica. En el Anejo C del CTE - DB SE - C se detallan dichos métodos con sus aplicaciones.

En el presente proyecto se propone la ejecución de 2 sondeos mecánicos a rotación con obtención continua de muestra y 1 ensayo de penetración dinámica. De cada ensayo se recogerán las coordenadas aproximadas y las profundidades alcanzadas.

A partir de los sondeos se obtienen las muestras de suelo sobre las que se llevarán a cabo los análisis en el laboratorio pertinentes. En función de la calidad de las muestras, se establecen tres categorías que condicionarán las propiedades que se pueden determinar en cada una (tabla 5):

- Categoría A: mantienen inalteradas las siguientes propiedades del suelo: estructura, densidad, humedad, granulometría, plasticidad y componentes químicos estables.
- Categoría B: mantienen inalteradas las siguientes propiedades del suelo: humedad, granulometría, plasticidad y componentes químicos estables.
- Categoría C: todas aquellas que no cumplen las especificaciones de la categoría B.

Tabla 5. Categoría de las muestras de suelos y rocas para ensayos de laboratorio (CTE-DBSE-C, 2019).

Propiedades a determinar	Categoría mínima de la muestra
- Identificación organoléptica	C
- Granulometría	C
- Humedad	B
- Límites de Atterberg	C
- Peso específico de las partículas	B
- Contenido en materia orgánica y en CaCO ₃	C
- Peso específico aparente. Porosidad	A
- Permeabilidad	A
- Resistencia	A
- Deformabilidad	A
- Expansividad	A
- Contenido en sulfatos solubles	C

4.3. Ensayos de campo

Se llevarán a cabo ensayos directamente sobre el terreno de la parcela, que proporcionan información sobre la permeabilidad, resistencia y deformabilidad de la unidad geotécnica. Los más habituales son:

- Sondeo: ensayo de penetración estándar (SPT), ensayo de molinete (Vane Test), ensayo presiométrico (PMT), ensayo Lefranc, ensayo Lugeon.
- Superficie o pozo: ensayo de carga con placa.
- Pozo: ensayo de bombeo.

4.4. Ensayos de laboratorio

De acuerdo con el CTE - DB SE – C, en primer lugar se describirán los aspectos de las muestras que no son objeto de ensayo (color, olor, litología de las gravas, presencia de escombros etc.), así como posibles defectos en la calidad de las muestras.

El número de determinaciones del valor de cada parámetro deberá ser el adecuado para que este sea fiable. Dado que la parcela es de aproximadamente 3000 m², se tomarán el valor de la tabla 6 y se multiplicará por $(s/2000)^{1/2}$:

$$\left(\frac{3000}{2000}\right)^{1/2} = 1.22$$

Tabla 6. Número orientativo de determinaciones in situ o ensayos de laboratorio para superficies de estudio de hasta 2000 m² (CTE-DBSE-C, 2019).

Propiedad	Terreno	
	T-1	T-2
Identificación		
Granulometría	3	6
Plasticidad	3	5
Deformabilidad		
Arcillas y limos	4	6
Arenas	3	5
Resistencia a compresión simple		
Suelos muy blandos	4	6
Suelos blandos a duros	4	5
Suelos fisurados	5	7
Resistencia al corte		
Arcillas y Limos	3	4
Arenas	3	5
Contenido de sales agresivas	3	4

Estos ensayos permitirán clasificar el tipo de suelo otorgándole una denominación en función de su componente principal, acompañado de sufijos según sus componentes secundarios.

La acidez de Baumann-Gully y el contenido en sulfatos así como otros componentes químicos permiten clasificar la agresividad química del terreno frente al hormigón.

4.5. Contenido del estudio geotécnico

Según el CTE - DB SE – C, el estudio geotécnico incluirá los antecedentes y datos recabados, los trabajos de reconocimiento efectuados, la distribución de unidades geotécnicas, los niveles freáticos, las características geotécnicas del terreno identificando

en las unidades relevantes los valores característicos de los parámetros obtenidos y los coeficientes sismorresistentes, si fuere necesario.

Para determinar la distribución de unidades geotécnicas diferentes, sus espesores, extensión e identificación litológica se elegirán los perfiles geotécnicos longitudinales y transversales que mejor representen la distribución de estas unidades. En este caso, al ser un edificio C-1, el número mínimo de perfiles es de 2.

De cada una de las unidades geotécnicas relevantes se dará su identificación y, de acuerdo con los ensayos y otra información de contraste utilizada, los parámetros esenciales para determinar las resistencias de cada unidad geotécnica, tales como densidad, rozamiento, cohesión, y los de deformabilidad, expansividad, colapso, y parámetros de agresividad de agua y terreno.

Los resultados del estudio, incluyendo la descripción del terreno, se referirán a las distintas unidades geotécnicas. En su caso, las posibles alternativas de solución de cimentación, excavación o elementos de contención en su caso, técnica y económicamente viables, se establecerán de acuerdo con los problemas planteados así como de la posible interacción con otros edificios y servicios próximos.

El estudio geotécnico contendrá un apartado expreso de conclusiones y, en su caso, a petición del proyectista o del director de Obra, de recomendaciones constructivas en relación con la cimentación e incluirá los anejos necesarios.

El estudio, en función del tipo de cimentación, debe establecer los valores y especificaciones necesarios para el proyecto relativos a:

- Cota de cimentación.
- Presión vertical admisible (y de hundimiento) en valor total y, en su caso, efectivo, tanto bruta como neta.
- Presión vertical admisible de servicio (asientos tolerables) en valor total y, en su caso, efectivo, tanto bruta como neta.
- En el caso de pilotes, resistencia al hundimiento desglosada en resistencia por punta y por fuste.
- Parámetros geotécnicos del terreno para el dimensionado de elementos de contención. Empujes del terreno: activo, pasivo y reposo.
- Datos de la ley "tensiones en el terreno-desplazamiento" para el dimensionado de elementos de pantallas u otros elementos de contención.

- Módulos de balasto para idealizar el terreno en cálculos de dimensionado de cimentaciones y elementos de contención, mediante modelos de interacción suelo-estructura.
- Resistencia del terreno frente a acciones horizontales.
- Asientos y asientos diferenciales, esperables y admisibles para la estructura del edificio y de los elementos de contención que se pretende cimentar.
- Calificación del terreno desde el punto de vista de su ripabilidad, procedimiento de excavación y terraplenado más adecuado. Taludes estables en ambos casos, con carácter definitivo y durante la ejecución de las obras.
- Situación del nivel freático y variaciones previsibles. Influencia y consideración cuantitativa de los datos para el dimensionado de cimentaciones, elementos de contención, drenajes, taludes e impermeabilizaciones.
- La proximidad a ríos o corrientes de agua que pudieran alimentar el nivel freático o dar lugar a la socavación de los cimientos, arrastres, erosiones o disoluciones.
- Cuantificación de la agresividad del terreno y de las aguas que contenga, para su calificación al objeto de establecer las medidas adecuadas a la durabilidad especificada en cimentaciones y elementos de contención, de acuerdo con los Documentos Básicos relativos a la seguridad estructural de los diferentes materiales o la instrucción EHE.
- Caracterización del terreno y coeficientes a emplear para realizar el dimensionado bajo el efecto de la acción sísmica.
- Cuantificación de cuantos datos relativos al terreno y a las aguas que contenga sean necesarios para el dimensionado del edificio, en aplicación de este DB, otros Documentos Básicos relativos a la seguridad estructural de los diferentes materiales o la instrucción EHE, y a otros DB, especialmente al DB-HS (Habitabilidad: Salubridad).
- Cuantificación de los problemas que pueden afectar a la excavación especialmente en el caso de edificaciones o servicios próximos existentes y las afecciones a éstos.
- Relación de asuntos concretos, valores determinados y aspectos constructivos a confirmar después de iniciada la obra, al inicio de las excavaciones, o en el momento adecuado que así se indique, y antes de ejecutar la cimentación, los elementos de contención o los taludes previstos.



Escuela Politécnica
Superior - Huesca
Universidad Zaragoza

ANEJO IV: MATERIAS PRIMAS Y FORMULACIONES

PROYECTO DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA FÁBRICA DE CERVEZA
ARTESANAL EN EL MUNICIPIO DE SALLEN DE GÁLLEGO (HUESCA).

SOFÍA NIEVES CALVO

TRABAJO FIN DE GRADO - 2023

Ingeniería Agroalimentaria y del Medio Rural – Mención Industrias Agrarias y Agroalimentarias

ÍNDICE

1. Introducción	2
2. Materias primas	2
2.1. Malta de cebada.....	2
2.2. Agua.....	4
2.3. Lúpulo.....	5
2.4. Levadura.....	7
3. Formulaciones.....	7
3.1. India Pale Ale (IPA)	7
3.2. Lager.....	9
4. Bibliografía	11

1. Introducción

En el presente Anejo se van a desarrollar tanto las materias primas como las formulaciones elegidas en el proceso productivo de la cervecería.

La producción va a incluir dos estilos de cerveza de diferentes orígenes: India Pale Ale (IPA) y Lager. De acuerdo con la Guía de Mejores Técnicas Disponibles en España del sector cervecero, ambos tipos de cerveza difieren principalmente en los tiempos y temperaturas de fermentación, las especies de levadura a utilizar, y la cantidad de lúpulo a incluir. Es por todo ello que, aunque el proceso de fabricación constará de las mismas fases, habrá diferencias en las formulaciones de ingredientes, en los parámetros establecidos y en los equipos de elaboración.

Las materias primas básicas para la producción de cerveza son malta de cebada, lúpulo, agua y levadura.

2. Materias primas

2.1. Malta de cebada

La malta resulta de la germinación y secado de semillas de cebada, durante un tiempo y temperatura determinados, que condicionarán el grado de tostado. Durante la germinación tienen lugar cambios estructurales a nivel molecular y se forman los enzimas necesarios para la liberación de azúcares fermentables y nutrientes que utilizarán las levaduras en la fermentación.

Se necesitan aproximadamente 100 kg de grano de cebada para obtener 80 kg de malta sin tostar, y de ellos se estima una producción de unos 400 litros de cerveza. En función del grado de secado, tostado, torrefacción o caramelización se obtienen distintos tipos de malta que se utilizarán dependiendo del estilo de cerveza:

- Malta base (figura 1):
 - Malta tipo Pilsner: el secado es a bajas temperaturas, entre los 70 y 90 °C, por lo que la actividad enzimática no se ve alterada y apenas se generan melanoidinas, que son las responsables del color y del sabor. Esta malta predomina en la formulación de cervezas tipo Lager y Pilsen.
 - Malta tipo Vienna y tipo Munich: se utilizan temperaturas ligeramente más altas que en la Pilsner, otorgando un contenido superior en

melanoidinas pero sin eliminar el poder enzimático. La Munich es la malta base de mayor color y sabor.



Figura 1. Imagen de malta base (elcomidista.es, 2022).

- Maltas especiales: su secado se realiza bajo condiciones extremas que producen sabores muy interesantes en la elaboración de cervezas tipo Ale:
 - Malta caramelizada o crystal malt: de origen inglés, se obtiene mediante la aplicación de temperaturas de 65-70 °C en el secado, con el objetivo de activar los enzimas y liberar azúcares; seguido de un tostado entre 100 y 160 °C, en función del color y aromas deseados. Los azúcares se caramelizan y pasan a formas menos fermentables, lo que otorga sabores a tofe, miel, pasas, caramelo etc. Estas maltas aparecen en la American Amber Ale, IPA, English Bitter o Scottish Ale (figura 2).



Figura 2. Imagen de malta caramelizada (elcomidista.es, 2022).

- Malta tostada/torrefacta: se obtiene a partir del secado en horno de maltas base a temperaturas que sobrepasan los 170 °C. A mayor temperatura, más se incrementa la reacción de Maillard y con ello la caramelización, dando lugar a granos de notable oscuridad y sabores a tostado, nuez o galleta. Algunos ejemplos son las Brown Ale o las Amber (figura 3) (de Mesones, 2020).



Figura 3. Imagen de malta tostada (elcomidista.es, 2022).

2.2. Agua

El agua es el ingrediente principal de la cerveza, suponiendo aproximadamente el 95% de su composición, y se calcula que por cada litro de cerveza se necesitan aproximadamente 7 litros de agua. Esta interviene no solo como parte del producto, sino también en un gran número de operaciones: limpieza de equipos e instalaciones, incorporación a producto, circuitos de refrigeración y calderas, envasado y sanitarias (MTDs, 2005).

La calidad del agua tiene una gran repercusión en el producto final y en el consumo total de la instalación. El agua debe ser potable, es decir, con ausencia de microorganismos patógenos; y preferiblemente con un pH cerca de la neutralidad, ya que este disminuye progresivamente en las etapas del procesado.

El agua de la zona de Sallent de Gállego presenta un diagnóstico muy favorable en los análisis físico – químicos (tabla 1, figura 4).

Tabla 1. Análisis físico – químico y biológico del agua del río Gállego entre Formigal y el embalse de Lanuza (Adasa, 2017).

PARAMETRO	VALOR	DIAGNÓSTICO
BIOLÓGICOS		
IPS	19,30	Muy bueno
IVAM	5,80	Muy bueno
IBMWP	121,00	Bueno
FÍSICO- QUÍMICOS		
Oxígeno Medio Disuelto (mg/L)	8,90	Muy bueno
Oxígeno Mínimo Disuelto (mg/L)	8,00	Muy bueno
Demanda química de Oxígeno (mg/L)	<LQ*	Muy bueno
Conductividad $\mu\text{s}/\text{Cm}$	291	Bueno
pH	8,45	Bueno
Nitratos (mg/L)	1,05	Muy bueno
Nitritos (mg/L)	0,02	Muy bueno
Amonio (mg/L)	<LQ*	Muy bueno
Fosfatos (mg/L)	<LQ*	Muy bueno
Fósforo Total (mg/L)	<LQ*	Muy bueno

*LQ: Límite de cuantificación

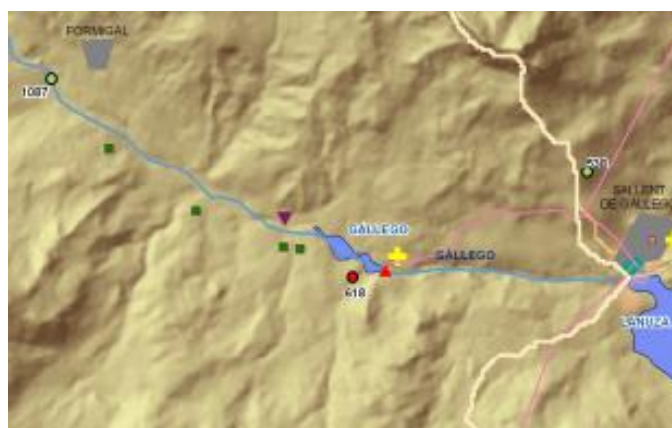


Figura 4. Río Gállego desde Formigal hasta el embalse de Lanuza (Adasa, 2017).

2.3. Lúpulo

Las flores de la planta del lúpulo imparten el amargor y aroma floral a la cerveza, además de contribuir a mantener la estabilidad biológica del producto final.

Es una planta de la familia de las cannabáceas que crece entre los meses de abril y mayo hasta septiembre – octubre, y que se cultiva o crece salvajemente.

Las variedades de lúpulo se dividen en dos grupos principales: las que aportan principalmente amargor y poco aroma, y las que otorgan más aroma que amargor. A nivel mundial, las cepas aromáticas más relevantes tienen su origen en Alemania, Inglaterra y

República Checa; siendo las inglesas, como el Fluggels y el Goldings, las más utilizadas en las cervezas tipo IPA. Por otro lado, las cepas de lúpulo no aromático no se distinguen por su país de origen.

El aroma del lúpulo se degrada rápidamente con el efecto de la luz dando lugar a la formación de ácido sulfhídrico, motivo por el cual las botellas de cerveza son de vidrio color marrón. De otra manera, habría que añadir estabilizantes químicos para evitar el efecto de los rayos UV.

Hay varios formatos en los que se puede adquirir el lúpulo, siendo en pellets y como extracto de lúpulo los más comunes:

- Lúpulo en pellets: consisten en comprimidos de flores de lúpulo trituradas para reducir el efecto de la oxidación. Son más manejables a la hora de manipularse y conservarse, y existen tanto aromáticos como para impartir amargor. En el presente proyecto se utilizará este formato (figura 5).



Figura 5. Imagen de lúpulo en Pellets (elcomidista.es, 2022).

- Extracto de lúpulo: se obtiene mediante extracción de las flores de lúpulo y se almacena en latas de diferentes capacidades. Se utiliza en grandes fábricas cerveceras, ya que en este formato apenas se imparte aroma al producto y prima el amargor (figura 6) (de Mesones, 2020).



Figura 6. Imagen de extracto de lúpulo (elcomidista.es, 2022).

2.4. Levadura

La levadura es el microorganismo encargado de llevar a cabo la fermentación de la cerveza. Se nutre de los azúcares fermentables de la malta liberados en la germinación, contenidos en el mosto, y da lugar a alcohol etílico y CO₂ bajo condiciones anaeróbicas. Si hay presencia de oxígeno, la levadura lo utiliza para multiplicarse y genera pequeñas cantidades de agua.

Los géneros de levadura utilizados dependen del tipo de fermentación de la cerveza, siendo los principales:

- *Saccharomyces uvarum*: se utiliza en las cervezas de fermentación baja, tipo Lager, ya que fermenta a temperaturas bajas (8 a 14 °C) y produce sabores limpios. Es una levadura de fermentación de fondo, es decir, tiende a depositarse en el fondo de los depósitos una vez terminado el proceso.
- *Saccharomyces cerevisiae*: se emplea en cervezas de fermentación alta, de tipo Ale, fermentando a temperaturas comprendidas entre 15 y 25 °C. Este género de levadura asciende a la superficie durante la fermentación (MTDs, 2005).

La levadura se añade en forma de inóculo sobre el mosto previamente enfriado hasta las temperaturas de fermentación correspondientes, y se le añade una corriente de aire estéril para favorecer su reproducción.

Cabe destacar la importancia de utilizar siempre el mismo tipo de cultivo de levadura para mantener constante el sabor y la calidad de las cervezas. La cepa elegida deberá ser genéticamente estable durante más de un ciclo continuo, capaz de fermentar en el menor tiempo posible hasta las concentraciones de etanol deseadas (normalmente entre 4 y 12%), no generar metabolitos secundarios indeseables, y fácilmente extraíbles del medio de fermentación (de Mesones, 2020).

3. Formulaciones

Se van a producir dos estilos de cerveza: India Pale Ale (IPA) y Lager.

3.1. India Pale Ale (IPA)

La cerveza tipo India Pale Ale es de origen inglés, y se caracteriza por su alto contenido en lúpulo de tipo aromático y, generalmente, alta graduación alcohólica (entre 5

y 7 °). Su color resulta anaranjado y es más pálido que el de otras cervezas Ale (de alta fermentación), y es muy espumosa (figura 7).



Figura 7. Cerveza tipo India Pale Ale (ambar.com, 2022).

Los ingredientes por lote de 1000 L de este tipo de cerveza se detallan en la tabla 2. Además, otros parámetros a tener en cuenta durante la elaboración del producto se reflejan en la tabla 3.

Tabla 2. Ingredientes por lote de 1000 L de cerveza tipo IPA (Elaboración propia).

Ingrediente	Cantidad
Malta base Ale	193.7 Kg
Malta Crystal	6.3 Kg
Lúpulo Golding	3.7 Kg
Levadura <i>Saccharomyces Cerevisiae</i>	1 Kg

Tabla 3. Parámetros durante la elaboración de cerveza tipo IPA (de Mesones, 2020; Elaboración propia).

Parámetro	Valor
pH agua	7*
T ^a de maceración	65 °C
Tiempo maceración	2 h
Concentración azúcares mosto	13 – 17%
Tiempo cocción mosto	2 h
Grado de alcohol	5.5 – 7.5%
Unidades de amargor (IBU)	40 – 50
T ^a de fermentación	23 °C
Tiempo de fermentación	3 – 5 días en tanque abierto o cerrado
Tiempo de almacenaje	2 semanas en tanque cerrado
T ^a almacenaje	11 °C

En cuanto al color, las cervezas IPA se clasifican según el SRM (Standard Reference Method) en la escala 14 – 17 y según la EBC (European Brewery Convention) entre 27.58 y 33.49 (figura 8). Se puede medir a simple vista o mediante un colorímetro o espectrofotómetro a 430 nm (de Mesones, 2020).

	SRM	EBC
Lager pálida	2 - 3	3,94 - 5,91
Weissbier	3 - 4	5,91 - 7,88
Witbier	4 - 5	7,88 - 9,85
Belgian Blond	6 - 9	11,82 - 17,73
Pale Ale	10 - 14	19,70 - 27,58
IPA	14 - 17	27,58 - 33,49
Mild	17 - 18	33,49 - 35,46
Brown ale	19 - 22	37,43 - 43,34
Black lager	22 - 30	43,34 - 59,10
Porter	30 - 35	59,10 - 68,95
Stout	35 +	68,95 - 78,80
Imperial Stout	40+	>78,80

Figura 8. Escalas SRM (Standard Reference Method) y EBC (European Brewery Convention) de medición de color de cerveza (hacercervezaartesanal.com, 2022).

3.2. Lager

La cerveza lager, de origen bávaro, es de baja fermentación y se caracteriza por su suave sabor. Es el estilo más popular en España, también conocido como cerveza rubia por su tonalidad comúnmente pálida (figura 9).



Figura 9. Cerveza tipo Lager (hacercervezaartesanal.com, 2022).

En las tablas 4 y 5 se incluyen los ingredientes de la formulación a seguir y los parámetros del proceso de elaboración de una cerveza lager pilsen.

Tabla 4. Ingredientes por lote de 1000 L de cerveza tipo Lager (de Mesones, 2020; Elaboración propia).

Ingrediente	Cantidad
Malta Pilsner	258.5 Kg
Lúpulo Saaz	6.5 Kg
Levadura <i>Saccharomyces uvarum</i>	1 Kg

Tabla 5. Parámetros durante la elaboración de cerveza tipo Lager (de Mesones, 2020; Elaboración propia).

Parámetro	Valor			
pH agua	6 – 7			
T ^a de maceración	45 °C	64 °C	72 °C	78 °C
Tiempo maceración	30 min	30 min	30 min	30 min
Concentración azúcares mosto	11 – 12%			
Tiempo cocción mosto	2 h			
Grado de alcohol	4.5 – 5.5%			
Unidades de amargor (IBU)	25			
T ^a de fermentación	10 °C	7 °C	3 – 5 °C	
Tiempo de fermentación	1 ^{er} día	2 ^o - 7 ^o día	7 ^o - 9 ^o día	
Tiempo de almacenaje	4 semanas en tanque cerrado			
T ^a almacenaje	3 °C			

El color de la cerveza Lager puede variar desde muy pálido hasta cervezas tostadas o negras, pero lo más habitual es de 2 – 3 en la escala SMR y 3.94 – 5.91 en la escala EBC (figura 10).

	SRM	EBC
Lager pálida	2 - 3	3,94 - 5,91
Weissbier	3 - 4	5,91 - 7,88
Witbier	4 - 5	7,88 - 9,85
Belgian Blond	6 - 9	11,82 - 17,73
Pale Ale	10 - 14	19,70 - 27,58
IPA	14 - 17	27,58 - 33,49
Mild	17 - 18	33,49 - 35,46
Brown ale	19 - 22	37,43 - 43,34
Black lager	22 - 30	43,34 - 59,10
Porter	30 - 35	59,10 - 68,95
Stout	35 +	68,95 - 78,80
Imperial Stout	40+	>78,80

Figura 10. Escalas SRM (Standard Reference Method) y EBC (European Brewery Convention) de medición de color de cerveza (hacercervezaartesanal.com, 2022).

4. Bibliografía

Adasa Systems (2022). *Análisis de usos de agua*.
<https://www.adasasystems.com/es/solucion/analisis-de-usos-del-agua.html>

Ambar (2022). *Cerveza IPA... ¿Pero eso qué es?*
<https://ambar.com/noticias/cultura-cervecera/que-es-una-ipa/>

Cerveza artesana. (2023). *La guía definitiva de la malta*.
<https://cervezartesana.es/mqtq025.html>

Cocinista (2022). *Malta Pale Ale*. <https://www.cocinista.es/web/es/enciclopedia-cocinista/maltas-y-lupulos/malta-pale-ale.html>

De Mesones, B. (2020). *Manual práctico del cervecero*



Escuela Politécnica
Superior - Huesca
Universidad Zaragoza

ANEJO V: ETAPAS DEL PROCESO PRODUCTIVO

PROYECTO DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA FÁBRICA DE CERVEZA
ARTESANAL EN EL MUNICIPIO DE SALLEN DE GÁLLEGO (HUESCA).

SOFÍA NIEVES CALVO

TRABAJO FIN DE GRADO - 2023

Ingeniería Agroalimentaria y del Medio Rural – Mención Industrias Agrarias y Agroalimentarias

ÍNDICE

1.	Introducción	2
2.	Diagrama de flujo del proceso productivo	2
3.	Etapas del proceso productivo	5
3.1.	Recepción y almacenamiento de materias primas	5
3.2.	Molienda	5
3.3.	Maceración.....	6
3.4.	Filtración del mosto.....	7
3.5.	Cocción	7
3.6.	Clarificación del mosto	8
3.7.	Enfriamiento del mosto.....	9
3.8.	Fermentación	9
3.9.	Guarda/Decantación	11
3.10.	Clarificación	11
3.11.	Estabilización coloidal	12
3.12.	Envasado	12
4.	Bibliografía	12

1. Introducción

En el presente Anejo se desarrolla el proceso productivo de fabricación de cerveza artesanal y se describen las etapas que en él intervienen, de acuerdo con la Guía de Mejores Técnicas Disponibles en España del sector cervecero (2005). Se tienen en cuenta las diferencias entre los dos estilos de cerveza a producir (Lager e India Pale Ale) y se detallan sus correspondientes parámetros.

En cada etapa se destacan las técnicas de carácter específico para el sector cervecero recogidas en el listado de Mejores Técnicas Disponibles aplicables por sus ventajas desde el punto de vista medioambiental (tabla 1).

Tabla 1. Mejores Técnicas Disponibles en el sector cervecero (MTD, 2005)

Operación	Nº	Técnica
Recepción y almacenamiento de materiales.	25	Descarga controlada de malta e instalación de sistemas de aspiración y retención de partículas.
Cocción	10	Control y optimización de la tasa de evaporación
	11	Recuperación de los vahos de cocción
Clarificación del mosto	19	Recuperación de turbios calientes
Fermentación	7	Control de turbidez a la salida de los fermentadores
	20	Recogida de levadura
	26	Recuperación de CO ₂ de fermentación

2. Diagrama de flujo del proceso productivo

De acuerdo con la Guía de Mejores Técnicas Disponibles en España del sector cervecero (2005), el proceso productivo de la cerveza se puede resumir en cuatro etapas principales que, a su vez, se dividen en varias etapas (figura 1):

1. Fabricación de mosto
2. Fermentación y guarda

3. Filtración
4. Estabilización microbiológica y envasado

En primer lugar, se recibe el grano de cebada malteada y se transfiere a los silos tras ser pesada y limpiada. A continuación, se muelen los granos dando lugar a harina; denominada sémola, harina gruesa o fina; y se macera en agua con el objetivo de liberar mediante acción enzimática los azúcares fermentables que servirán de sustrato para las levaduras en la fermentación.

Seguidamente, el mosto se separa del bagazo mediante su filtración y se lleva a ebullición junto con el lúpulo en la etapa de cocción. Durante esta fase, se producen una serie de reacciones por las que las sustancias amargas y aceites del lúpulo se solubilizan e isomerizan. Por su lado, el bagazo se almacena en silos y se puede destinar a la alimentación animal.

Una vez finalizada la cocción, se procede a clarificar el mosto hasta para separar el precipitado proteínico que se forma por el efecto del calor, conocido por el nombre de *turbios calientes*. Posteriormente, se enfría el mosto hasta la temperatura de inoculación de levadura, que varía según la cepa, tal y como se detalla en el Anejo IV.

Previamente a la fermentación, se inyecta aire estéril para favorecer la multiplicación de la levadura. Al finalizar, la cerveza se enfría para facilitar la decantación de levaduras y otras sustancias enturbiadoras (etapa de guarda).

Finalmente, se procede al filtrado de la cerveza con el objetivo de clarificar la cerveza eliminando los restos de levadura y otras impurezas. No obstante, si se quiere obtener un producto final con aspecto turbio (como es el caso de algunas cervezas artesanales) esta etapa se omitiría. Por último, se realizan las operaciones de estabilización microbiológica y se envasa.

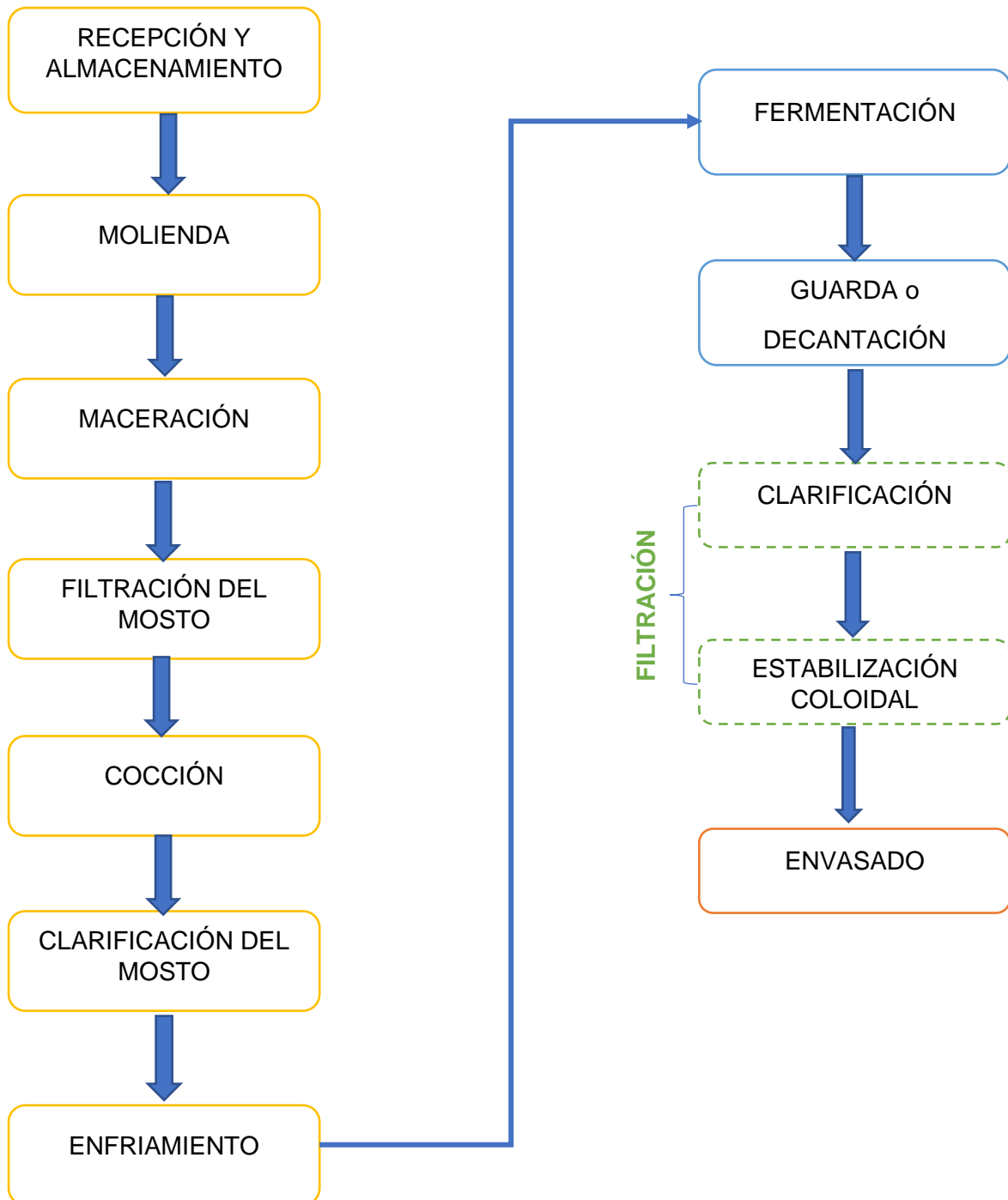


Figura 1. Diagrama de flujo del proceso de producción de la cerveza artesanal (Elaboración propia).

3. Etapas del proceso productivo

3.1. Recepción y almacenamiento de materias primas

Se reciben las materias primas sólidas, consistentes en la malta de cebada en formato a granel y el lúpulo en forma de sacos o contenedores de pellets. La descarga de la cebada a granel se puede llevar a cabo en recintos abiertos o cerrados y, seguidamente, se distribuye, limpia y almacena en silos.

La limpia de la cebada consiste en eliminar aquellos componentes no aptos, tal y como piedras o partículas metálicas, mediante la utilización de diversos tipos de cribas o tamices, separadores metálicos y/o densimétricos. De esta manera, se reduce el riesgo de explosión de los equipos y sistemas, y se prolonga su vida útil.

Además, en el listado de Mejores Técnicas Disponibles (nº 25) se destaca la importancia de contar con un sistema aspiración y retención de partículas para eliminar el polvo de malta resultante de la limpia para evitar alcanzar la concentración mínima de polvo que supone el límite mínimo de explosión. Además, desde el punto de vista medioambiental, se reduce la emisión atmosférica de polvo y partículas. Los sistemas más utilizados son los ciclones y filtros de mangas.

Para el transporte interno de la malta a granel, harina y polvo se emplean dos tipos de sistemas: transporte neumático y transporte mecánico. Para controlar este proceso, todos los equipos y transportadores contarán con dispositivos de seguridad eléctricos y/o mecánicos: limitadores de presión, sondas de temperatura, detectores de atascos, indicadores de velocidad, detectores de chispas etc. (MTDs, 2005).

3.2. Molienda

La molienda o molturación se lleva a cabo para reducir el tamaño del grano para facilitar su tratamiento en las etapas posteriores de fabricación del mosto. Permite el incremento de la superficie de las partículas de cebada (harina), lo que facilita la digestión del almidón y, con ello, la liberación de azúcares fermentables que sirvan de sustrato para las levaduras.

Habitualmente, la malta es hidratada antes de la molienda, lo que se conoce como etapa de *acondicionamiento*. Este tipo de práctica se lleva a cabo en instalaciones que disponen de cubas-filtro. Existen varias alternativas:

- Sistema clásico: la malta es remojada con agua a una temperatura entre 30 y 50 °C durante 15 – 30 min, se hace pasar por un molino de un solo par de rodillos, y la harina resultante se mezcla con agua y se envía directamente a la cuba de maceración.
- Alternativa al sistema clásico: consiste en aplicar agua caliente a 75 °C durante 60 s, lo cual incrementa el contenido en humedad de la cáscara del grano hasta un 20 %.
- Acondicionamiento con vapor: la cascarilla se vuelve más flexible y puede resistir intacta a la acción del molino (MTDs, 2005).

3.3. Maceración

La maceración consiste en la adición de la harina de malta en agua para formar la disolución que se procesará dando lugar al mosto cervecero, con el objetivo de optimizar el rendimiento de extracto de las levaduras.

En esta etapa, el almidón y las proteínas de la harina se degradan gracias a la actividad enzimática que se desarrolla de manera natural en el grano de cebada durante el malteado. Por un lado, los enzimas peptidasas generan polipéptidos a partir de las proteínas, los cuales se degradan hasta aminoácidos a una T^a óptima de 45 – 50 °C. A su vez, el almidón se descompone en glucosa, maltosa y dextrinas (azúcares fermentables) por acción de las amilasas a una T^a óptima de 62 – 65 °C para la obtención de maltosa, y de 70 – 75 °C para el resto. No obstante, los parámetros de tiempo y temperatura dependen del tipo de cerveza, tal y como se detalla en el Anejo IV.

El método de maceración que se va a emplear es por infusión, puesto que es el más sencillo en cuanto a operabilidad y monitorización, y su consumo energético es menor frente a otros sistemas. Además, se puede llevar a cabo en el mismo tanque que la cocción, lo que reduce la cantidad de equipamiento a utilizar.

Consiste en la aplicación de calor de manera progresiva a la mezcla en agitación, hasta alcanzar de manera escalonada las temperaturas programadas dejando periodos de reposo térmico para que los enzimas completen su actividad hidrolítica. Los escalones de temperatura se aplicarán en la producción de cerveza tipo Lager, mientras que para el tipo India Pale Ale bastará con un solo escalón (tabla 2).

Con carácter general, la actividad de los enzimas posee los siguientes rangos óptimos de actividad:

- Proteasas: 45 – 50 °C

- β -amilasa: 62 – 65 °C
- α -amilasa: 70 – 75 °C

Tabla 2. Parámetros de tiempo y temperatura en la etapa de maceración para ambos estilos de producción (de Mesones, 2020).

Lager		India Pale Ale (IPA)	
Tiempo (min)	Temperatura (°C)	Tiempo (min)	Temperatura (°C)
30	45	120	65
30	64		
30	72		
30	78		

La maceración por infusión se puede aplicar en cualquier tipo de cerveza y se lleva a cabo en una sola cuba, la misma que en la fase cocción (MTDs, 2005).

3.4. Filtración del mosto

Una vez finalizada la maceración, se separan los compuestos insolubles o bagazo del mosto cervecero mediante filtración en cuba-filtro.

Este equipo consiste en un recipiente cilíndrico con doble fondo a través del cual se evacúa el mosto mientras que el bagazo queda retenido en el fondo ranurado. Las cubas no son de lecho muy profundo, en torno a 0,5 m, y el tiempo de operación es en torno a 2 – 3 horas con una recuperación de extracto del 98 – 99%, casi sin pérdidas. Este mosto recién filtrado se denomina *mosto dulce* o *primer mosto*, y se puede lavar el bagazo con agua caliente para aprovechar mejor el extracto.

El bagazo retenido se descarga en su silo correspondiente y se suele destinar a la alimentación del ganado (MTDs, 2005).

3.5. Cocción

Una vez retirado el bagazo, el mosto dulce se conduce a la caldera de cocción y se procede a la adición del lúpulo. Durante la cocción tienen lugar las siguientes transformaciones:

- Cese de la actividad enzimática.
- Esterilización del mosto.

- Adquisición del amargor característico de la cerveza mediante la isomerización de los α -ácidos del lúpulo.
- Coagulación y precipitación de complejos formados por proteínas desnaturalizadas y polifenoles.
- Descomposición y evaporación de compuestos volátiles indeseados.
- Concentración del mosto.
- Cambio de color y pH del mosto.
- Formación de sustancias reductoras.

El mosto se hierve aproximadamente durante 2 horas con una intensidad de cocción del 5 – 8% de evaporación por hora respecto al volumen total en la caldera.

En esta etapa se consume la mayor cantidad de energía térmica de todo el proceso, por lo que es importante considerar las Mejores Técnicas Disponibles que optimizan su consumo. Se puede aplicar la técnica nº 10 del listado, que corresponde con el control y optimización de la tasa de evaporación a partir del control de la densidad del mosto antes y después de la cocción, y del incremento de la eficiencia de volatilización de las sustancias no deseadas. El objetivo es que la diferencia entre densidades sea lo menor posible para evitar una evaporación excesiva y reducir con ello el gasto energético.

Otra técnica aplicable es la recuperación de los vahos de cocción (nº 11), ya que permite aprovechar la energía gastada en la operación y evita la emisión a la atmósfera de compuestos volátiles indeseados, que son causa de olores. Estos vahos se utilizarían para calentar el mosto mediante el uso de un compresor en un intercambiador de calor (MTDs, 2005).

3.6. Clarificación del mosto

Antes de pasar al tanque de fermentación, el mosto debe estar claro y libre de partículas sólidas, como restos de lúpulos o complejos de proteínas-polifenoles precipitados, que se conocen como *turbios calientes*. El grado de claridad requerido depende del tipo de cerveza, e incluso se omite esta etapa en la producción de cervezas artesanales turbias.

El equipo utilizado más habitualmente es el tanque Whirlpool o remolino, en el que el mosto sin filtrar se introduce mediante una tubería tangencial a la pared del tanque a alta velocidad y, al girar, los turbios se acumulan en el centro del fondo del tanque gracias a las fuerzas centrípetas generadas. Finalmente, se extrae el mosto filtrado y se retiran los turbios calientes. De acuerdo con las Mejores Técnicas Disponibles (nº 19), los turbios

calientes se deben reintroducir en el proceso en la caldera de maceración o cuba-filtro con el objetivo de recuperar la fracción de mosto contenida en ellos. De esta manera, pasan a formar parte del bagazo y pueden ser destinados a alimentación del ganado (MTDs, 2005).

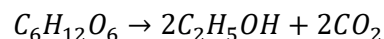
3.7. Enfriamiento del mosto

Después de la clarificación del mosto, éste se enfría hasta la temperatura de inoculación de la levadura. En el caso de la cerveza tipo Lager, tal y como se describe en el Anejo IV, el mosto debe alcanzar una temperatura de 10 °C, mientras que en la IPA de 23 °C. Se emplea agua y/o agua glicolada como refrigerante, que se calienta hasta alcanzar temperaturas entre 75 °C y 85 °C.

Se utiliza un intercambiador de placas en el cual se introduce el agua previamente enfriada por intercambio directo o a través de una torre de refrigeración. Si se emplea agua a temperatura ambiente en una primera fase de enfriamiento, se continuará con agua glicolada a temperaturas inferiores a 0 °C (MTDs, 2005).

3.8. Fermentación

La fermentación es la reacción llevada a cabo por las levaduras seleccionadas para transformar determinados sustratos en productos. En este caso, la fermentación es de tipo alcohólica: se parte de azúcares reductores simples y se obtienen etanol y dióxido de carbono bajo condiciones de anaerobiosis. La reacción se puede representar de la siguiente manera:



Glucosa → Etanol + Dióxido de Carbono

Además, se metabolizan otros compuestos del mosto en función de sus ingredientes. Las características organolépticas finales de la cerveza dependen de los productos finales de la fermentación y ésta, a su vez, de la cepa de levadura seleccionada. Tal y como se indica en el Anejo IV, se utiliza *Saccharomyces uvarum* en la cerveza tipo Lager y *Saccharomyces cerevisiae* en el tipo India Pale Ale. Las dos variables del proceso a controlar son la presión y la temperatura, dependiendo ésta última del tipo de fermentación, tal y como se muestra en la tabla 3. La duración varía desde 3 o 4 días en las cervezas de alta fermentación, y hasta 2 o 3 semanas en las de baja fermentación.

Tabla 3. Parámetros de fermentación de tiempo y temperatura de los tipos de cerveza a producir.

India Pale Ale (IPA)		Lager	
Tiempo	Temperatura (°C)	Tiempo	Temperatura (°C)
3 – 5 días	23 °C	1 ^{er} día	10
		2 ^o - 7 ^o día	7
		7 ^o - 9 ^o día	3 - 5

En primer lugar, para la inoculación de la levadura, se inyecta aire estéril u oxígeno al mosto para asegurar que la levadura disponga del oxígeno necesario para multiplicarse antes de comenzar con las reacciones de la fermentación. La concentración de O₂ idónea suele ser de 8 a 12 mg/L. Antes de añadir la levadura, se debe rehidratar con mosto sobrante de la maceración o agua en caso de adquirirse en formato desecado.

Generalmente, se utilizan tanques cerrados horizontales o verticales, y de forma cilíndrica o cilíndrica; aunque en algunos estilos de cerveza artesanal se emplean tanques abiertos. Pueden instalarse tanto en el interior de las naves industriales cubiertas o en el exterior. El dióxido de carbono producido en la reacción se puede recoger en un sistema de recuperación y acondicionamiento de CO₂.

Dado que la fermentación es un proceso exotérmico, es necesario que los tanques cuenten con camisas refrigerantes para mantener la temperatura adecuada. Los fluidos refrigerantes suelen ser agua glicolada y/o NH₃. Un tanque puede disponer de varias secciones de camisas para aplicar distintas temperaturas en función del estado de avance de la fermentación.

Durante la fermentación, el exceso de levadura se deposita en el fondo del tanque, en el caso de la cerveza tipo Lager, y tiende a ascender a la superficie en la India Pale Ale debido a la diferencia entre las cepas utilizadas. No obstante, al finalizar el proceso en ambos casos se sedimenta en el fondo. La levadura puede reutilizarse varias generaciones hasta que pierde sus características y, finalmente, se gestiona como subproducto.

La fermentación termina una vez cesa la producción de CO₂ y se alcanzan los parámetros finales establecidos de grado alcohólico y densidad, que se medirán con un ebullómetro. El producto pasa de denominarse mosto a cerveza verde.

Una de las Mejores Técnicas Disponibles a aplicar en esta etapa es el control de la turbidez de los fermentadores (nº 7), cuyo objetivo es minimizar la pérdida de cerveza durante la descarga de levadura sedimentada en el tanque. Se utilizan unas sondas de

medida de turbidez que controlan una válvula que se abrirá cuando la concentración de la suspensión de levadura alcance cierto nivel, y se desviará a un tanque de recogida.

Otra técnica a tener en cuenta es la recogida de la máxima cantidad de levadura sedimentada al finalizar la fermentación (nº 20), para reducir al máximo la carga contaminante de las aguas residuales. A este efecto, los fermentadores de tipo cilindrocónico son los más eficientes al recuperar las levaduras y son más fáciles de limpiar.

Durante el proceso de fermentación se genera una cantidad de CO₂ de aproximadamente 3,2 a 3,5 kg/hl del cual se puede llegar a recuperar en torno al 65% para utilizarse de nuevo en el proceso (MTD nº 26). El CO₂ recuperado debe tratarse antes de reutilizarse, pero esta técnica reduce notablemente el impacto ambiental y evita depender de otras empresas suministradoras de este gas (MTDs, 2005).

3.9. Guarda/Decantación

La etapa de decantación o guarda consiste en enfriar la cerveza hasta temperaturas entre -1 y 4 °C durante un periodo variable de días (desde 3 o 4 hasta 30 días) con el objetivo de que las levaduras y otros compuestos que aportan turbidez se vayan sedimentando. Estos restos contienen unos 10 – 14% de los sólidos totales, y entre 1,5 y 2,5% del total de cerveza (MTDs, 2005).

Se pueden utilizar los mismos tanques cilindrocónicos de fermentación (sistema unitank), o bien varios tanques horizontales o cilindrocónicos (sistema de tanques múltiples). En el presente proyecto se empleará el sistema unitank.

3.10. Clarificación

La fase de filtración comienza con la clarificación de la cerveza con el objetivo de obtener el nivel deseado de claridad y retrasar su enturbiamiento natural.

Se pueden utilizar filtros de tierra de diatomeas, como el de placas, o técnicas más avanzadas como filtros de membrana o filtración tangencial combinada con centrifugación. Antes de comenzar la filtración, se puede someter a la cerveza a un golpe de frío a temperaturas en torno a -1,5 °C en un intercambiador de calor de placas para mejorar la filtrabilidad. Además, se puede llevar a cabo una centrifugación previa en caso de ser necesario (MTDs, 2005).

En el presente proyecto, esta etapa se va a aplicar únicamente en la producción de la cerveza tipo Lager, ya que el acabado final deseado de la cerveza India Pale Ale es de turbidez.

3.11. Estabilización coloidal

Con el fin de eliminar selectivamente complejos de proteínas o taninos se lleva a cabo una estabilización coloidal. Esta puede llevarse a cabo en diferentes etapas del proceso, y dependerá del agente seleccionado.

Esta operación no siempre se lleva a cabo y, especialmente en el caso de la cerveza artesanal, se suele omitir para darle un acabado ligeramente más turbio. En el presente proyecto, no se va a emplear.

3.12. Envasado

El envasado se va a realizar en formato de botella exclusivamente, por lo que se dispondrá de una embotelladora y etiquetadora automáticas al final de la línea de procesado.

4. Bibliografía

Ministerio del Medio Ambiente (2005). Guía de Mejores Técnicas Disponibles en España del sector cervecero.



Escuela Politécnica
Superior - Huesca
Universidad Zaragoza

ANEJO VI: BALANCE DE MATERIA

PROYECTO DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA FÁBRICA DE CERVEZA
ARTESANAL EN EL MUNICIPIO DE SALLEN DE GÁLLEGO (HUESCA).

SOFÍA NIEVES CALVO

TRABAJO FIN DE GRADO - 2023

Ingeniería Agroalimentaria y del Medio Rural – Mención Industrias Agrarias y Agroalimentarias

ÍNDICE

1. Introducción	2
2. Fundamentos de la fermentación	4
3. Cálculos del balance de materia.....	6
3.1. Densidad del mosto y cerveza.....	6
3.2. Resolución del balance.....	9
3.2.1. Molienda	10
3.2.2. Maceración.....	11
3.2.3. Filtración.....	11
3.2.4. Cocción y clarificación	12
3.2.5. Enfriamiento.....	13
3.2.6. Fermentación	13
3.2.7. Filtro y embotelladora.....	14
3.2.8. Resolución EES.....	15
3.3. Resultados del balance de materia	18
4. Bibliografía	19

1. Introducción

Se va a plantear el balance de materia para las dos recetas propuestas, Lager e India Pale Ale, teniendo en cuenta las cantidades de materias primas (malta y lúpulo) y el grado de alcohol del producto final, presentes en el Anejo IV. Además, se van a obtener las densidades del mosto a lo largo de cada etapa, relacionadas directamente con la concentración de azúcares medida en grados BRIX, para determinar la cantidad de levadura a añadir en la fermentación y alcanzar el grado de etanol final deseado. En la figura 1 se detalla el balance de materia genérico con las variables en unidades de masa (kg) tomando como base de cálculo la producción de 1 lote de cerveza, equivalente a un volumen de 1000 L.

Para la resolución del balance general, se van a ir planteando los balances individuales de cada equipo y despejando de manera secuencial las incógnitas, siguiendo la premisa de la Ley de Conservación de la Materia: la masa que entra menos la que sale, más la que se genera, menos la que se consume, es igual a la que se acumula.

$$E - S + G - C = A$$

Hay que tener en cuenta las diferencias entre las dos recetas planteadas, estilo Lager e India Pale Ale, que radican en las cantidades de malta, lúpulo y levadura a añadir; y en la etapa de filtrado, únicamente presente en la cerveza Lager. En la tabla 1 se recogen las cantidades ya conocidas de cada receta, detalladas en el Anejo IV.

Tabla 1. Variables conocidas en ambas líneas de producción previamente al cálculo del balance de materia (Elaboración propia).

	Lager	India Pale Ale
Variable	Valor (Kg)	Valor (Kg)
Malta (m_1)	258.5	200
Lúpulo (m_{5L})	6.5	3.7

Se va a emplear el software Engineering Equation Solver (EES) para plantear y resolver el ajuste de la reacción bioquímica de la fermentación y el balance de materia.

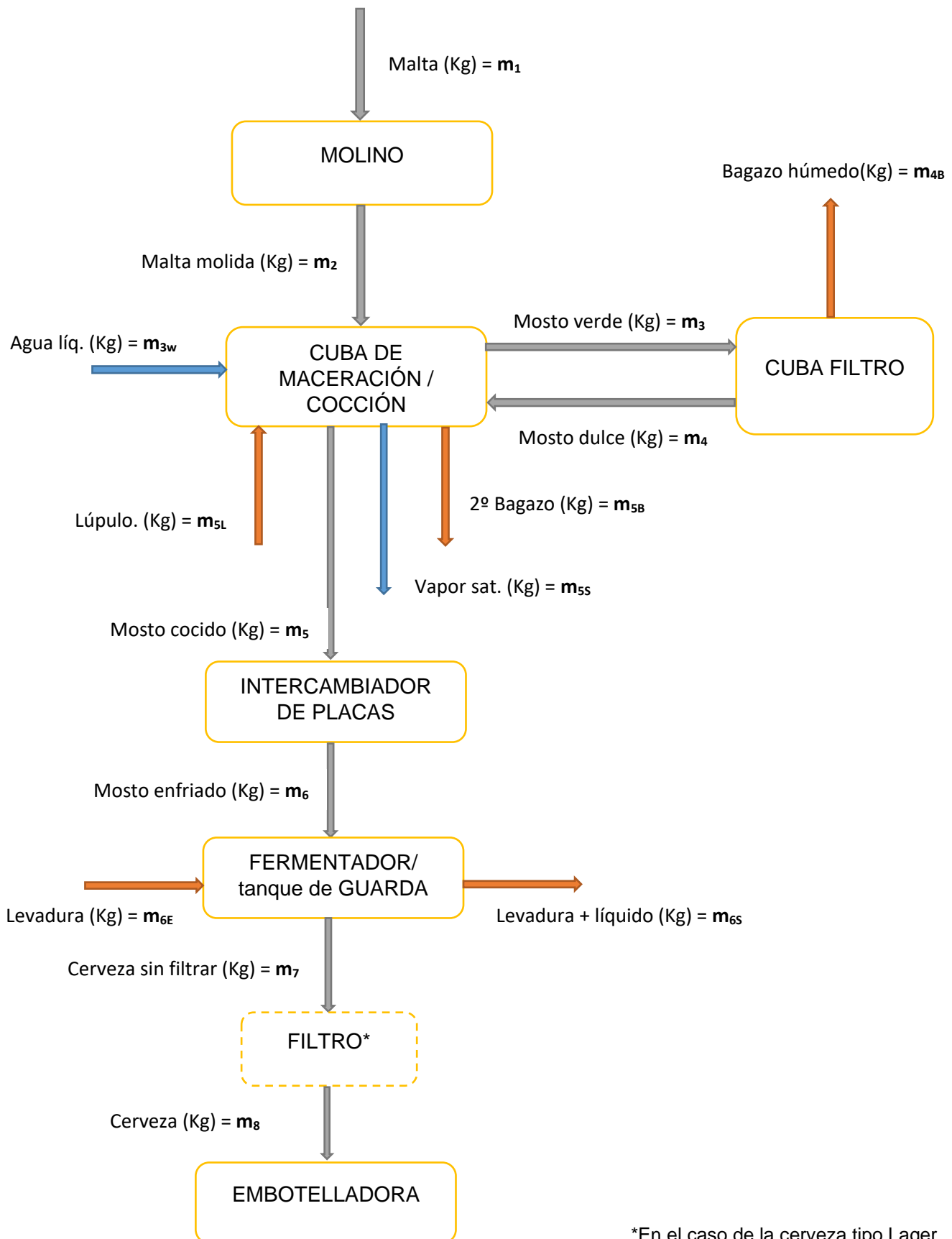
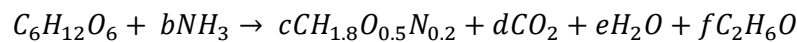


Figura 1. Balance de materia del proceso general de fabricación de cerveza artesanal.

2. Fundamentos de la fermentación

En primera instancia, se debe conocer el rendimiento de la reacción bioquímica de la fermentación, que corresponde con la cantidad de etanol producido respecto al sustrato (glucosa). De esta manera, partiendo del parámetro de grado alcohólico en el producto final y de la densidad del etanol, se podrá determinar la masa de azúcares fermentables en el mosto previamente a la fermentación. Conociendo este dato, se establecerá la densidad tanto del mosto cocido como en las etapas previas. Estos valores son de vital importancia para controlar el proceso y alcanzar las características deseadas en el producto final.

La ecuación bioquímica que define el proceso de fermentación tiene en cuenta tanto la formación de etanol (C_2H_6O) a partir de glucosa ($C_6H_{12}O_6$) como el crecimiento de la levadura (Ecuación 1), y se produce en condiciones de anaerobiosis. Cabe destacar que la fórmula bioquímica de la levadura adoptada es la genérica, $CH_{1.8}O_{0.5}N_{0.2}$, ya que la composición de las células de las distintas especies es muy similar incluso en condiciones muy distantes.



Ecuación 1.

Los coeficientes estequiométricos de la ecuación 1 se han ajustado mediante balances elementales al carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno. Dado que el sistema queda indeterminado al tener cuatro ecuaciones y cinco incógnitas, se introduce el dato del rendimiento de producto (etanol) a partir de sustrato (glucosa) para obtener el valor del coeficiente f (Ecuación 2). Se introducen los pesos moleculares para aplicar el cambio de unidades de g/g a mol/mol.

$$Y_{ps} = f * \frac{Pm_{EtOH}}{Pm_{Gluc}}$$

Ecuación 2.

Teóricamente, las levaduras del género *Saccharomyces* son capaces de producir 0.511 g de etanol por g de glucosa metabolizada. Sin embargo, se ha determinado experimentalmente que se alcanza entre el 87% y el 95% de dicho valor, debido a la energía que invierten las células en su mantenimiento (Hernández-Mora & Acevedo-Páez, 2013). Por ello, se va a tomar un valor de 0.46 g de etanol/g de glucosa para llevar a cabo los cálculos.

Mediante el software EES se ha resuelto el sistema de ecuaciones:



"Balance al C:"

$$6 = c + d + 2 \cdot f$$

"Balance al H:"

$$12 + 3 \cdot b = c \cdot 1.8 + 2 \cdot e + 6 \cdot f$$

"Balance al O:"

$$6 = 0.5 \cdot c + 2 \cdot d + e + f$$

"Balance al N:"

$$b = 0.2 \cdot c$$

"Rendimiento de etanol a partir de glucosa:"

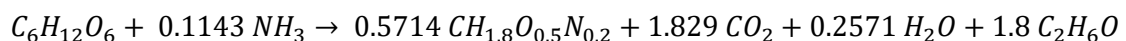
$$Pm_{\text{EtOH}} = 46 \quad \{\text{g/mol}\}$$

$$Pm_{\text{Gluc}} = 180 \quad \{\text{g/mol}\}$$

$$Y_{ps} = 0.46 \quad \{\text{g EtOH/g Glucosa}\}$$

$$Y_{ps} = f \cdot Pm_{\text{EtOH}} / Pm_{\text{Gluc}}$$

La ecuación 3 muestra el resultado del ajuste.



Ecuación 3.

Conociendo el volumen de etanol tras finalizar la fermentación, se puede obtener la cantidad de levadura final (fracción de m_{65}) gracias a la ecuación 3. Para ello, se calcula la masa de etanol de los productos finales utilizando la densidad y se relaciona estequiométricamente con la biomasa ($\text{CH}_{1.8}\text{O}_{0.5}\text{N}_{0.2}$) tomando 1000L de cerveza como base de cálculo. Partiendo de las graduaciones de etanol deseadas en las dos variedades de cerveza a producir, 5% en el caso de Lager y 6.5% en la IPA, las ecuaciones 4.1 y 4.2 muestran los resultados.

- Lager:

$$m_{EtOH} = v_{EtOH} * \rho_{EtOH} = \frac{5}{100} L * \frac{0.79 Kg}{L} = 0.0395 \frac{Kg EtOH}{L cerveza}$$

$$0.0395 \frac{Kg EtOH}{L cerveza} * 1000L * \frac{1 kmol EtOH}{46 Kg EtOH} * \frac{0.5714 kmol CH_{1.8}O_{0.5}N_{0.2}}{1.8 kmol EtOH}$$

$$* \frac{24.6 Kg CH_{1.8}O_{0.5}N_{0.2}}{1 kmol CH_{1.8}O_{0.5}N_{0.2}} = \mathbf{6.71 Kg CH_{1.8}O_{0.5}N_{0.2}} \text{ (fracción de } m_{6S}\text{)}$$

Ecuación 4.1

- IPA:

$$m_{EtOH} = v_{EtOH} * \rho_{EtOH} = \frac{6.5}{100} L * \frac{0.79 Kg}{L} = 0.0514 \frac{Kg EtOH}{L cerveza}$$

$$0.0514 \frac{Kg EtOH}{L cerveza} * 1000L * \frac{1 kmol EtOH}{46 Kg EtOH} * \frac{0.5714 kmol CH_{1.8}O_{0.5}N_{0.2}}{1.8 kmol EtOH}$$

$$* \frac{24.6 Kg CH_{1.8}O_{0.5}N_{0.2}}{1 kmol CH_{1.8}O_{0.5}N_{0.2}} = \mathbf{8.72 Kg CH_{1.8}O_{0.5}N_{0.2}} \text{ (fracción de } m_{6S}\text{)}$$

Ecuación 4.2

3. Cálculos del balance de materia

3.1. Densidad del mosto y cerveza

En primera instancia, es necesario conocer la relación existente entre la densidad del mosto cocido (ρ_s) con su concentración de azúcares fermentables (tabla 2). De esta manera, se puede controlar la graduación final de etanol que se alcanzará tras la fermentación teniendo en cuenta el rendimiento (Y_{ps}).

Tabla 2. Tabla de correspondencia de la concentración de azúcares en mosto (Laffort, 2018)

Grado Brix (Bx)	Densidad (Kg/L)	Azúcares (g/L)
10	1.0417	84.9
10.5	1.043	91
11	1.0443	95
11.5	1.0463	101.8
12	1.0484	106.8
12.5	1.0505	112.1
13	1.0526	117.6
13.5	1.0547	122.7
14	1.0586	129
14.5	1.0581	133.9
15	1.0611	138.9
15.5	1.0633	145.7
16	1.0654	150.5
16.5	1.0676	155.7
17	1.0698	162.2

A continuación, utilizando el rendimiento de etanol a partir de glucosa (Y_{ps}), se calculan la concentración de azúcares fermentables necesaria en el mosto cocido antes de la fermentación a partir de la masa de etanol por litro de cada estilo de cerveza (Ecuación 5.1 y 5.2).

- Lager:

$$m_{AzFer} = \frac{m_{EtOH}}{Y_{ps}} = \frac{0.0395 \text{ Kg EtOH}}{0.46 \frac{\text{Kg EtOH}}{\text{kg glu}}} = 0.0859 \frac{\text{Kg Az. Ferm}}{\text{L mosto}}$$

Ecuación 5.1

- IPA:

$$m_{AzFer} = \frac{m_{EtOH}}{Y_{ps}} = \frac{0.0514 \text{ Kg EtOH}}{0.46 \frac{\text{Kg EtOH}}{\text{Kg glu}}} = 0.112 \frac{\text{Kg Az. Ferm}}{\text{L mosto}}$$

Ecuación 5.2

A continuación, hay que tener en cuenta que la masa de azúcares fermentables en el mosto constituye en torno al 75% de los azúcares totales, por lo que se aplica sobre las ecuaciones 5.1 y 5.2 un factor de corrección para obtener la concentración de azúcar final (Ecuación 6.1 y 6.2) (Sanchis, Orive & Ramos, 2000).

- Lager:

$$m_{Az} = m_{AzFer} * \frac{100 \text{ g az}}{75 \text{ g az fer}} = 0.115 \frac{\text{Kg Az}}{\text{L mosto}} * \frac{1000 \text{ g}}{1 \text{ Kg}} = 115 \frac{\text{g Az}}{\text{L mosto}}$$

Ecuación 6.1

- IPA:

$$m_{Az} = m_{AzFer} * \frac{100 \text{ g az}}{75 \text{ g az fer}} = 0.149 \frac{\text{Kg Az}}{\text{L mosto}} * \frac{1000 \text{ g}}{1 \text{ Kg}} = 149 \frac{\text{g Az}}{\text{L mosto}}$$

Ecuación 6.2

Mediante regresión lineal, con los datos de la tabla 2, se pueden interpolar los resultados de concentración de azúcar en el mosto (g/L) para conocer las densidades (Kg/L) y grados Brix (figura 2).

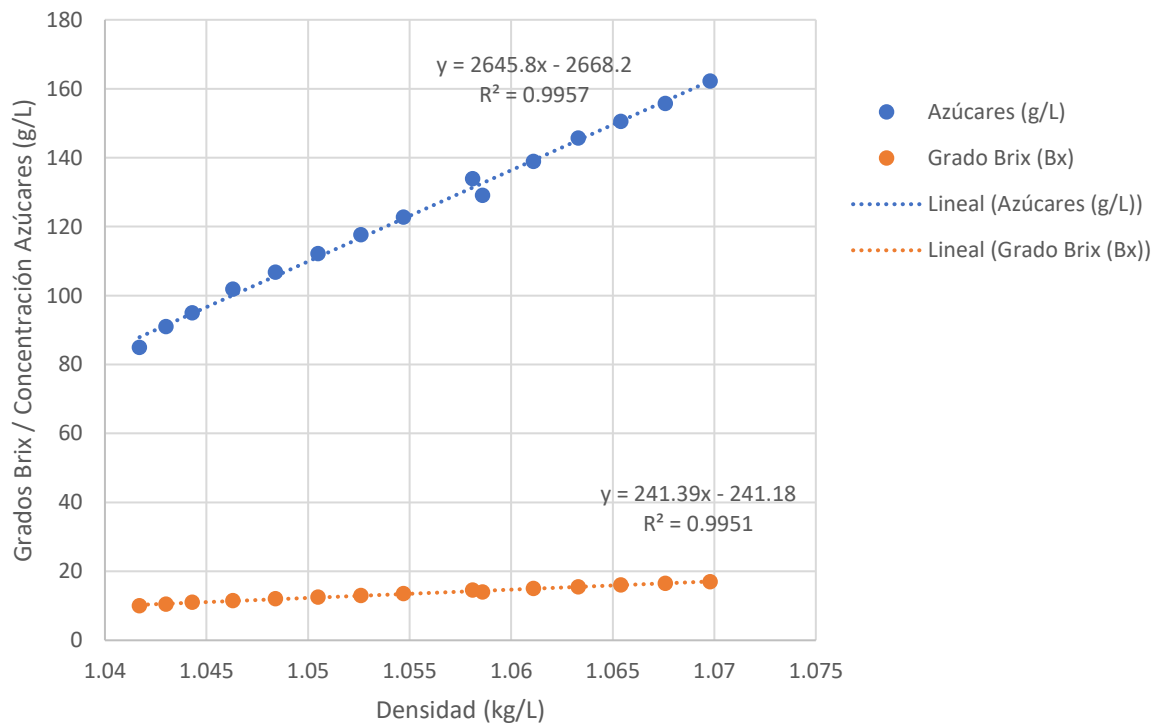


Figura 2. Regresión lineal de la densidad del mosto (eje abscisas) frente a la concentración de azúcares y los grados Brix (eje ordenadas) (Elaboración propia).

Los resultados de las interpolaciones se muestran en las ecuaciones 7.1 y 7.2.

- Lager:

$$115 \frac{g \text{ Az}}{L \text{ mosto}} = 2645.8\rho_5 - 2668.2 \rightarrow \rho_5 = 1.0519 \frac{kg}{L}$$

$$\text{Grados Brix} = 241.39 * 1.0519 - 241.18 = 12.74 \text{ } ^\circ\text{Bx}$$

Ecuación 7.1

- IPA:

$$149 \frac{g \text{ Az}}{L \text{ mosto}} = 2645.8\rho_5 - 2668.2 \rightarrow \rho_5 = 1.0648 \frac{kg}{L}$$

$$\text{Grados Brix} = 241.39 * 1.0648 - 241.18 = 15.85 \text{ } ^\circ\text{Bx}$$

Ecuación 7.2

Una vez conocida la densidad del mosto cocido y su correspondencia en grados Brix, esta etapa se podrá controlar mediante mediciones con densímetro o refractómetro. La densidad de la cerveza final (ρ_8) se puede obtener teniendo en cuenta la densidad y el contenido de etanol, tomando como base de cálculo 1 litro de cerveza (ecuación 8.1 y 8.2).

- Lager:

$$\rho_8 = \rho_5 * v_5 + \rho_{EtOH} * v_{EtOH} = \frac{1.0519Kg}{L} * \frac{0.95L}{L} + \frac{0.79Kg}{L} * \frac{0.05L}{L} = \frac{1.039kg}{L} \text{ cerveza}$$

Ecuación 8.1

- IPA:

$$\rho_8 = \rho_5 * v_5 + \rho_{EtOH} * v_{EtOH} = \frac{1.0648Kg}{L} * \frac{0.935L}{L} + \frac{0.79Kg}{L} * \frac{0.065L}{L} = \frac{1.047kg}{L} \text{ cerveza}$$

Ecuación 8.2

3.2. Resolución del balance

Para llevar a cabo la resolución del balance de materia, se va a separar el proceso por etapas individuales basadas en la figura 1 para ir obteniendo de manera secuencial todas las variables desconocidas. En la tabla 3 se recogen las variables ya conocidas y los porcentajes de pérdida de volumen y generación de subproductos (bagazo) que se dan en algunas etapas, como se detalla en el Anejo IV.

Tabla 3. Tabla de variables conocidas del balance de materia

	Lager	India Pale Ale
Variable	Valor	Valor
Malta (m_1)	258.5 Kg	200 Kg
Agua líquida (ρ_{3w})	1.00 Kg/L	1.00 Kg/L
Lúpulo (m_{5L})	6.5 Kg	3.7 Kg
Mosto cocido (ρ_5)	1.0519 Kg/L	1.0648 Kg/L
Levadura (m_{6E})	1 Kg	1 Kg
Fracción levadura (m_{L6S}) de m_{6s}	6.71 Kg	8.72 Kg
Cerveza (ρ_8)	1.039 Kg/L	1.047 Kg/L
Cerveza (V_8)	1000 L	1000 L
Cerveza (m_8)	1039 Kg	1047 Kg
Cantidad de bagazo por 100 L de cerveza	17.5 Kg/Hl	17.5 Kg/Hl
Cantidad de 2º bagazo por Kg de lúpulo	20 Kg/Kg	20 Kg/Kg
Pérdida de volumen en cocción	16 % (8%/h)	16 % (8%/h)
Pérdida volumen en cuba-filtro	1%	1%
Pérdida volumen en tanque de guarda	2.5%	2.5%

3.2.1. Molienda

En el molino se desprecian las pérdidas de masa de malta, y el balance queda como en la ecuación 9.1., en estado estacionario.

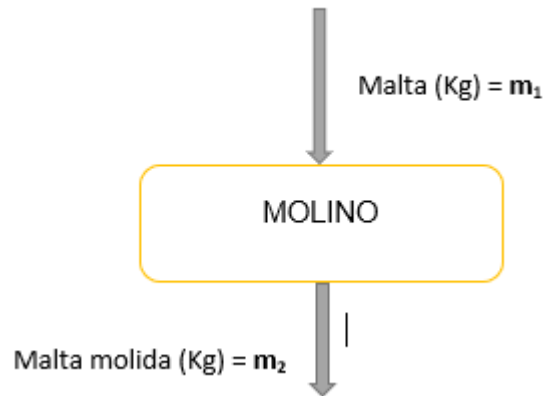


Figura 2. Balance de materia al molino

$$m_1 = m_2 \quad \{\text{Ecuación 9.1}\}$$

3.2.2. Maceración

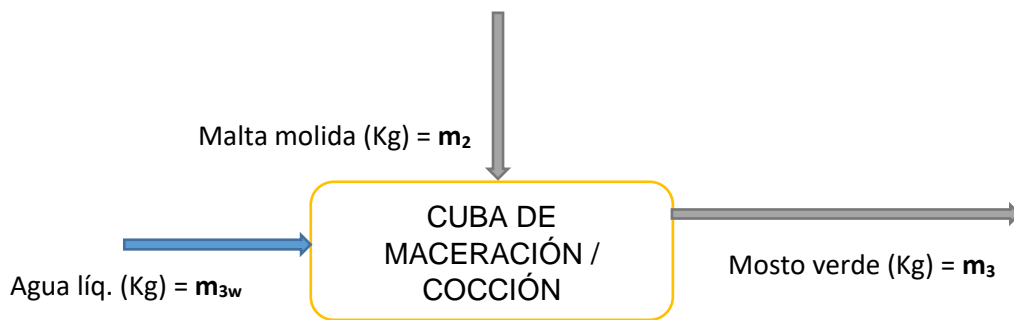


Figura 3. Balance de materia a la cuba de maceración

$$m_2 + m_{3w} = m_3 \rightarrow m_2 + m_{3w} = V_3 \cdot \rho_3 \quad \{\text{Ecuación 10.1}\}$$

3.2.3. Filtración

En la cuba filtro hay que considerar las pérdidas de volumen de mosto del 1% (ecuación 11.2) que pasarán a formar parte del bagazo como fracción húmeda (X_{w4b}). Se ha tomado el valor medio de 17.5 Kg de bagazo generados por 100 L de cerveza producida, como se detalla en el Anejo V.

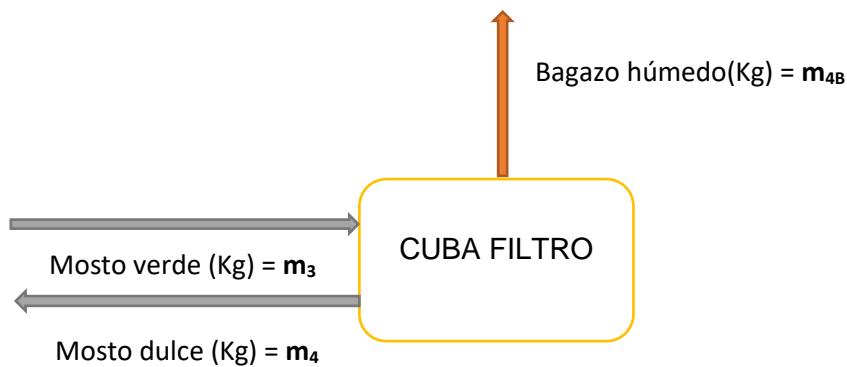


Figura 4. Balance de materia a la cuba filtro

$$m_3 = m_{4B} + m_4 \rightarrow \rho_3 * V_3 = m_{4B} + \rho_4 * V_4 \quad \{\text{Ecuación 11.1}\}$$

$$V_4 = 0.99 * V_3 \quad \{\text{Ecuación 11.2}\}$$

$$0.01 * V_3 = X_{w4b} * m_{4B} \quad \{\text{Ecuación 11.3}\}$$

$$m_{4B} = 1000L \text{ cerveza} * 17.5 \text{ Kg bagazo/Hl} = 175 \text{ Kg de bagazo} \quad \{\text{Ecuación 11.4}\}$$

$$m_{4B} = X_{w4b} * m_{4B} + X_{Sól4b} * m_{4B} \quad \{\text{Ecuación 11.5}\}$$

3.2.4. Cocción y clarificación

En la fase de cocción se tienen en cuenta las pérdidas por evaporación, en torno al 16 %, que saldrán en forma de corriente de vapor saturado (m_{5S}) (ecuación 12.2); y la adición de lúpulo, que generará un segundo bagazo de en torno a 20 Kg por Kg de lúpulo adicionado. Por tanto, se van a considerar las pérdidas de volumen en el segundo bagazo, teniendo en cuenta la densidad del mosto en el volumen perdido (ecuación 12.2; ecuación 12.3).

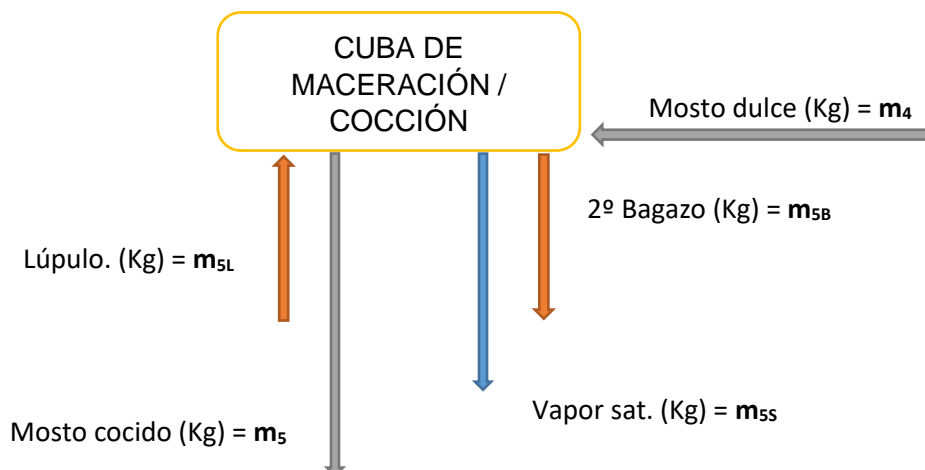


Figura 5. Balance de materia a la cuba filtro

$$m_{5L} + m_4 = m_5 + m_{5S} + m_{5B} \rightarrow m_{5L} + \rho_4 * V_4 + m_{5B} = \rho_5 * V_5 + m_{5S} + m_{5B} \quad \{Ecuación 12.1\}$$

$$\rho_5 * V_5 = 0.84 * (\rho_4 * V_4 - (m_{5B} - m_{5L}) * \rho_4) \quad \{Ecuación 12.2\}$$

$$m_{5B} = 20 * m_{5L} \quad \{Ecuación 12.3\}$$

3.2.5. Enfriamiento

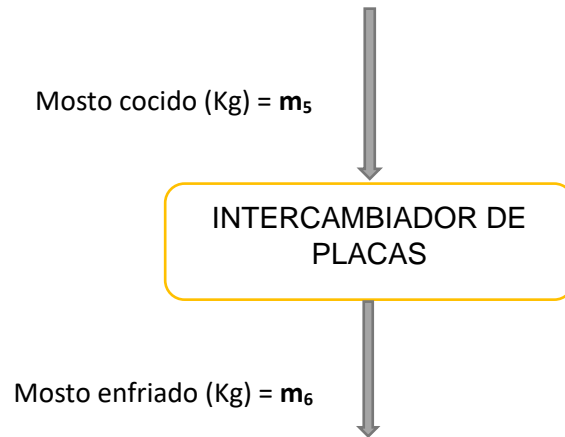


Figura 6. Balance de materia al intercambiador de placas

$$m_5 = m_6 \quad \{Ecuación 13.1\}$$

$$\rho_5 = \rho_6 \quad \{Ecuación 13.2\}$$

$$V_5 = V_6 \quad \{Ecuación 13.3\}$$

3.2.6. Fermentación

La fermentación da lugar a un balance en estado no estacionario, ya que la masa que entra en el sistema no es igual a la que sale debido fundamentalmente al crecimiento de la levadura. Como se conoce la cantidad de levadura a añadir (m_{6E}) y la biomasa generada (m_{L6S}), se puede obtener el valor del término de acumulación como diferencia entre ambos (ecuación 14.3). En la ecuación 14.4 se consideran las pérdidas del 2.5 % de volumen.

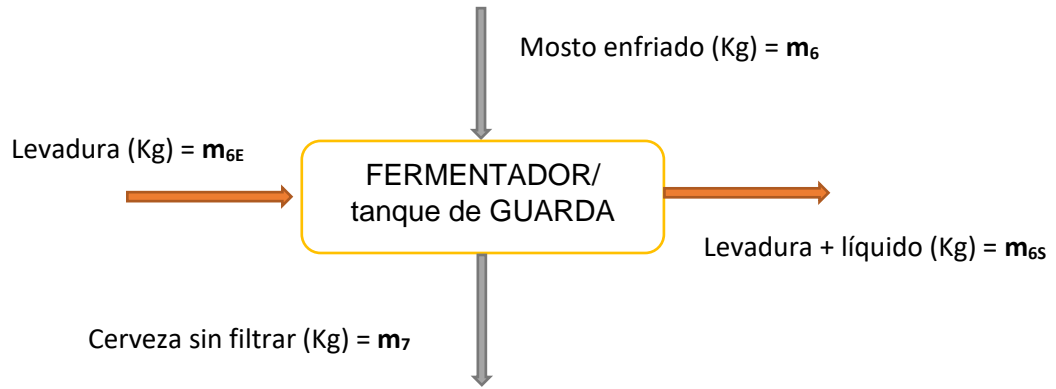


Figura 7. Balance de materia al fermentador/tanque de guarda

$$m_{6E} + m_6 + G = m_7 + m_{6S} \rightarrow m_{6E} + \rho_6 * V_6 + G = \rho_7 * V_7 + m_{6S} \quad \{Ecuación 14.1\}$$

$$m_{6S} = m_{L6S} + 0.025 * m_6 \quad \{Ecuación 14.2\}$$

$$G = m_{L6S} - m_{6E} \quad \{Ecuación 14.3\}$$

$$V_7 = 0.975 * V_6 \quad \{Ecuación 14.4\}$$

3.2.7. Filtro y embotelladora

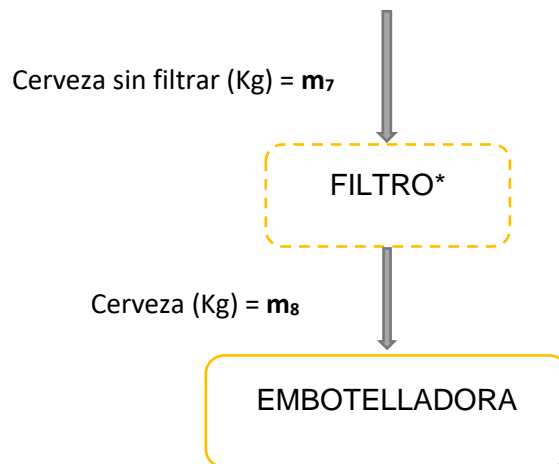


Figura 8. Balance de materia al filtro

$$m_7 = m_8 \quad \{Ecuación 15.1\}$$

$$\rho_7 = \rho_8 \quad \{Ecuación 15.2\}$$

$$V_7 = V_8 \quad \{Ecuación 15.3\}$$

*En el caso de la cerveza tipo Lager

3.2.8. Resolución EES

Mediante el software EES, se ha resuelto el balance de materia, como se plantea a continuación, para ambas variedades de cerveza. En las figuras 9 y 10 se detallan los resultados de los cálculos resultantes del sistema de ecuaciones.

"VARIABLES CONOCIDAS (Lager):"

$m_1=258.5$ {Kg}
 $p_{3w}=1$ {Kg/L}
 $m_{5L}=6.5$ {Kg}
 $p_5=1.0519$ {Kg/L}
 $m_{6E}=1$ {Kg}
 $m_{L6S}=6.71$ {Kg}
 $p_8=1.039$ {Kg/L}
 $V_8=1000$ {L}
 $m_8=1039$ {Kg}

"Molienda:"

$m_1=m_2$

"Maceración:"

$m_2+m_{3w}=m_3$

"Filtración:"

$m_3 = m_{4B}+m_4$
 $p_3 * V_3 = m_{4B} + p_4 * V_4$
 $V_4=0.99*V_3$
 $0.01 * V_3 = X_{w4b} * m_{4B}$
 $m_{4B}=175$ {Kg}
 $m_{4B} = X_{w4b} * m_{4B} + X_{Sól4b} * m_{4B}$

"Cocción y clarificación:"

$m_4=p_4*V_4$
 $m_{5S}=0.16*m_4$
 $m_{5L}+ p_4*V_4 = p_5 * V_5 + m_{5S} + m_{5B}$
 $m_{5B} = 20 * m_{5L}$
 $A_{m5}=m_{5B}-m_{5L}$
 $V_5= 0.84 * (V_4-A_{m5}/p_4)$

"Enfriamiento:"

$m_5=m_6$
 $p_5=p_6$
 $V_5=V_6$

"Fermentación:"

$V_7=0.975*V_6$
 $m_6= p_6 * V_6$
 $m_{6S}= m_{L6S} + 0.025 * p_6 * V_6$
 $G = m_{L6S} - m_{6E}$

"Filtro y embotelladora:"

$$m_7 = m_8$$

$$p_7 = p_8$$

$$V_7 = V_8$$

$A_{m5} = 123.5$	$G = 5.71$	$m_1 = 258.5$	$m_2 = 258.5$	$m_3 = 1606$
$m_{3w} = 1348$	$m_4 = 1431$	$m_{4B} = 175$	$m_5 = 1079$	$m_{5B} = 130$
$m_{5L} = 6.5$	$m_{5S} = 229$	$m_6 = 1079$	$m_{6E} = 1$	$m_{6S} = 33.68$
$m_7 = 1039$	$m_8 = 1039$	$m_{L6S} = 6.71$	$p_3 = 1.19$	$p_{3w} = 1$
$p_4 = 1.071$	$p_5 = 1.052$	$p_6 = 1.052$	$p_7 = 1.039$	$p_8 = 1.039$
$V_3 = 1350$	$V_4 = 1336$	$V_5 = 1026$	$V_6 = 1026$	$V_7 = 1000$
$V_8 = 1000$	$X_{Sól4b} = 0.9229$	$X_{w4b} = 0.07713$		

Figura 9. Resultados del balance de materia mediante EES de la variedad Lager.

"VARIABLES CONOCIDAS (IPA):"

$$m_1 = 200$$

{Kg}

$$p_{3w} = 1$$

{Kg/L}

$$m_{5L} = 3.7$$

{Kg}

$$p_5 = 1.065$$

{Kg/L}

$$m_{6E} = 1$$

{Kg}

$$m_{L6S} = 8.72$$

{Kg}

$$p_8 = 1.047$$

{Kg/L}

$$V_8 = 1000$$

{L}

$$m_8 = 1047$$

{Kg}

"Molienda:"

$$m_1 = m_2$$

"Maceración:"

$$m_2 + m_{3w} = m_3$$

"Filtración:"

$$m_3 = m_{4B} + m_4$$

$$p_3 * V_3 = m_{4B} + p_4 * V_4$$

$$V_4 = 0.99 * V_3$$

$$0.01 * V_3 = X_{w4b} * m_{4B}$$

$$m_{4B} = 175$$

{Kg}

$$m_{4B} = X_{w4b} * m_{4B} + X_{Sól4b} * m_{4B}$$

"Cocción y clarificación:"

$$m_4 = p_4 * V_4$$

$$m_{5S} = 0.16 * m_4$$

$$m_{5L} + p_4 * V_4 = p_5 * V_5 + m_{5S} + m_{5B}$$

$$m_{5B} = 20 * m_{5L}$$

$$A_{m5} = m_{5B} - m_{5L}$$

$$V_5 = 0.84 * (V_4 - A_{m5}/\rho_4)$$

"Enfriamiento:"

$$m_5 = m_6$$

$$p_5 = p_6$$

$$V_5 = V_6$$

"Fermentación:"

$$V_7 = 0.975 * V_6$$

$$m_6 = p_6 * V_6$$

$$m_{6S} = m_{L6S} + 0.025 * p_6 * V_6$$

$$G = m_{L6S} - m_{6E}$$

"Filtro y embotelladora:"

$$m_7 = m_8$$

$$p_7 = p_8$$

$$V_7 = V_8$$

$A_{m5} = 70.3$	$G = 7.72$	$m_1 = 200$	$m_2 = 200$	$m_3 = 1559$
$m_{3w} = 1359$	$m_4 = 1384$	$m_{4B} = 175$	$m_5 = 1092$	$m_{5B} = 74$
$m_{5L} = 3.7$	$m_{5S} = 221.4$	$m_6 = 1092$	$m_{6E} = 1$	$m_{6S} = 36.02$
$m_7 = 1047$	$m_8 = 1047$	$m_{L6S} = 8.72$	$p_3 = 1.2$	$p_{3w} = 1$
$p_4 = 1.076$	$p_5 = 1.065$	$p_6 = 1.065$	$p_7 = 1.047$	$p_8 = 1.047$
$V_3 = 1299$	$V_4 = 1286$	$V_5 = 1026$	$V_6 = 1026$	$V_7 = 1000$
$V_8 = 1000$	$X_{Sól4b} = 0.9258$	$X_{w4b} = 0.07425$		

Figura 10. Resultados del balance de materia mediante EES de la variedad IPA.

3.3. Resultados del balance de materia

En la tabla 4 se incluyen los resultados del balance de materia comparando las dos variedades de cerveza.

Tabla 4. Resumen de los resultados finales del balance de materia para las dos variedades a producir.

	Lager	India Pale Ale
Variable	Valor	Valor
m_1	258.5 Kg	200 Kg
m_2	258.5 Kg	200 Kg
m_3	1606 Kg	1558 Kg
m_{3w}	1348 Kg	1359 Kg
V_3	1350 L	1299 L
ρ_3	1.183 Kg/L	1.195 Kg/L
ρ_{3w}	1.00 Kg/L	1.00 Kg/L
m_{4B}	175 Kg	175 Kg
X_{S6l4b}	0.9229	0.9258
X_{w4b}	0.07713	0.07425
m_4	1431 Kg	1383 Kg
ρ_4	1.071 Kg/L	1.076 Kg/L
V_4	1336 L	1286 L
m_{5S}	228.9 Kg	221.3 Kg
m_{5B}	130 Kg	74 Kg
m_{5L}	6.5 Kg	3.7 Kg
ρ_5	1.052 Kg/L	1.0648 Kg/L
m_5	1078 Kg	1091 Kg
V_5	1025 L	1025 L

Tabla 4. Resumen de los resultados finales del balance de materia para las dos variedades a producir (Continuación).

	Lager	India Pale Ale
Variable	Valor	Valor
ρ_6	1.052Kg/L	1.065 Kg/L
m_6	1079 Kg	1092 Kg
V_6	1026 L	1026 L
m_{6E}	1 Kg	1 Kg
m_{6S}	31.71 Kg	33.72 Kg
m_{L6S}	6.71 Kg	8.72 Kg
G	5.71 Kg	7.72 Kg
ρ_7	1.039 Kg/L	
V_7	1000 L	
m_7	1039 Kg	
ρ_8	1.039 Kg/L	1.047 Kg/L
V_8	1000 L	1000 L
m_8	1039 Kg	1047 Kg

4. Bibliografía

Hernández Mora, J.A. y Acevedo Páez, J.C. (2014). Producing Ethanol from Glycerin, a Biofuel by-Product, using *Saccharomyces Cerevisiae*. *Ingeniería Solidaria*. 9(16), 97–101.

Laffort. (2018). L'oenologie par nature. Recuperado de www.laffort.com.

Sanchís, V., Orive, M. y Ramos, A. (2000). La cerveza: aspectos microbiológicos. España: DL 2000.



Escuela Politécnica
Superior - Huesca
Universidad Zaragoza

ANEJO VII: BALANCE DE ENERGÍA

PROYECTO DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA FÁBRICA DE CERVEZA
ARTESANAL EN EL MUNICIPIO DE SALLENT DE GÁLLEGO (HUESCA).

SOFÍA NIEVES CALVO

TRABAJO FIN DE GRADO - 2023

Ingeniería Agroalimentaria y del Medio Rural – Mención Industrias Agrarias y Agroalimentarias

ÍNDICE

1.	Introducción	2
2.	Datos preliminares	2
2.1.	Cálculo de calores específicos (C_p)	3
3.	Cálculos del balance de energía	4
3.1.	Datos ecuaciones termodinámicas	4
3.2.	Termodinámica de la fermentación	6
3.3.	Balance por etapas	8
3.3.1.	Agua Caliente Sanitaria (ACS)	8
3.3.2.	Maceración	8
3.3.3.	Subida hasta la cocción	9
3.3.4.	Ebullición en la cocción	9
3.3.5.	Enfriamiento	9
3.3.6.	Mantenimiento de la fermentación	9
3.3.7.	Bajada antes de la guarda	10
3.3.8.	Mantenimiento de la guarda	10
3.4.	Resolución EES	11
3.4.1.	Planteamiento en la interfaz de EES (Lager)	11
3.4.2.	Planteamiento en la interfaz de EES (IPA)	14
3.5.	Requerimientos energéticos	17
4.	Bibliografía	18

1. Introducción

En el presente Anejo se va a llevar a cabo el planteamiento y resolución del balance de energía, mediante el software *Engineering Equation Solver*, para ambas variedades de cerveza. De esta manera, conociendo los requerimientos energéticos de cada proceso, se dimensionarán los equipos en el Anejo VIII.

2. Datos preliminares

En primera instancia, se va a representar en un cronograma la sucesión de etapas con sus correspondientes tiempos y temperaturas, ya detallados en el Anejo IV, para llevar a cabo los cálculos pertinentes (figura 1 y 2). Cada estilo de cerveza, Lager e India Pale Ale, tiene unos parámetros característicos que marcarán diferencias en el procesado. Hay que considerar que entre la maceración y cocción se da el proceso de filtración, aunque se van a desprestigiar las pérdidas energéticas al ser una etapa de breve duración.

El circuito global va a dividirse en un circuito de calor, para incrementar y mantener la temperatura en las etapas de maceración y cocción; y un circuito de frío para la fermentación. Para abastecer al tanque de maceración-cocción y a los fermentadores, se dispondrá de depósitos auxiliares de agua caliente sanitaria (ACS) (corriente m_{3w}). Por otro lado, en el circuito de frío se incluirá un intercambiador de placas con torre de refrigeración con agua de la red y agua glicolada.

En el Anejo VIII se justificarán las dimensiones de los equipos y su distribución, partiendo de las necesidades de calor aquí planteadas tomando como base el lote de 1000 L de producto final.

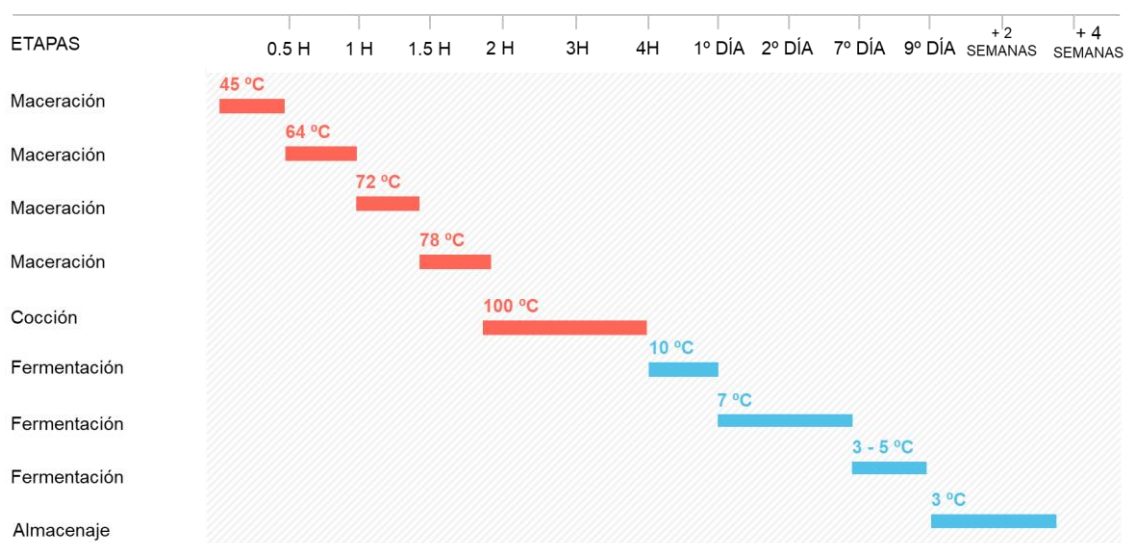


Figura 1. Cronograma de tiempos y temperaturas para la elaboración de cerveza estilo Lager (Elaboración propia).

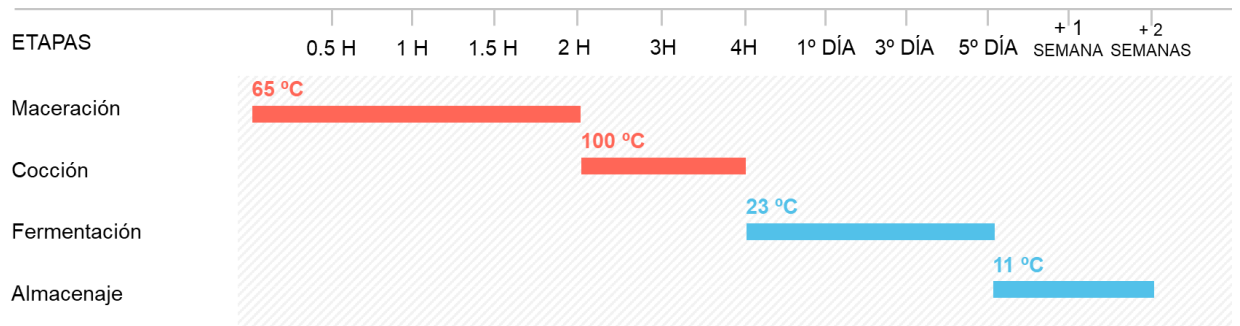


Figura 2. Cronograma de tiempos y temperaturas para la elaboración de cerveza estilo India Pale Ale (Elaboración propia).

2.1. Cálculo de calores específicos (C_p)

En primer lugar, se debe conocer el calor específico (C_p) del mosto y de la cerveza en las distintas fases del procesado. Para ello, siendo conocidos los grados Brix del mosto, se puede conocer mediante una ecuación simplificada (Ecuación 1) (Urrutia, 2004).

$$Cp_m \left(\frac{KJ}{Kg \text{ } ^\circ C} \right) = (1 - 0.006 * Bx) \frac{Kcal}{Kg \text{ } ^\circ C} * 4.18 \text{ KJ/Kcal}$$

Ecuación 1.

En el caso de la cerveza, el C_p se obtiene a partir de la mezcla de agua y etanol; siendo conocidos sus calores específicos, sus densidades y sus fracciones volumétricas. Se debe dividir entre la densidad de la cerveza para cambiar las unidades del calor específico de $KJ/L \text{ } ^\circ C$ a $KJ/Kg \text{ } ^\circ C$ (Ecuación 2).

$$Cp_{cerv} = [X_{H_2O} * \rho_{H_2O} * Cp_{H_2O} + X_{EtOH} * \rho_{EtOH} * Cp_{EtOH}] / \rho_{cerv} \rightarrow$$

$$\left[X_{H_2O} \left(\frac{L}{L_{cerveza}} \right) * 1 \frac{Kg}{L} * 4.18 \frac{KJ}{Kg \text{ } ^\circ C} + X_{EtOH} * 0.789 \frac{Kg}{L} * 2.43 \frac{KJ}{Kg \text{ } ^\circ C} \right] / \rho_{cerv} \left(\frac{Kg}{L} \right)$$

Ecuación 2.

En la tabla 1 se muestran los resultados de calores específicos del mosto y la cerveza calculados para la variedad Lager, de 5 % de etanol; y la India Pale Ale, de 6.5 %.

Tabla 1. Calores específicos del mosto y cerveza calculados para las variedades Lager e India Pale Ale.

	Lager		India Pale Ale	
	° Brix	Cp (KJ/Kg °C)	° Brix	Cp (KJ/Kg °C)
Mosto	12.74	3.86	15.85	3.78
Cerveza		3.92		3.85

3. Cálculos del balance de energía

3.1. Datos ecuaciones termodinámicas

Las ecuaciones del balance de energía se van a plantear de acuerdo con el primer principio de la termodinámica sobre la conservación de energía, distinguiendo entre calor sensible (Ecuación 3) y calor latente (Ecuación 4).

$$Q = m * Cp * \Delta T \quad \{\text{Ecuación 3}\}$$

$$Q = m * \lambda v \quad \{\text{Ecuación 4}\}$$

El calor sensible hace referencia a la cantidad de energía (KJ) cedida (signo negativo) o absorbida (signo positivo) en función de una variación de temperatura del sistema; y estará presente en la maceración y en la fermentación. Por su parte, el calor latente se define como la energía cedida (signo negativo) o absorbida (signo positivo) como consecuencia de un cambio de estado de la materia. En este caso, en la etapa de cocción se produce la evaporación del mosto y se utilizará el calor latente de vaporización.

En las tablas 2 y 3 se muestran los datos de masa (m), tiempos, calor específico y latente (C_p , λ_v), y temperaturas iniciales y finales (T_0 , T_f) a introducir en cada una de las etapas. En el caso del ACS, se tiene en cuenta la temperatura del agua de la red en invierno de 10 °C como temperatura inicial, para considerar el caso más desfavorable.

Tabla 2. Datos para el cálculo del balance de energía de la variedad Lager. que no se quede partida la tabla en dos páginas

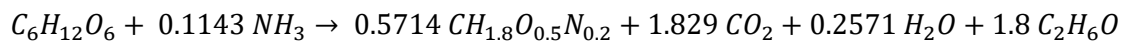
Lager						
Etapa	m (kg)	Cp (KJ/Kg °C)	λ_v KJ/Kg)	T ₀ (°C)	T _f (°C)	Tiempo (s)
ACS	1348	4.18		8	45	3600
Maceración	1606	3.86		45	64	1800
	1606	3.86		64	72	1800
	1606	3.86		72	78	1800
Subida hasta cocción	1431	3.86		78	100	1800
Cocción	228.9		2260			7200
Enfriamiento	1078	3.92		100	10	3600
1ª Bajada fermentación	1078	3.92		10	7	7200
Fermentación mantenimiento	1078	3.92		7	7	777600
2ª Bajada fermentación	1078	3.92		7	4	7200
Fermentación (2º)	1078	3.92		4	4	86400
Bajada a almacenaje	1039	3.92		4	3	3600
Almacenaje	1039	3.92		3	3	2592000

Tabla 3. Datos para el cálculo del balance de energía de la variedad India Pale Ale.

India Pale Ale						
Etapa	m (kg)	Cp (KJ/Kg °C)	λ_v (KJ/Kg)	T ₀ (°C)	T _f (°C)	Tiempo (s)
ACS	1299	4.18		8	45	3600
Maceración	1558	3.78		45	65	1800
	1558	3.78		65	65	7200
Subida hasta cocción	1383	3.78		65	100	1800
Cocción	221.3		2260			7200
Enfriamiento	1091	4.03		100	23	3600
Fermentación mantenimiento	1091	4.07		23	23	432000
Bajada a almacenaje	1047	4.07		23	11	7200
Almacenaje	1047	4.07		11	11	1209600

3.2. Termodinámica de la fermentación

Durante la etapa de fermentación hay que considerar la entalpía de reacción, puesto que influirá en la energía necesaria para mantener la temperatura del fermentador. La reacción ajustada de fermentación (Ecuación 5), tal y como se desarrolla en el Anejo VI, se va a utilizar en este apartado.



Ecuación 5.

La entalpía o calor de reacción (Δh_{xm}) es la energía desprendida o absorbida durante la misma, y equivale a la diferencia del sumatorio de las entalpías de combustión entre los reactivos y los productos, donde n equivale al coeficiente estequiométrico (Ecuación 6). Se puede utilizar este método de cálculo dado que la reacción de fermentación es de naturaleza bioquímica e incluye reactantes combustibles y productos de combustión. Si el resultado es negativo, la reacción es exotérmica; y si es positiva, absorbe calor del medio.

$$\Delta h_{rxn} = \sum_{\text{reactivos}} n\Delta h_c - \sum_{\text{productos}} n\Delta h_c$$

Ecuación 6.

El calor de combustión (Δh_c) interviene en la reacción de una sustancia con oxígeno para dar lugar fundamentalmente a CO_2 y H_2O , entre otros productos oxidados. Por convenio, para dichos productos de oxidación su valor será $\Delta h_c = 0$ en condiciones estándar. Se han obtenido los valores de entalpías de combustión en condiciones estándar del resto de compuestos (glucosa, NH_3 , biomasa y etanol) según el Handbook of Chemistry and Physics (1992) (tabla 4). El calor de reacción de la fermentación es muy superior frente a otros cambios de entalpía, como las variaciones de los calores específicos según la temperatura, por lo que puede suponerse que $\Delta h_c = \Delta h^{\circ}_c$.

Tabla 4. Calores de combustión de la reacción de fermentación (Handbook of Chemistry and Physics, 1992).

	Δh°_c (KJ/mol)
$\Delta h^{\circ}_{\text{glc}}$	-2805
$\Delta h^{\circ}_{\text{NH}_3}$	-382.6
$\Delta h^{\circ}_{\text{biom}}$	-552
$\Delta h^{\circ}_{\text{EtOH}}$	-1366.8

Una vez conocidas las entalpías de combustión y los coeficientes estequiométricos de la reacción, la ecuación 7 muestra la resolución. En la ecuación 8 se realiza la transformación de unidades desde KJ/mol a KJ/Kg utilizando el peso molecular de la glucosa.

$$\Delta h^{\circ}_{rxn} = \Delta h^{\circ}_{\text{glc}} + 0.1143 * \Delta h^{\circ}_{\text{NH}_3} - [0.5714 * \Delta h^{\circ}_{\text{biom}} + 1.8 * \Delta h^{\circ}_{\text{EtOH}}]$$

$$\begin{aligned} \Delta h^{\circ}_{rxn} &= -2805 + 0.1143 * (-382.6) - [0.5714 * (-552) + 1.8 * (-1366.8)] \\ &= -73.078 \frac{\text{KJ}}{\text{mol sustrato}} \end{aligned}$$

Ecuación 7.

$$-73.078 \frac{\text{KJ}}{\text{mol sustrato}} * \frac{1 \text{ mol}}{180 \text{ g}} * \frac{1000 \text{ g}}{1 \text{ Kg}} = -405.99 \text{ KJ/Kg}$$

Ecuación 8.

Se puede concluir que la fermentación es una reacción exotérmica (signo negativo), por lo que cede calor al medio.

3.3. Balance por etapas

A continuación, se plantean las ecuaciones del balance de energía en cada una de las etapas resumidas en las tablas 2 y 3 para su resolución mediante el software EES. Se tiene en cuenta la nomenclatura del anejo VI de balance de materia.

Cabe destacar que los valores de masa y calor específico se designan igual para ambas variedades, y se cambiarán al ejecutar el software EES; mientras que las temperaturas se introducen en forma de tabla.

3.3.1. Agua Caliente Sanitaria (ACS)

El depósito de agua caliente sanitaria calentará el agua de la red desde su temperatura de 8 °C hasta 45 °C para suministrar al equipo de maceración-cocción (Ecuación 9).

$$Q_1 = m_{3w} * Cp_{H_2O} * (Tf[1] - To [1]) \quad \{Ecuación 9\}$$

3.3.2. Maceración

En la etapa de maceración hay que considerar las diferencias entre ambas variedades de cerveza, tal y como se muestra en las tablas 2 y 3. Las ecuaciones 10.1, 10.2 y 10.3 plantean las tres etapas de maceración de la cerveza Lager, mientras que la 10.4 la subida de temperatura en la maceración de la IPA.

$$Q_{2_1} = m_3 * Cp_m * (Tf_L[2] - To_L[2]) \quad \{Ecuación 10.1\}$$

$$Q_{2_2} = m_3 * Cp_m * (Tf_L[3] - To_L[3]) \quad \{Ecuación 10.2\}$$

$$Q_{2_3} = m_3 * Cp_m * (Tf_L[4] - To_L[4]) \quad \{Ecuación 10.3\}$$

$$Q_{2_1} = m_3 * Cp_m * (Tf_IP[2] - To_IP[2]) \quad \{Ecuación 10.4\}$$

3.3.3. Subida hasta la cocción

Tras el paso del mosto verde por la cuba-filtro, etapa en la cual no se consideran pérdidas energéticas por su breve duración, se eleva la temperatura final de maceración de cada variedad, respectivamente, hasta la de ebullición (100 °C) (Ecuación 11.1 y 11.2).

$$Q_{3_L} = m_4 * Cp_m * (Tf_L[5] - To_L[5]) \quad \{Ecuación 11.1\}$$

$$Q_{3_IP} = m_4 * Cp_m * (Tf_IP[5] - To_IP[5]) \quad \{Ecuación 11.2\}$$

3.3.4. Ebullición en la cocción

En la etapa de cocción, la aportación de energía se debe al cambio de estado de líquido a vapor del mosto en forma de calor latente. La masa corresponde al vapor saturado que se genera (m_{5s}) con la ebullición (Ecuación 12).

$$Q_4 = m_{5s} * \lambda v \quad \{Ecuación 12.1\}$$

3.3.5. Enfriamiento

El enfriamiento del mosto en el intercambiador de placas, previamente a la fermentación, supone una cesión de calor sensible desde el mosto al agua de red, en inicio, y seguidamente al agua glicolada (Ecuación 13.1 y 13.2).

$$Q_{5_L} = m_5 * Cp_m * (Tf_L[6] - To_L[6]) \quad \{Ecuación 13.1\}$$

$$Q_{5_IP} = m_5 * Cp_m * (Tf_IP[6] - To_IP[6]) \quad \{Ecuación 13.2\}$$

3.3.6. Mantenimiento de la fermentación

En cada fermentador, al ser una etapa de varios días de duración, se deben considerar pérdidas térmicas de signo predominantemente negativo, en el caso de la variedad Lager. La razón es que la fermentación de la cerveza Lager es a una temperatura más baja y de mayor duración, por lo que es más probable que se caliente (caso más desfavorable). Se va a considerar una variación de temperatura de 10 - 15 °C durante todo el proceso, tomando un valor de 15 °C para el balance (Zarza, 2011) (Ecuación 14.1).

$$Q_{6_1} = m_6 * Cp_{crv} * (-15) \quad \{Ecuación 14.1\}$$

Además, se incluye el calor desprendido por la reacción (Δh_{rxn}), obtenido en el apartado 3.2., que se multiplicará por la masa de azúcares fermentables presente en el mosto antes de la fermentación (Ecuación 14.2). La cantidad de glucosa (m_{az}) se calcula por estequiometría partiendo de la ecuación 5, conociendo la masa de biomasa (Anejo VI) (Ecuación 14.3).

$$Q_{6,2} = m_{az} * \Delta h_{rxn} \quad \{Ecuación 14.2\}$$

$$m_{az} = m_{L6S} * \frac{1 \text{ kmol } CH_{1.8}O_{0.5}N_{0.2}}{24.6 \text{ Kg } CH_{1.8}O_{0.5}N_{0.2}} * \frac{1 \text{ kmol } C_6H_{12}O_6}{0.5714 \text{ kmol } CH_{1.8}O_{0.5}N_{0.2}} * \frac{180 \text{ Kg } C_6H_{12}O_6}{1 \text{ kmol } C_6H_{12}O_6}$$

$$\{Ecuación 14.3\}$$

Como última consideración, hay que incluir las bajadas de temperatura que se dan en la fermentación de la cerveza estilo Lager (Ecuación 14.4 y 14.5). Con todo ello, el calor total de la etapa de fermentación se obtiene de la ecuación 14.6.

$$Q_{6,3} = m_6 * Cp_{crv} * (Tf_L[7] - To_L[7]) \quad \{Ecuación 14.4\}$$

$$Q_{6,4} = m_6 * Cp_{crv} * (Tf_L[8] - To_L[8]) \quad \{Ecuación 14.5\}$$

$$Q_6 = Q_{6,1} + Q_{6,2} + [Q_{6,3} + Q_{6,4}] \quad \{Ecuación 14.6\}$$

3.3.7. Bajada antes de la guarda

Previo al almacenaje, se produce una última variación de temperatura en los fermentadores (Ecuación 15.1 y 15.2).

$$Q_7 = m_7 * Cp_{crv} * (Tf_L[9] - To_L[9]) \quad \{Ecuación 15.1\}$$

$$Q_7 = m_7 * Cp_{crv} * (Tf_IP[9] - To_IP[9]) \quad \{Ecuación 15.2\}$$

3.3.8. Mantenimiento de la guarda

La guarda o almacenaje, que se lleva a cabo en los tanques de fermentación, alcanza una duración de 4 semanas a 3 °C, en el caso de la cerveza Lager. Considerando este caso el más desfavorable, se van a tener en cuenta unas pérdidas de 6°C/día de

guarda para dimensionar el sistema de refrigeración (Zarza, 2011) (Ecuación 16). Este calor se tendrá en cuenta con signo negativo para dimensionar el equipo de refrigeración.

$$Q_8 = m_8 * Cp_{crv} * (6 * 28 \text{ días})$$

3.4. Resolución EES

Se ha llevado a cabo la resolución del balance de energía para ambas variedades de cerveza mediante el software EES. En la figura 3 se muestra la matriz generada con las temperaturas.

Sort	1 To _i	2 Tf _i	3 To _{L,i}	4 Tf _{L,i}	5 To _{P,i}	6 Tf _{P,i}
[1]	8	45				
[2]			45	64	45	65
[3]			64	72		
[4]			72	78		
[5]			78	100	65	100
[6]			100	10	100	23
[7]			10	7		
[8]			7	4		
[9]			4	3	23	11

Figura 3. Matriz de temperaturas en la interfaz de EES.

3.4.1. Planteamiento en la interfaz de EES (Lager)

Lager:

"Calores específicos:"

Cp_H2O=4.18

Cp_m=3.86

Cp_crv=3.92

"Calor latente:"

Lv=2260

"Entalpía reacción fermentación:"

Lambdah_rxn=-405,99

"Masas:"

m_3w=1348 {Kg}

m_3=1606 {Kg}

$m_4=1431 \text{ {Kg}}$
 $m_{5S}=228,9 \text{ {Kg}}$
 $m_5=1078 \text{ {Kg}}$
 $m_6=1078 \text{ {Kg}}$
 $m_{L6S}=6.71 \text{ {Kg}}$
 $m_7=1039 \text{ {Kg}}$
 $m_8=1039 \text{ {Kg}}$

"Temperaturas:"

"ACS:"

$Tf[1]=45$

$To[1]=8$

"Lager:"

$Tf_L[2]=64$

$To_L[2]=45$

$Tf_L[3]=72$

$To_L[3]=64$

$Tf_L[4]=78$

$To_L[4]=72$

$Tf_L[5]=100$

$To_L[5]=78$

$Tf_L[6]=10$

$To_L[6]=100$

$Tf_L[7]=7$

$To_L[7]=10$

$Tf_L[8]=4$

$To_L[8]=7$

$Tf_L[9]=3$

$To_L[9]=4$

"IPA:"

$Tf_{IP}[2]=65$

$To_{IP}[2]=45$

$Tf_{IP}[5]=100$

$To_{IP}[5]=65$

$Tf_{IP}[6]=23$

$To_{IP}[6]=100$

$Tf_{IP}[9]=11$

$To_{IP}[9]=23$

"BALANCES:"

"ACS:"

$$Q_1 = m_{3w} \cdot Cp_{H2O} \cdot (Tf[1] - To[1])$$

"Maceración:"

$$Q_{21} = m_3 \cdot Cp_m \cdot (Tf_L[2] - To_L[2])$$

$$Q_{22} = m_3 \cdot Cp_m \cdot (Tf_L[3] - To_L[3])$$

$$Q_{23} = m_3 \cdot Cp_m \cdot (Tf_L[4] - To_L[4])$$

"Subida hasta cocción:"

$$Q_{3L} = m_4 \cdot C_{p,m} \cdot (T_{f,L[5]} - T_{o,L[5]})$$

"Ebullición:"

$$Q_4 = m_5 S \cdot L_v$$

"Enfriamiento:"

$$Q_{5L} = m_5 \cdot C_{p,m} \cdot (T_{f,L[6]} - T_{o,L[6]})$$

"Mantenimiento de la fermentación:"

$$Q_{61} = m_6 \cdot C_{p,crv} \cdot (-15)$$

$$m_{az} = m_{L6S} \cdot (1/24,6) \cdot (1/0,5714) \cdot 180$$

$$Q_{62} = m_{az} \cdot \text{Lambdah}_{rxn}$$

$$Q_{63} = m_6 \cdot C_{p,crv} \cdot (T_{f,L[7]} - T_{o,L[7]})$$

$$Q_{64} = m_6 \cdot C_{p,crv} \cdot (T_{f,L[8]} - T_{o,L[8]})$$

$$Q_6 = Q_{61} + Q_{62} + Q_{63} + Q_{64}$$

"Bajada antes de la guarda:"

$$Q_7 = m_7 \cdot C_{p,crv} \cdot (T_{f,L[9]} - T_{o,L[9]})$$

"Mantenimiento de la guarda:"

$$Q_8 = m_8 \cdot C_{p,crv} \cdot (6 \cdot 28)$$

Los resultados del balance de energía para la variedad Lager se muestran en la figura 4.

$C_{p,crv} = 3.92$	$C_{p,H_2O} = 4.18$	$C_{p,m} = 3.86$	$\text{Lambdah}_{rxn} = -406$
$L_v = 2260$	$m_3 = 1606$	$m_{3w} = 1348$	$m_4 = 1431$
$m_5 = 1078$	$m_{5S} = 228.9$	$m_6 = 1078$	$m_7 = 1039$
$m_8 = 1039$	$m_{az} = 85.93$	$m_{L6S} = 6.71$	$Q_1 = 208482$
$Q_{21} = 117784$	$Q_{22} = 49593$	$Q_{23} = 37195$	$Q_{3L} = 121521$
$Q_4 = 517314$	$Q_{5L} = -374497$	$Q_6 = -123626$	$Q_{61} = -63386$
$Q_{62} = -34885$	$Q_{63} = -12677$	$Q_{64} = -12677$	$Q_7 = -4073$
$Q_8 = 684244$			

Figura 4. Resultados del balance de energía de la cerveza Lager en la interfaz de EES.

3.4.2. Planteamiento en la interfaz de EES (IPA)

IPA:

"Calores específicos:"

Cp_H2O=4.18

Cp_m=3.78

Cp_crv=3.85

"Calor latente:"

Lv=2260

"Entalpía reacción fermentación:"

Lambdah_rxn=-405.99

"Masas:"

m_3w=1359 {Kg}

m_3=1558 {Kg}

m_4=1383 {Kg}

m_5S=221.3 {Kg}

m_5=1091 {Kg}

m_6=1091 {Kg}

m_L6S=8.72 {Kg}

m_7=1047 {Kg}

m_8=1047 {Kg}

"Temperaturas:"

"ACS:"

Tf[1]=45

To[1]=8

"Lager:"

Tf_L[2]=64

To_L[2]=45

Tf_L[3]=72

$$To_L[3]=64$$

$$Tf_L[4]=78$$

$$To_L[4]=72$$

$$Tf_L[5]=100$$

$$To_L[5]=78$$

$$Tf_L[6]=10$$

$$To_L[6]=100$$

$$Tf_L[7]=7$$

$$To_L[7]=10$$

$$Tf_L[8]=4$$

$$To_L[8]=7$$

$$Tf_L[9]=3$$

$$To_L[9]=4$$

"IPA:"

$$Tf_IP[2]=65$$

$$To_IP[2]=45$$

$$Tf_IP[5]=100$$

$$To_IP[5]=65$$

$$Tf_IP[6]=23$$

$$To_IP[6]=100$$

$$Tf_IP[9]=11$$

$$To_IP[9]=23$$

"BALANCES:"

"ACS:"

$$Q_1=m_3w*Cp_H2O*(Tf[1]-To[1])$$

"Maceración:"

$$"Q_21=m_3*Cp_m*(Tf_L[2]-To_L[2])"$$

$$"Q_22=m_3*Cp_m*(Tf_L[3]-To_L[3])"$$

$$"Q_23=m_3*Cp_m*(Tf_L[4]-To_L[4])"$$

$$Q_24=m_3*Cp_m*(Tf_IP[2]-To_IP[2])$$

"Subida hasta cocción:"

$$Q_{3L} = m_4 \cdot C_{p,m} \cdot (T_{f_IP[5]} - T_{o_IP[5]})$$

"Ebullición:"

$$Q_4 = m_{5S} \cdot L_v$$

"Enfriamiento:"

$$Q_{5L} = m_5 \cdot C_{p,m} \cdot (T_{f_IP[6]} - T_{o_IP[6]})$$

"Bajada antes de la guarda:"

$$Q_7 = m_7 \cdot C_{p,crv} \cdot (T_{f_IP[9]} - T_{o_IP[9]})$$

"Mantenimiento de la guarda:"

$$Q_8 = m_8 \cdot C_{p,crv} \cdot (6 \cdot 28)$$

Los resultados del balance de energía para la variedad IPA se muestran en la figura 5.

$C_{p,crv} = 3.85$	$C_{p,H_2O} = 4.18$	$C_{p,m} = 3.78$	$\text{Lambdah}_{rxn} = -406$
$L_v = 2260$	$m_3 = 1558$	$m_{3w} = 1358$	$m_4 = 1383$
$m_5 = 1091$	$m_{5S} = 221.3$	$m_6 = 1091$	$m_7 = 1047$
$m_8 = 1047$	$m_{L6S} = 8.72$	$Q_1 = 210028$	$Q_{24} = 117785$
$Q_{3L} = 182971$	$Q_4 = 500138$	$Q_{5L} = -317546$	$Q_7 = -48371$
$Q_8 = 677200$			

Figura 5. Resultados del balance de energía de la cerveza IPA en la interfaz de EES.

3.5. Requerimientos energéticos

Finalmente, se han calculado los requerimientos en forma de potencia a partir de los resultados del balance de energía en forma de calor (KJ) y los tiempos de duración de cada etapa (s). Posteriormente, los resultados se utilizarán en el Anejo VIII para dimensionar los equipos del proceso en función del caso más desfavorable. En las tablas 5 y 6 se muestran los resultados para ambas variedades de cerveza, Lager e IPA, respectivamente.

Tabla 5. Resultados de requerimientos energéticos en la cerveza Lager.

Etapa	Energía (KJ)	Tiempo (s)	Potencia (kW)
ACS	208482	3600	57.912
Maceración	117784	1800	65.436
	49593	1800	27.552
	37195	1800	20.664
Subida hasta cocción	121521	1800	67.512
Cocción	517314	7200	71.849
Enfriamiento	-374497	3600	104.027
Fermentación mantenimiento	-63386	777600	0.082
Fermentación reacción	-34885	777600	0.045
1º y 2ª Bajada fermentación	-12677	7200	1.761
Bajada a almacenaje	-4073	3600	1.131
Almacenaje	-684244	2592000	0.264

Tabla 6. Resultados de requerimientos energéticos en la cerveza IPA.

Etapa	Energía (KJ)	Tiempo (s)	Potencia (kW)
ACS	210028	3600	58.341
Maceración	117785	1800	65.436
Subida hasta cocción	182971	1800	101.651
Cocción	500138	7200	69.464
Enfriamiento	-317546	3600	88.207
Bajada a almacenaje	-48371	7200	6.718
Almacenaje	-677200	1209600	0.560

4. Bibliografía

Lide, D.R. (2009). Chemical Engineers' Handbook of Chemistry and Physics. (90^a ed.) U.S.A: CRC.

Urrutia, Y.A. (2004). Balance de energía y exergía para el sistema de calentamiento de jugo en un ingenio de azúcar.

Zarza, E. (2011). Suministro de energía térmica en una cervecera, mediante una planta solar de CCP.



Escuela Politécnica
Superior - Huesca
Universidad Zaragoza

ANEJO VIII: DIMENSIONADO DE EQUIPOS

PROYECTO DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA FÁBRICA DE CERVEZA
ARTESANAL EN EL MUNICIPIO DE SALLEN DE GÁLLEGO (HUESCA).

SOFÍA NIEVES CALVO

TRABAJO FIN DE GRADO - 2023

Ingeniería Agroalimentaria y del Medio Rural – Mención Industrias Agrarias y Agroalimentarias

ÍNDICE

1. Introducción	3
1.1. Diagrama del procesado	3
2. Molinos.....	5
3. Equipos de maceración y cocción	6
4. Fermentador	7
5. Filtro clarificador	8
6. Embotelladora y etiquetadora	10
7. Servicios auxiliares	12
7.1. Depósitos de Agua Caliente Sanitaria	12
7.2. Intercambiador de placas.....	13
7.2.1. Cálculo de la superficie del intercambiador.....	16
7.2.2. Conexiones	19
7.3. Equipo de frío	20
7.4. Caldera	22
8. Bibliografía	27

1. Introducción

En el presente Anejo se van a dimensionar los equipos del procesado tomando como base los resultados de los balances de materia y energía, así como el plan de producción establecido. Los modelos se seleccionan de catálogos pertenecientes a varios fabricantes especializados y, en el caso de Sedical S.A. e Intarcon S.A., se utilizan softwares de apoyo.

1.1. Diagrama del procesado

En primera instancia, con objeto de dar una visión global del proceso diseñado, se ha planteado un esquema englobando los circuitos y equipos que participan en la fabricación de las dos variedades de cerveza (figura 1).

El procesado comienza con el calentamiento del agua de la red en el primer intercambiador de placas (IC 1) gracias al flujo de mosto caliente que sale del tanque de cocción. Se almacena en los tanques de agua caliente sanitaria, desde donde se suministra el volumen necesario al equipo de maceración-cocción. En esta zona, una caldera aportará la energía necesaria tanto a los depósitos de ACS como a los de maceración y cocción.

Por otro lado, una vez sale el mosto del tanque de cocción y pasa por el primer intercambiador de calor, experimentará una segunda etapa de enfriado en un segundo intercambiador de placas que utiliza agua con propilenglicol en el circuito secundario. A continuación, el mosto llega a los tanques de fermentación y guarda donde la variedad Lager pasará aproximadamente 4 semanas y la India Pale Ale un total de 2 semanas. De esta manera, con dos fermentadores de 1000L de capacidad destinados a Lager y uno a IPA, se pueden producir 4000L mensuales aproximadamente.

Finalmente, los dos fermentadores Lager están conectados a la salida con el filtro clarificador, mientras que el fermentador IPA se comunica directamente con la embotelladora y etiquetadora.

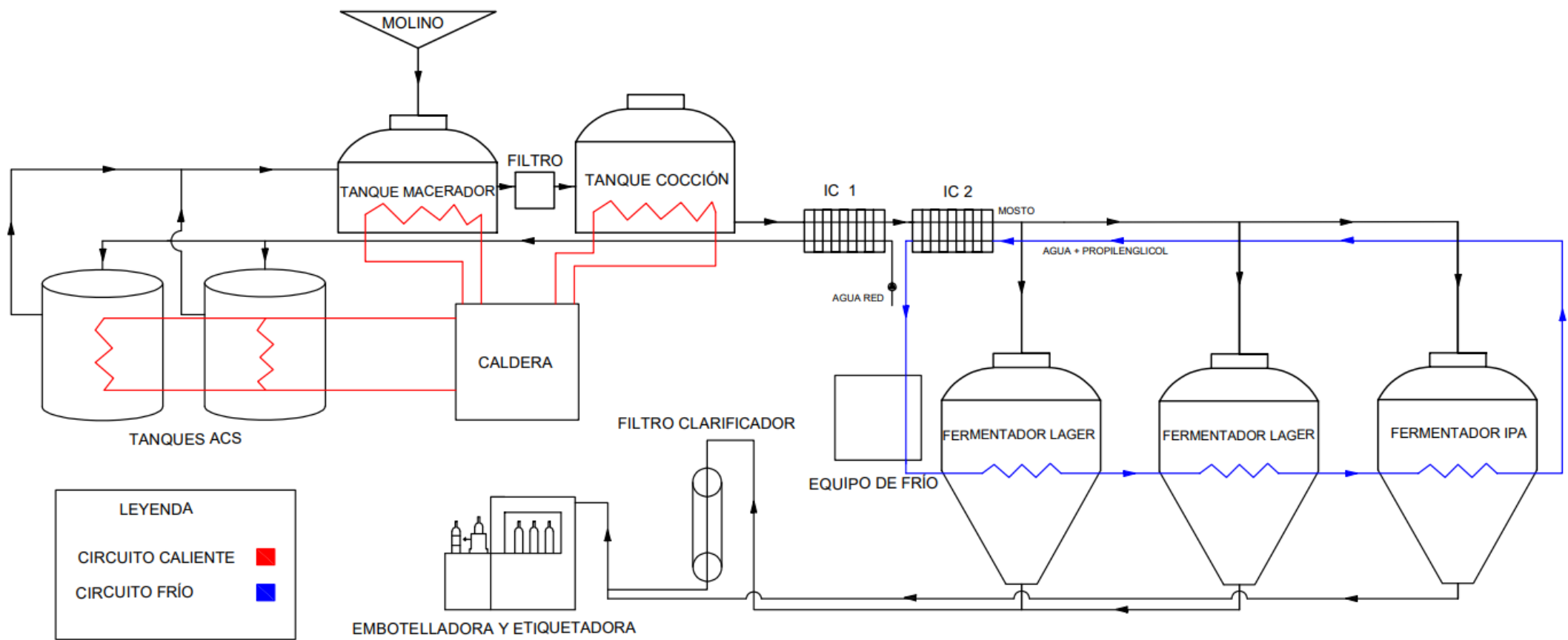


Figura 1. Diagrama del proceso diseñado en AutoCAD 2021 (Elaboración propia).

2. Molinos

El equipo de molienda se ha seleccionado en base a la capacidad de molienda requerida, siendo el caso más desfavorable el de 258 kg de malta (variedad Lager) (tabla 1) Con una capacidad de 300 – 400 kg/h se podrá moler todo el grano necesario por lote de 1000 L en menos de una hora de tiempo. Como la cocción se hará por lotes, con una unidad del equipo se cubren las necesidades del proceso productivo.

Tabla 1. Molino de Malta Automático (Cervezaartesana, 2022).

Modelo	“MOD 220”	
Capacidad	300 – 400 kg/h	
Potencia motor	2.2 kW	
Voltaje	400V	
Peso	116 kg	
Dimensiones	600 x 585 x 430 mm	
Capacidad tolva	20 kg	
Descripción	<p>Molino de malta automático de rodillos ajustables de acero inoxidable y revestimiento en material alimentario. Fabricado en Alemania.</p> <p>Incluye:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sistema de regulación de la distancia entre los rodillos para garantizar el correcto grado de molido de malta • Motor eléctrico • Rejilla de protección anti-atrapamiento • Trampilla para controlar la afluencia de la malta • Imán para los eventuales cuerpos metálicos • Interruptor de seguridad on/off con panel indicativo del esfuerzo que hace el motor • Panel trasero para montaje en pared 	
Precio/unidad	2558.50 €	
Cantidad	1 unidad	

3. Equipos de maceración y cocción


Se ha seleccionado un equipo de la gama *Slowbeer* que integra un tanque de maceración con filtro incluido y uno de cocción (tabla 2). Su principal ventaja es la cocción continua, método de producción de cerveza artesana que permite acelerar el proceso gracias a su sistema de doble tanque:

- Tanque de maceración y filtrado: integra ambos procesos, omitiendo la necesidad de una cuba-filtro separada.
- Tanque de cocción: realiza únicamente esta etapa.

Gracias a este sistema es posible la simultaneidad de la maceración y filtrado de un lote, y la cocción de otro; puesto que, una vez el mosto es introducido en la cuba de cocción, no retrocede en ningún momento a la cuba de maceración.

Dado el balance de materia planteado en el presente proyecto, para producir un lote de 1000L de cerveza, y poder llenar así un tanque fermentador, se necesitarán aproximadamente 3 lotes de la capacidad del tanque de maceración teniendo en cuenta las pérdidas de volumen en los bagazos y resto de procesos. Con este equipo, es posible llenar en un día un tanque fermentador de 1000 L de capacidad.

Tabla 2. SLOWBEER 500 – 1000 LT (Cervezaartesana, 2022).

Modelo	“500 PLUS”	
Capacidad	Cocción continua hasta 2000 L/día	
Consumo	38 kW (trifásica)	
Volumen	Macerador: 530 L	
	Cocción: 675 L	
Peso	760 kg	
Dimensiones	3100 x 2000 x 1500 mm	
Diámetros	Mac.: 1040 mm	
	Coc.: 1185 mm	

Descripción	<p>Sala de fabricación de cerveza artesana de cocción continua con cuba de maceración/filtro y cuba de cocción.</p> <p>Dispone de:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sistema de encamisado integrado con recirculación de aceite diatérmico (eléctrico), como sistema auxiliar de subida y mantenimiento de temperatura. • Depósito de maceración y filtrado de acero inoxidable, con: corta-bagazo, falso fondo filtro a corte de agua, tapa desmontable y sparging en la parte superior. • Depósito de cocción: de acero inoxidable con tapa bisagra y entrada tangencial del mosto. • Sistema Whirpool de clarificación de mosto. • Bomba con control de velocidad continuo. • Colector de procesos con válvulas mariposa formado por un conjunto de tuberías pulidas y soldadas, con cuenta-litros y sonda de temperatura. • Panel de control y pantalla táctil: control de temperatura y tiempo; programación de escalones de temperatura.
Precio/unidad	46000.00 €
Cantidad	1 unidad

4. Fermentador

El depósito fermentador y de guarda, del mismo catálogo, es de forma troncocónica y de un volumen útil de 1000 L (tabla 3). Se necesitarán un total de tres unidades para cubrir la producción anual propuesta, simultaneando ambas variedades de cerveza. Dado que el tiempo necesario de fermentación y guarda de la cerveza tipo Lager es de 39 días en total, mientras que la variedad IPA es de 19, dos de los fermentadores se destinarán a la primera y uno al segundo estilo. De esta manera, en aproximadamente el mismo tiempo se concluirán dos lotes de cerveza Lager y dos de IPA.


Tabla 3. Fermentador termoaislado (Cervezaartesana, 2022).

Modelo	1000 LT	
Volumen	Útil: 1000 L	
	Teórico: 1319 L	
Peso	324 kg	
Atura	2850 mm (1200 pies/1250 cilindro)	
Diámetro	1000/1100	
Descripción	<p>Tanque destinado tanto para fermentación como para maduración de la cerveza. Dispone de cuerpo en forma cilíndrico-vertical con parte inferior cónica a 60° y tapa torisférica. Dispone de:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pies soldados en el fondo del tanque • Camisa de enfriamiento tanto en el tanque como en el cono • Cuerpo externo en acero soldado • Tanque con posibilidad de trabajar a presión (hasta 4 bares) • Termoaislado • CIP de limpieza 	
Precio/unidad	12450.00 €	
Cantidad	3 unidades	

5. Filtro clarificador

Como se ha mencionado previamente, se requiere un filtro clarificador para la cerveza de estilo Lager antes del embotellado. Se ha seleccionado un equipo de filtración con tierras diatomeas de alta eficiencia y lavado automático, idóneo para llevar a cabo la filtración primaria de la cerveza (tabla 4).

Tabla 4. Filtro de vela (Czechminibreweries, 2022).

Modelo	DAF1	
Capacidad	800 L/h	
Peso	240 kg	
Dimensiones	2850 mm x 1450 mm x 900 mm	
Superficie filtradora	1 m ²	
Descripción	<p>Filtro de vela de tierra de diatomeas de 1 m² para filtración de cerveza con dosificador y autolavado interno. La vela es un elemento cilíndrico fabricado con alambre de acero inoxidable con diseño de sección transversal trapezoidal.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Filtro de tierras DAF1 colocadas en marco rígido provisto de ruedas giratorias • Bomba dosificadora para el suministro de la tierra en dosis regulares (0.45 kW, trifásica) • Visor de flujo para la inspección visual de la cerveza filtrada • Contenedor de las velas de filtro construido con bridas de presión PN10 para un fácil desmontaje • Alta eficiencia de filtración, tanto para filtración gruesa como fina. • Cantidad lote de tierra: 6.3 Kg • Capacidad del cuerpo de filtro: 42 L 	
Precio/unidad	13317.00 €	
Cantidad	1 unidad	

6. Embotelladora y etiquetadora

Para finalizar el proceso de producción, se seleccionan una embotelladora y una etiquetadora semiautomáticas válidas para botellas y latas (tablas 5 y 6). No es necesario automatizar totalmente esta etapa debido al pequeño nivel de producción, puesto que supondría adquirir equipos de precio mucho más elevado.

Tabla 5. Embotelladora semiautomática (Cervezaartesana, 2022).		
Modelo	4 caños	
Capacidad	200 botellas /h	
Peso	150 kg	
Dimensiones	2000 mm x 1000 mm x 500 mm	
Descripción	<p>Embotelladora isobárica tanto de cerveza como refrescos y vinos. Tanque de almacenamiento del producto con boya de nivel. Paredes gruesas con capacidad de soportar hasta 5 bar.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Elevación neumática de las botellas con placas dotadas de sistema de centrado de botellas. • Caños de llenado en acero inoxidable con juntas lavables con agua caliente. • Sistema antiespuma de rellenado con anillo deflector de goma alimentaria para distribuir uniformemente por las paredes de la botella. • Protección de seguridad con panel frontal a normativa CE. 	
Precio/unidad	17998.75 €	
Cantidad	1 unidad	

Tabla 6. Etiquetadora semiautomática (Cervezaartesana, 2022).

Modelo	Con sensor ON/OFF	
Capacidad	500 - 900 botellas /h	
Peso	45 kg	
Dimensiones	580 mm x 560 mm x 460 mm	
Descripción	<p>Etiquetadora con sensor automático de detección de etiquetas y puesta en marcha automática cuando se coloca la botella. Muy rápida y sencilla de utilizar. Adecuada para banco de trabajo, etiqueta frontal y reverso con una única bobina:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Máxima altura del rollo de etiquetas: 190 mm • Diámetro interno mínimo: 42 mm • Diámetro externo máximo: 275 mm • Potencia: 0.2 kW • Borde inferior del rollo de etiquetas a una altura de 25 mm 	
Precio/unidad	3059.79 €	
Cantidad	1 unidad	

Las botellas seleccionadas para envasar el producto final son de vidrio y de 330 ml de capacidad. Se ha elegido el modelo APOLO 33 CL de la marca Vidrala® (figura 2).

Características del producto:

Código	2601/020
Capacidad	330 ml
Boca	CORONA 26 ALTA
Colores	
Peso	220 gr
Altura total	227.00 mm
Diámetro	59.40 mm
Palé	1.480 unidades



Figura 2. Modelo de botella de vidrio seleccionado de la marca Vidrala.

7. Servicios auxiliares

7.1. Depósitos de Agua Caliente Sanitaria

Como depósitos de agua caliente sanitaria, para suministrar tanto al tanque de maceración-cocción como al resto de sistemas que lo requieran (calefacción, saneamiento etc.), se ha seleccionado un modelo de 1000 L de capacidad de acero inoxidable y termoaislado (tabla 7). La fuente de calor será externa, como se describe más adelante, y se utilizarán dos tanques para cubrir todas las necesidades.

Tabla 7. Tanque de ACS (Cervezaartesana, 2022).

Modelo	1000 LT	
Volumen	Útil: 1000 L	
	Teórico: 1200 L	
Peso	170 kg	
Atura	1250 mm	
Diámetro	1110 mm	
Descripción	<p>Tanque de agua caliente de acero inoxidable termoaislado con circuito y bomba para mantener la temperatura homogénea en todo el tanque. Temperaturas controlables desde un panel de control de la SlowBeer:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Potencia: 16 kW (auxiliar) • Equipado con puerto de drenaje, 2 válvulas mariposas, bomba, termómetro, indicador de nivel, entrada superior y aislamiento. 	
Precio/unidad	7260.00 €	
Cantidad	2 unidades	

7.2. Intercambiador de placas

Como se ha descrito anteriormente, en la etapa de enfriamiento del mosto se requiere el uso de un intercambiador de placas. Para optimizar los recursos energéticos, se ha decidido utilizar dos intercambiadores de placas consecutivos, conectados en serie. De esta manera, se reducirá la potencia necesaria para calentar los depósitos de agua caliente sanitaria, al partir de una temperatura más elevada.

- 1ª etapa de enfriamiento: el intercambio se produce entre el agua proveniente de la red pública, con una temperatura media de 8 °C, y el mosto a la salida del tanque de cocción.
- 2ª etapa de enfriamiento: se utiliza agua con propilenglicol como refrigerante para enfriar el mosto hasta la temperatura de fermentación correspondiente y para mantenerla durante la guarda. Para ello, se requerirá un equipo de frío descrito más adelante.

Para dimensionar los intercambiadores, se va a tomar de base el balance de materia y energía de la cerveza Lager, que requiere una temperatura de fermentación y guarda más baja. Los datos necesarios para dimensionar el sistema se muestran en las tablas 8 y 9. El caudal de entrada de agua de la red se ha seleccionado en base al llenado de un depósito de 1000L de ACS en 1 hora, mientras que el de agua glicolada se establece en 0.3 kg/s para guardar similitud con el circuito paralelo. Además, se va a presuponer que la temperatura de entrada del anticongelante es de 0 °C (se dimensionará el equipo de frío teniendo en cuenta este parámetro).

Tabla 8. 1ª etapa enfriamiento (Lager)						
Etapa	m (kg)	Cp (KJ/Kg °C)	$\dot{m}(\frac{kg}{s})$	T ₀ (°C)	T _f (°C)	Tiempo (s)
Agua corriente	1000	4.18	0.278	8	45	3600
1º Enfriamiento	1078	4.07	0.299	100	T _{f2}	3600

Tabla 9. 2ª etapa enfriamiento (Lager)						
Etapa	m (kg)	Cp (KJ/Kg °C)	$\dot{m}(\frac{kg}{s})$	T ₀ (°C)	T _f (°C)	Tiempo (s)
Agua glicolada	-	3.69	0.3	0	T _{f3}	-
2º Enfriamiento	1078	4.07	0.299	T _{f2}	10	3600

En la segunda etapa de enfriamiento, se establece el porcentaje de propilenglicol en el agua en base a la temperatura mínima histórica alcanzada en Sallent de Gállego, de -21 °C, para evitar la congelación. Tal y como corresponde en la figura 3, se utilizará un 40% de anticongelante en este circuito, por lo que el calor específico del fluido se obtiene de la ecuación 1.

% Propilenglicol	Temperatura de Congelación °C
0%	0
10%	-3
20%	-8
30%	-14
40%	-22
50%	-34
60%	-48
100%	-59

Figura 3. Tabla dilución en agua de propilenglicol (Ladco, 2021)

$$Cp_{H_2Oglic} = 0.6 * 4.18 \frac{Kj}{Kg} °C + 0.4 * 2.97 \frac{Kj}{Kg} °C = 3.69 \frac{Kj}{Kg} °C \quad \{Ecuación 1\}$$

A continuación, se pueden obtener las temperaturas desconocidas, correspondientes a la salida del mosto del primer intercambiador y a la salida del agua glicolada del segundo, mediante la igualdad de los calores del circuito primario y el secundario para cada intercambiador (Ecuaciones 2 y 3).

- 1º Intercambio de calor: se iguala el calor cedido y el absorbido, teniendo en cuenta sus signos contrarios.

$$\dot{m}_{f1} * Cp_{H_2O} * (Tf[1] - To [1]) = -(\dot{m}_{c1} * Cp_{mosto} * (Tf[2] - To [2])) \rightarrow$$

$$0.278 * 4.18 * (45 - 8) = -(0.299 * 4.07 * (Tf[2] - 100)) \rightarrow$$

$$Tf[2] = 65 °C$$

{Ecuación 2}

- 2º Intercambio de calor:

$$\dot{m}_{f2} * Cp_{H_2Oglic} * (Tf[3] - To [3]) = -(\dot{m}_{c1} * Cp_{mosto} * (Tf[4] - To [4])) \rightarrow$$

$$0.3 * 3.69 * (Tf[3] - 0) = -(0.299 * 4.07 * (10 - 65)) \rightarrow$$

$$Tf[3] = 60 °C$$

{Ecuación 3}

Finalmente, se calcula la potencia necesaria en cada intercambiador para llevar a cabo su dimensionado (ecuaciones 4 y 5).

$$Q1 = 0.278 * 4.18 * (45 - 8) = 43 kW \quad \{Ecuación 4\}$$

$$Q_2 = 0.3 * 3.69 * (60 - 0) = 67 \text{ kW} \quad \{Ecuación 5\}$$

7.2.1. Cálculo de la superficie del intercambiador

Para seleccionar los intercambiadores de placas, el primer paso es calcular la diferencia de temperatura media logarítmica entre cada extremo del intercambiador (ecuación 6).

$$\Delta TLM = \frac{[(T_{of}-T_{fc})-(T_{ff}-T_{oc})]}{[\ln(T_{of}-T_{fc})-\ln(T_{ff}-T_{oc})]} \quad \{Ecuación 6\}$$

Donde:

- T_{of} = Temperatura inicial del circuito frío
- T_{oc} = Temperatura inicial del circuito caliente
- T_{ff} = Temperatura final del circuito frío
- T_{fc} = Temperatura final del circuito caliente

A continuación, se obtiene el área total del intercambiador de placas (A) conociendo el coeficiente de intercambio de calor del equipo (U), a partir de la ecuación 7. El valor de U medio para un intercambiador de placas es de $2.5 \text{ kW/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$ (Sedical, 2023).

$$P = U * A * \Delta TLM \quad \{Ecuación 7\}$$

Los resultados para ambos intercambiadores se muestran en la tabla 10.

Tabla 10. Parámetros dimensionado IC.				
	P (kW)	ΔTLM ($^\circ\text{C}$)	U (kW/m ² $^\circ\text{C}$)	A (m ²)
Intercambiador 1	43	53.49	2.5	0.32
Intercambiador 2	67	7.21	2.5	3.72

Conociendo estos parámetros, se seleccionan los intercambiadores del catálogo de Sedical (2023) que cumplan los requisitos. Se ha seleccionado el modelo "LUNA", un equipo apto para trabajar en sistemas con mayores requisitos sanitarios y de materiales inoxidables (tabla 11).

Tabla 11. Intercambiador de placas soldadas (Sedical, 2023).		
Modelo	“LUNA”	
Tipos	SELA14LN (50 placas)	
	SELB60LN (120 placas)	
Tª máx	150 °C	
Tª mín	-195 °C	
Dimensiones	(figura 2 y 3)	
Descripción	Intercambiador de calor de placas soldadas de un pase de acero inoxidable. Diseñado para trabajar en sistemas con mayores requisitos sanitarios. Resistente a los cambios de temperatura y presión, así como a la corrosión. Alta durabilidad. Conexiones 3-4”.	
Precio/unidad	804.00€ ₁ /1507.00€ ₂	
Cantidad	1 unidad de cada tipo	

El número de placas se puede calcular conociendo el área útil de cada una ($A \times B$), y dividiendo con el área total necesaria (figuras 4 y 5).

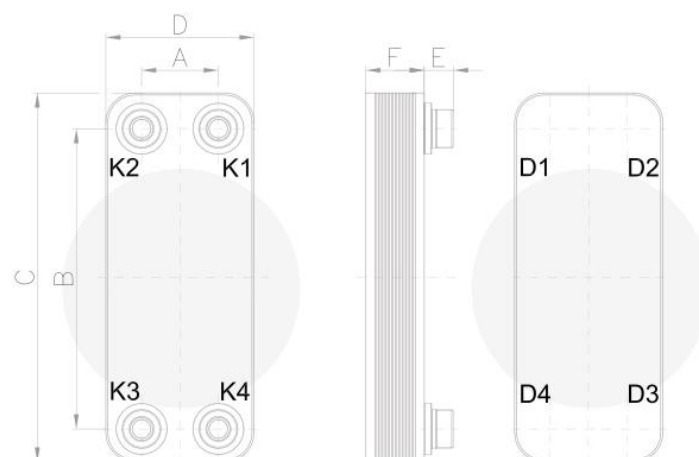


Figura 4. Croquis del diseño del intercambiador de calor (Sedical, 2023)

Tipo	Dimensiones [mm]						Núm. máx. de placas	Peso
	A	B	C	D	E	F		kg
SELA14LN	42	164	203	81	16	9 + 2,3 * NP	60	0,6 + 0,054 * NP
SELA22LN	42	260	299	81	16	9 + 2,3 * NP	60	0,8 + 0,075 * NP
SELA34LN	42	432	471	81	16	9 + 2,3 * NP	60	1,2 + 0,112 * NP
SELB31LN	68	232	286	123	28	10 + 2,35 * NP	150	1,6 + 0,126 * NP
SELB47LN	68	360	417	123	28	10 + 2,35 * NP	150	2,2 + 0,174 * NP
SELB60LN	68	480	538	123	28	10 + 2,35 * NP	150	2,7 + 0,219 * NP
SELM110LN	91	520	619	190	48	10 + 2,6 * NP	180	14,68 + 0,864 * NP
SELC110LN	170	378	466	258	28; 100	11 + 2,4 * NP	180	9,1 + 0,454 * NP
SELC170LN	170	600	688	258	28; 100	11 + 2,4 * NP	180	11,9 + 0,642 * NP
SELD235LN	204	682	788	310	100	13 + 2,5 * NP	160	40,8 + 0,049 * NP

NP - número de placas

dim. F +/- 3%

Figura 5. Catálogo de medidas del intercambiador de placas (Sedical, 2023).

En la tabla 12 se muestra el resultado de los cálculos del dimensionado de ambos intercambiadores, basándose en las medidas del catálogo y teniendo en cuenta el número máximo de placas de cada tipo. Los seleccionados han sido el modelo **SELA14LN** para el primer intercambio de calor y **SELB60LN** en el segundo caso. Para sobredimensionar el sistema, se tomarán 50 placas del primer equipo y 120 en el segundo, cumpliendo así con los requisitos del catálogo.

Tabla 12. Cálculo del número de placas y selección del tipo de IC.

A (mm)	B (mm)	AxB (mm ²)	Área int 1 (m ²)	N Placas	Área int 2 (m ²)	N Placas
42	164	0.006888	0.32	46.4576074	3.72	540.069686
42	260	0.01092		29.3040293		340.659341
42	432	0.018144		17.6366843		205.026455
68	232	0.015776		20.2839757		235.801217
68	360	0.02448		13.0718954		151.960784
68	480	0.03264		9.80392157		113.970588
91	520	0.04732		6.7624683		78.613694
170	378	0.06426		4.97976969		57.8898226
170	600	0.102		3.1372549		36.4705882
204	682	0.139128		2.30004025		26.7379679

7.2.2. Conexiones

El diámetro de las conexiones de ambos intercambiadores se ha establecido teniendo en cuenta la velocidad máxima de circulación sin que se produzca cavitación en los conductos, que corresponde a 1.5 m/s. Las ecuaciones 8, 9 y 10 determinan el diámetro mínimo necesario para cumplir con este requisito en cada circuito, partiendo de la premisa de que la sección es igual al caudal dividido entre velocidad del fluido.

$$\pi * \left(\frac{D1}{2}\right)^2 = \frac{Q1}{Vel} = \frac{\dot{m}_{agua} * \rho_{H_2O}}{Vel} = \frac{0.278 * \frac{10^{-3} m^3}{s}}{1.5 \frac{m}{s}} \rightarrow D1 = 15.36 \text{ mm} \quad \{\text{Ecuación 8}\}$$

$$\pi * \left(\frac{D2}{2}\right)^2 = \frac{Q2}{Vel} = \frac{\dot{m}_{mosto} * \rho_{mosto}}{Vel} = \frac{(0.299 * 1.052 * 10^{-3}) m^3}{1.5 \frac{m}{s}} \rightarrow D2 = 16.34 \text{ mm} \quad \{\text{Ecuación 9}\}$$

$$\pi * \left(\frac{D3}{2}\right)^2 = \frac{Q3}{Vel} = \frac{\dot{m}_{refr} * \rho_{refrig}}{Vel} = \frac{(0.3 * 1.016 * \frac{10^{-3} m^3}{s})}{1.5 \frac{m}{s}} \rightarrow D3 = 16.08 \text{ mm} \quad \{\text{Ecuación 10}\}$$

En el catálogo de Sedical aparecen varias opciones de conexiones para los intercambiadores modelo “LUNA”, expresadas en pulgadas. Teniendo en cuenta que 1 mm = 0.04 pulgadas, será suficiente con elegir los conductos de 1” de diámetro (25.4 mm) (Figura 6).

Safe PLATE	Luna	R-line		L-line	CONEXIONES												
					3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	DN50	DN80	DN100		
				SELA12	⊙	⊙	⊙										
SELA14SP	SELA14LN	SERA14	SERHA14	SELA14	⊙	⊙	⊙										
	SELA22LN	SERA22	SERHA22	SELA22	⊙	⊙	⊙										
	SELA34LN	SERA334	SERHA34	SELA34	⊙	⊙	⊙										
				SELJ30			⊙	⊙									
				SELH40			⊙	⊙									
SELB31SP	SELB31LN	SERB31	SERHB31	SELB31			⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
	SELB47LN	SERB47	SERHB47	SELB47			⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
SELB60SP	SELB60LN	SERB60	SERHB60	SELB60			⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
	SELM110L			SELM110									⊙				
SELC110SP	SELC110LN	SERC110	SERHC110	SELC110			⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
	SELC170LN			SELC170			⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
	SELD235LN			SELD235													⊙
				SELE400													⊙

⊙	rosca interna	⊙	dual (rosca externa y soldadura)	⊙	conexión soldada para R-line ID 16,1 mm	⊙	Victaulic	⊙	brida
⊙		⊙		⊙	conexión soldada para R-line ID 22,4 mm	⊙		⊙	
⊙		⊙		⊙	conexión soldada para R-line ID 35,2 mm	⊙		⊙	

Figura 6. Catálogo de conexiones para los IC seleccionados (Sedical, 2023).

7.3. Equipo de frío

Durante el segundo intercambio de calor que se produce en la etapa de enfriamiento del mosto, así como en la bajada de temperatura previa al almacenaje y el mantenimiento, se requiere un sistema de refrigeración. Además, aunque en menor medida, se necesita para el mantenimiento de la temperatura en las fases de fermentación y guarda.

En primera instancia, se debe tener en cuenta que en este proceso intervienen 3 fermentadores de 1000L de capacidad. Aproximadamente, el llenado de un tanque requiere dos ciclos de maceración-cocción y no es posible que se solape el llenado de dos o más fermentadores. Tampoco se da comienzo a la fermentación antes de que se llene por completo del tanque. Por ello, el caso más energéticamente exigente sería el solape de la fase de enfriamiento del mosto de un lote con el proceso de bajada de temperatura entre fermentación y guarda de los otros dos. El mantenimiento de temperatura durante dichas

etapas requiere una energía considerablemente inferior, por lo que no es necesario incluirla en el cálculo.

Considerando que se fermentarán y almacenarán a la vez dos lotes de cerveza tipo Lager y uno de India Pale Ale, se va a calcular el requerimiento de potencia frigorífica como sumatorio del segundo intercambio de calor de Lager (P_2 , ecuación 5) el descenso de temperatura que se produce en la fermentación de Lager (P_{63}) y el descenso antes de la guarda de IPA (P_7) (valores obtenidos en las tablas 5 y 6 del Anejo VII). Es una situación muy improbable, pero de esta manera se sobredimensiona el equipo. La ecuación 11 muestra el total de potencia frigorífica necesaria en el proceso.

$$P_{frigorífica} = P_2 + P_{63} + P_7 = 67 + 1.83 + 7.032 = 75.86 \text{ kW} \quad \{Ecuación 11\}$$

Se ha utilizado el software online del catálogo de Intarcon para seleccionar el equipo frigorífico adecuado, dentro de la sección de enfriadoras de líquido; introduciendo como datos *input* la potencia, el fluido secundario, las temperaturas de entrada y salida, y el caudal (figura 7). El equipo elegido es el modelo MWE-SY-43423, con una potencia frigorífica de 79.634 kW y un rendimiento de 3.51 (Energy Efficiency Ratio) (tabla 13).



The screenshot shows the Intarcon online software interface for selecting a refrigeration unit. The interface is divided into several sections:

- Selección:** A navigation bar with tabs for 'Selección', 'Cálculo', 'Dimensiones', and 'Ecodiseño'. There are also icons for 'imprimir' and 'reiniciar'.
- Parámetros de selección:** A form with input fields for:
 - Potencia frigorífica: 76000 W
 - Fluido secundario: Propilenglicol 40%
 - Temperatura de salida: 0.0 °C
 - Temperatura de entrada: 60.0 °C
 - Caudal de líquido: 1.18 m³/h
 - Temperatura ambiente: 15.0 °C
- Filtro de selección:** A form with dropdown menus for:
 - Régimen de temperatura: media (-10...10°C)
 - Construcción: todas
 - Refrigerante: R134a
 - Alimentación eléctrica: 50Hz
- Modelos:** A table showing the results of the selection process. The selected model is MWE-SY-43423.

Modelo	Refrigerante	Potencia frigorífica	Potencia absorbida	EER	Dim.
MWE-SY-43423	R134a	79634 W	22.67 kW	3.51	105%

Figura 7. Interfaz del software online Intarcon (2023).

Tabla 13. Equipo de refrigeración (Intarcon, 2023).

Modelo	MWE-SY-43423	 
Compresor	3xZB114	
Refrigerante	R134a	
EER (W/W)	3.26	
Tª descarga	58.4 °C	
Tª condensación	29.8 °C	
Tª evaporación	-4.6 °C	
Conexiones hidráulicas	Hasta 2 ½"	
Dimensiones	1805 x 1060 x 1740 mm	
Peso	578 kg	
Descripción	Enfriadora de glicol o salmuera para refrigeración a temperatura positiva en construcción silenciosa industrial con compresor Scroll.	
Precio/unidad	20738 €	
Cantidad	1 unidad	

7.4. Caldera

Para dimensionar el sistema de producción de calor del proceso, se parte de las necesidades energéticas calculadas en el Anejo VII. Las etapas en las que se requiere el aporte de calor incluyen el aumento de temperatura del ACS en los depósitos, la

maceración escalonada y la subida de temperatura hasta la cocción. No obstante, hay que considerar que el agua de los tanques auxiliares se calentará hasta 45 °C mediante un intercambiador de placas desarrollado anteriormente, por lo que el caso más habitual será la utilización de calor en el tanque de maceración-cocción.

Dado que la maceración y cocción se dan simultáneamente, al ser en un tanque continuo, hay que sumar las potencias caloríficas requeridas en ambos procesos. Hay que tener en cuenta que en el balance de energía del Anejo VII se utilizó de base de cálculo un lote de 1000L de cerveza, pero el equipo no puede procesarlo entero sumando la capacidad de ambos tanques. Suponiendo que el tanque de maceración se encuentra al máximo de su capacidad, 530L (V_m), la potencia requerida para el total de rampas de temperatura de la cerveza Lager y la ebullición (caso más desfavorable) se detalla en la ecuación 12. En ella se suman por separado el calor requerido en las dos etapas, tomando como volumen de vapor saturado el 16% de la masa de mosto ya macerado.

$$Q_{caldera1} = [(V_m * \rho_{mosto} * C_{pmosto} * \Delta T)] + [0.16 * V_m * \rho_{mosto} * L_v] =$$

$$= \left[530L * 1.0519 \frac{kg}{L} * \frac{3.86KJ}{kg \text{ } ^\circ C} * (100 - 45) \right] + [86.09 * 2260 \frac{kJ}{kg}] = 312922.14 kJ$$

$$P_{caldera1} = \frac{Q_{caldera1}}{t(s)} = \frac{312922.14 KJ}{14400s} = 21.73 kW \quad \{Ecuación 12\}$$

En última instancia, para dimensionar la caldera se va a incluir el aumento de temperatura del ACS desde la temperatura de la red hasta 45 °C, ya que en el momento de arranque de producción será necesario este aporte de calor extra al no haber salida simultánea de mosto caliente. Se considera un depósito de 1000L para este cálculo en un tiempo de calentamiento de 1h, que resulta en la potencia total de la caldera de 64.69 KW (ecuación 13).

$$Q_{caldera2} = V_{acs} * C_{pagua} * \Delta T = 1000L * \frac{4.18KJ}{kg \text{ } ^\circ C} * (45 - 8) = 154660 KJ$$

$$P_{caldera2} = \frac{Q_{caldera2}}{t(s)} = \frac{154660 KJ}{3600 s} = 42.96 kW$$

$$P_{caldera} = P_{caldera1} + P_{caldera2} = 21.73 + 42.96 = \mathbf{64.69 kW} \quad \{Ecuación 13\}$$

Se ha empleado el software desarrollado por Sedical S.A. para seleccionar la caldera de su catálogo (figura 8). Estableciendo como premisas una potencia útil de 65 KW, la solución ofrecida es una caldera de la gama de condensación de gas de hasta 120

kW de potencia (modelo **WTC-GB 120**) descrita en la tabla 14. Se trata de un equipo de alta eficiencia y funcionamiento desarrollado para el abastecimiento de edificios de cierto tamaño.

The screenshot shows the Sedical software interface for configuring a boiler system. It includes several configuration panels:

- Tipo de caldera:** De pie
- Circuitos calefacción:** 1
- Energía solar:** No
- Potencia útil:** 65 kW
- Conjunto:** 1x 120 kW
- Agua Caliente Sanitaria:** Si. Depósito desde caldera con bomba en caldera.
- Salida de humos:** Dependiente del aire del local, Por pozo. Tubos PP
- Datos de la edificación:** Distancia vertical desde las caldera hasta la salida de humos (input field) m
- Esquema hidráulico calculado:** A schematic diagram showing a boiler, a tank, and a radiator connected by pipes.
- Diagrama de salida de humos:** A cross-section diagram of a house showing the chimney installation.

Below the diagrams are navigation buttons: calcular, accesorios, vista previa, archivar, imprimir, salir.

Grupo térmico		Potencia		Precios (€)							
Unid.	Modelo	Unid.	Modelo	kW	Calderas	Basico	Regulacion	Hidraulica	Acumula.	Chimenea	Total
1	WTC-GB 120			120	13959.00	292.00	943.00	0.00	0.00	0.00	15194.00

Figura 8. Interfaz del software Sedical. S.A.

Tabla 14. Caldera de condensación a gas (Sedical, 2023).

Modelo	WTC-GB 120	
Potencia	24 a 120 kW	
Potencia a 50/30 °C	24.4 a 122 kW	
Caudal condensados	3.1 a 8.2 kg/h	
Dimensiones	(figura 9)	
Descripción	<p>Caldera de condensación a gas Weishaupt Thermo Condens WTC-GB. Formato compacto y moderno diseño, con componentes hidráulicos y de regulación cuidadosamente seleccionados.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bajas emisiones • Admite hasta 8 circuitos de calefacción. • Intercambiador de aluminio con alta resistencia al envejecimiento y elevada conductividad térmica. • Alta eficiencia • Quemador por radiación fabricado con aleación de metales de alta resistencia a la carga térmica. • Aprovechamiento normalizado 109%. 	
Precio/unidad	15194 €	
Cantidad	1 unidad	

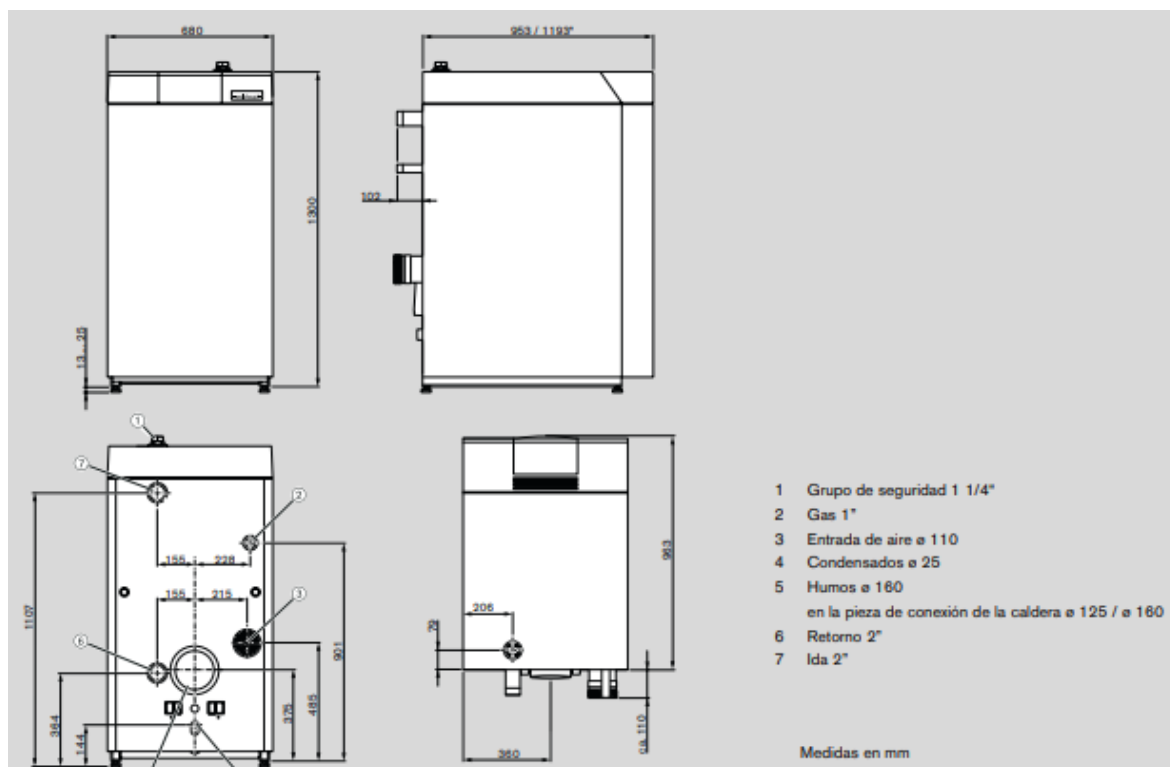


Figura 9. Dimensiones de la caldera (Sedical., 2023).

8. Bibliografía

Autodesk®. (2021). AutoCAD (35.1.1) [AutoCAD].

Cerveza artesana. (2023). *Catálogo de productos*.
<https://cervezartesana.es/mqtq025.html>

Czech Brewery System (2023). *El catálogo completo de productos*.
<https://eshop.czechminibreweries.com>

Intarcon S.A. (2023). *Software online para el cálculo frigorífico*.
<https://www.intarcon.com/calculo-frigorifico/>

Laboratorios Ladco S.A. (2021). *Enfriamiento con Propilenglicol o Etilenglicol*.
<https://www.ladco.com.ar/enfriamiento-con-glicol/>

Sedical (2023). *Catálogo de intercambiadores de placas soldadas*.
<https://www.sedical.com/>

Sedical (2023). *Catálogo de calderas de condensación a gas Weishaupt WTC-GB hasta 1200 kW*. <https://www.sedical.com/>



Escuela Politécnica
Superior - Huesca
Universidad Zaragoza

ANEJO IX: CÁLCULO DE ESTRUCTURAS

PROYECTO DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA FÁBRICA DE CERVEZA
ARTESANAL EN EL MUNICIPIO DE SALLEN DE GÁLLEGO (HUESCA).

SOFÍA NIEVES CALVO

TRABAJO FIN DE GRADO - 2023

Ingeniería Agroalimentaria y del Medio Rural – Mención Industrias Agrarias y Agroalimentarias

ÍNDICE

1.	Introducción	2
1.1.	Datos preliminares de la nave.....	2
2.	Cálculo de correas de cubierta	2
2.1.	Determinación de acciones características.....	2
2.1.1.	Acciones permanentes	2
2.1.2.	Acciones variables	4
2.2.	Hipótesis de carga	5
2.3.	Cálculo de esfuerzos.....	5
2.4.	Comprobación de resistencia.....	6
2.5.	Comprobación de deformación	6
3.	Cálculo de la estructura tipo para nave con cubierta a dos aguas.....	7
3.1.	Resultados del predimensionado.....	7
4.	Cálculo de la cercha sobre pilares tipo de la nave	9
4.1.	Comprobación de la flecha.....	10
5.	Comprobación a compresión-tracción compuesta en cerchas.....	11
6.	Diagramas obtenidos en SAP2000	12
6.1.	Diagrama esfuerzos axiles	13
6.2.	Diagrama esfuerzos cortantes.....	13
6.3.	Diagrama momentos flectores.....	14
6.4.	Modelo 3D con extrusión.....	14
6.5.	Deformada de la estructura	15
6.6.	Modelo 3D con ejes locales y secciones	15
6.7.	Acciones sobre la estructura	16
7.	Cálculo de las zapatas.....	16
8.	Placa base de pilares	19
8.1.	Datos de partida referentes a estructura.....	19
8.2.	Datos de partida referentes a la placa y al cemento.....	19
8.3.	Dimensionado de la placa-base	22
9.	Bibliografía	24
10.	Anexos de cálculos.....	25

1. Introducción

En el presente Anejo se van a desarrollar los cálculos de la estructura de la nave, de tipo cercha sobre pilares, utilizando Excel y el software SAP2000, y siguiendo el Código Técnico de la Edificación Documento Básico de Seguridad Estructural – Acciones en la Edificación (CTE DB SE-AE). Además, se han consultado el prontuario de correas C galvanizadas, el prontuario de grupo Condesa “Tubo Estructural” y el de Ensidesa “Manual para el cálculo de estructuras metálicas).

1.1. Datos preliminares de la nave

- Altitud topográfica: 1304 m.s.n.m.
- Longitud de la cubierta: 42 m
- Ancho de la cubierta: 19 m
- Altura de la cumbrera: 8.1 m
- Altura de la fachada 5.5 m
- Luz de cálculo de correas: 7 m
- Pendiente de cubierta: 20%
- Zona climática de invierno en el emplazamiento (CTE DB SE-AE): 2

2. Cálculo de correas de cubierta

En primera instancia, se van a desarrollar los cálculos para el dimensionado de las correas de la cubierta mediante un archivo Excel prediseñado por el profesor José Ernesto Perna de Mur en la asignatura de Construcciones Agroindustriales adjunto al final del Anejo. Las principales conclusiones establecidas en cada apartado se desarrollan a continuación.

2.1. Determinación de acciones características

Incluyen las acciones que tienen una probabilidad muy baja de ser superadas durante la vida útil del edificio y quedan establecidas en norma. Se dividen en acciones permanentes y acciones variables.

2.1.1. Acciones permanentes

La correa seleccionada se adelanta que es el modelo **C350-80-4** del prontuario de correas tipo "C" Galvanizadas de *CM Curbimetal*, con un peso propio de 16.27 kg/m (figura 1).

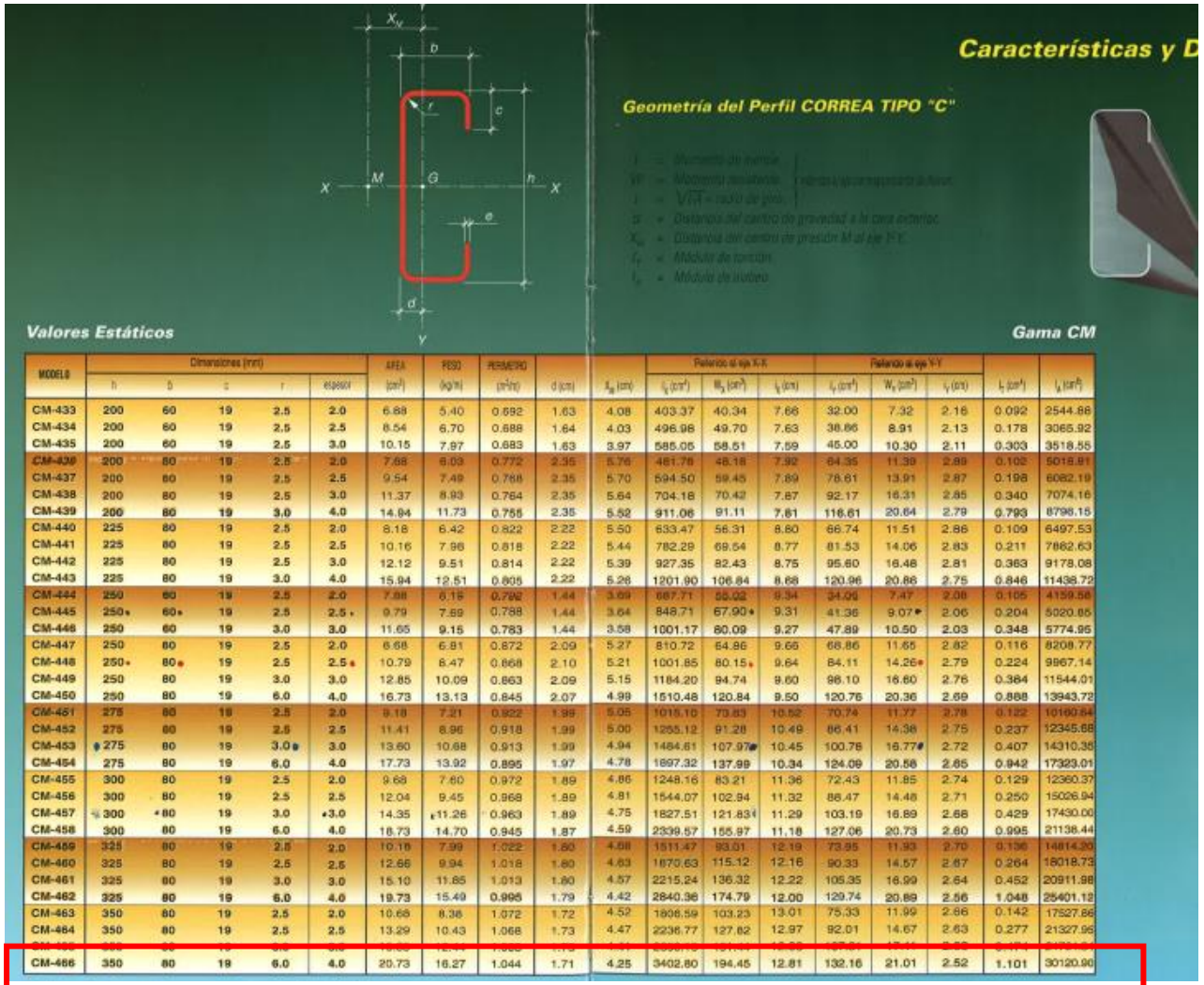


Figura 1. Prontuario de modelos de correas "C" galvanizadas (CM Curbimetal).

El intereje de las correas en el faldón de barlovento queda en 1.51 m, dentro del rango exigido para una estructura tipo pórtico simétrico de dos faldones (1.50 a 1.80 m), tal y como se justifica a continuación. Se usarán 6 tramos al ser la solución más prudente, con 7 vigetas por faldón.

CÁLCULO DE LA SEPARACIÓN ENTRE EJES DE CORREAS DE CUBIERTA.

AMBOS FALDONES EN PÓRTICOS SIMÉTRICOS.

ANCHO-LUZ DE LA ESTRUCTURA ENTRE EJES DE PILARES:	L(m)=	19	
SEMIANCHO DE LA ESTRUCTURA DE EJE DE PILAR A CUMBRERA:	Ls(m)=	9.5	
.Pendiente de cubierta:	20%	Áng. Pte: 0.1974 rad	11.31°
LONGITUD DE LA VIGA DEL FALDÓN DE BARLOVENTO:	Lvb(m)=	9.69	Entre ejes
RETRANQUEO DE EJE DE CORREA RESPECTO A CUMBRERA:	Rc(m)=	0.25	
RETRANQUEO DE EJE DE CORREA RESPECTO A EJE PILAR:	Rep(m)=	0.35	
LONGITUD EFECTIVA DE LA VIGA PARA REPARTO DE CORREAS:	Lev(m)=	9.09	
NÚMERO ENTERO DE TRAMOS PARA REPARTO DE CORREAS:	T=	6	
INTEREJE DE LAS CORREAS EN EL FALDON BARLOVENTO:	Eq(m)=	1.51	
NÚMERO DE CORREAS EN EL FALDÓN A BARLOVENTO:	Nc=	7	

El total de acciones permanentes queda en **49.88 kg/m**

2.1.2. Acciones variables

A) Sobrecarga de uso: en este caso es despreciable al tratarse de cubiertas ligeras sobre correas. Se debe a que, en este caso, la carga uniforme siempre es más desfavorable que la puntual, y no son simultáneas con el resto de acciones variables, que son superiores, por lo que se desprecian frente a ellas.

- B) Sobrecarga de nieve: Se toma $n= 1$, ya que la inclinación es de $< 30^\circ$ y, además, se considera que hay impedimento al deslizamiento de la nieve para más seguridad. El valor característico de la carga de nieve viene de la interpolación de los valores entre 1200 y 1400 m.s.n.m. del CTE DB AE, y resulta en **2.312 kN/m²** (esto sería estrictamente el cateto horizontal, ya que es sobre proyección horizontal y se trabaja directamente con ella). Multiplicando por el intereseje de las correas, se obtiene el resultado final en forma de carga uniforme: **349 kg/m**.
- C) Acción del viento: tomando la altura de la fachada a barlovento, se obtiene el coeficiente de exposición por interpolación y un grado de aspereza II dada la tipología del terreno. Los resultados son **-97.44 kg/m** de succión y **24.04 kg/m** de presión en el faldón a barlovento; y **-102.04 kg/m** de succión y **2.28 kg/m** de presión a sotavento.

2.2. Hipótesis de carga

En este apartado se ha considerado el caso más desfavorable de carga, que resulta de la combinación de la sobrecarga de nieve con viento a presión junto con las acciones permanentes. La acción ponderada da un resultado de **627.07 kg/m**.

2.3. Cálculo de esfuerzos

Se descompone la carga lineal uniforme de cálculo, obtenida en la hipótesis más desfavorable (figura 2).

- q_y : Componente en el eje local "y" de la correa para la carga lineal uniforme de cálculo: 259.53 kg/m
- q_z : Componente en el eje local "z" de la correa para la carga lineal uniforme de cálculo: 115.91 kg/m

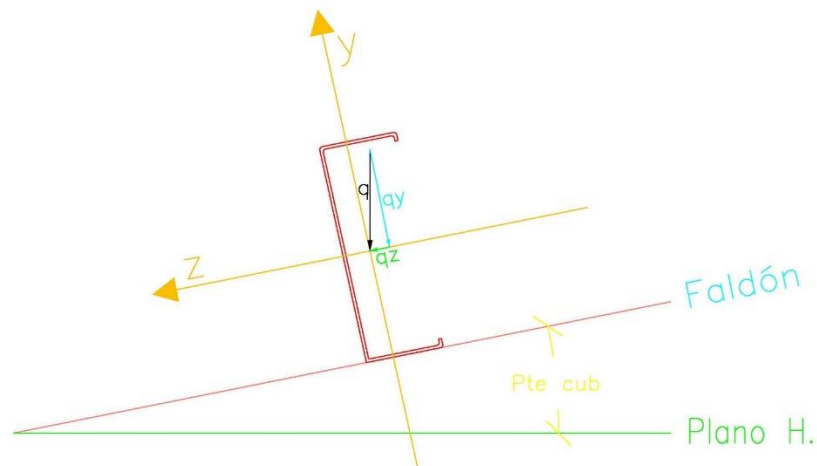


Figura 2. Descomposición de componentes de la carga lineal uniforme de cálculo sobre el perfil de la correa.

Se ha establecido un número de 2 tirantillas por tramo entre dos cerchas debido a la elevada sobrecarga de nieve que actúa sobre las correas. Esta solución permite que se cumpla que la tensión normal máxima a flexión esviada en la sección pésima de la correa sea inferior a la de la correa seleccionada.

2.4. Comprobación de resistencia

Se comprueba que la correa seleccionada, C350-80-4, cumple con los requisitos en cuanto a tensión normal máxima a flexión esviada.

2.5. Comprobación de deformación

Se calcula la flecha dividiendo la carga de cálculo entre el coeficiente medio de ponderación de cargas para compararla con la flecha admisible según el CTE DB SE, y se comprueba que su valor es inferior ($1.71 \text{ cm} < 2.33 \text{ cm}$).

3. Cálculo de la estructura tipo para nave con cubierta a dos aguas

En este apartado se van a desarrollar los cálculos de las acciones características e hipótesis de carga para una estructura tipo con cubierta a dos aguas, de forma similar al anterior pero extrapolando a toda la nave.

Finalmente, se va a predimensionar la estructura tipo cercha sobre pilares metálicos con el objetivo de seleccionar los perfiles de los pilares, los cordones superiores, los cordones inferiores, y las diagonales y montantes.

Los cálculos se han llevado a cabo en el Excel prediseñado por el profesor José Ernesto Perna de Mur en la asignatura de Construcciones Agroindustriales adjunto al final del Anejo.

3.1. Resultados del predimensionado

La solución del predimensionado de cercha sobre pilares metálicos se muestra en la tabla 1, con perfiles obtenidos de los prontuarios de Ensidesa y Condesa (figura 3, 4 y 5).

Tabla 1. Solución al predimensionado de la estructura de cercha sobre pilares metálicos.

	Solución predimensionado
Pilares	HEB-220
Cordón superior	PHR-180X100X6
Cordón inferior	PHR-180X100X5
Diagonales y montantes	PHR-120X80X4

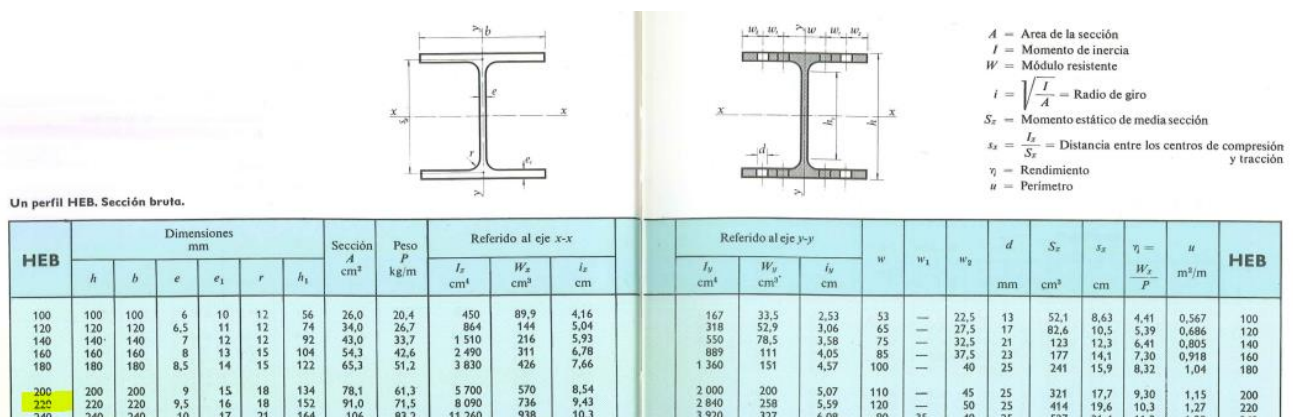
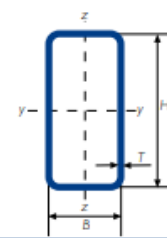


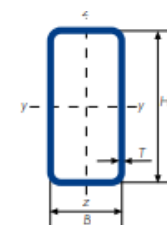
Figura 3. Perfil HEB seleccionado para los pilares (Ensidesa, 1969).



Gama perfil tubular en frío - rectangular

DIMENSION ESPECIFICA DE LADOS		ESPESOR ESPECIFICO	MASA LINEAL	ÁREA DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL	MOMENTO DE INERCIA		RADIO DE GIRO		MÓDULO ELÁSTICO		MÓDULO PLÁSTICO		MOMENTO DE INERCIA DETORSIÓN	MÓDULO DE TORSIÓN	SUPERFICIE LATERAL POR UNIDAD DE LARGO	LARGO NOMINAL POR TONELADA	ÁREA SUPERFICIE EXTERIOR POR METRO
H	B	T	M	A	I_{xx}	I_{yy}	i_{xx}	i_{yy}	W_{elx}	W_{ely}	W_{plx}	W_{ply}	I_t	C_t	A_s	m	A_{sv}
mm	mm	mm	kg/m	cm ²	cm ⁴	cm ⁴	cm	cm	cm ³	cm ³	cm ³	cm ³	cm ⁴	cm ³	m ² /m	m	m ²
180	80	2,5	7,7	12,6	525	150	6,76	3,95	58,4	37,6	72,3	41,3	375	65,8	0,511	101	406
180	80	3	11,8	15,0	621	177	6,43	3,43	69,0	44,2	85,8	48,9	445	77,5	0,510	84,9	340
180	80	4	15,5	19,7	802	227	6,37	3,39	89,1	56,7	112	63,5	578	100	0,506	64,5	256
180	80	5	19,1	24,4	971	272	6,31	3,34	108	68,1	137	77,2	704	120	0,503	52,3	206
180	80	6	22,6	28,8	1.128	314	6,25	3,30	125	78,5	160	90,2	823	139	0,499	44,2	173
180	80	6,3	23,4	29,8	1.145	320	6,20	3,28	127	80,0	164	92,5	858	143	0,493	42,7	165
180	80	7	25,7	32,8	1.239	345	6,15	3,24	138	86,2	178	101	934	155	0,490	38,9	150
180	80	8	28,9	36,8	1.362	377	6,08	3,20	151	94,1	198	111	1.036	170	0,486	34,6	132
180	80	10	35,0	44,6	1.570	429	5,94	3,10	174	107	234	131	1.214	196	0,477	28,6	107
180	80	12	39,6	50,5	1.626	447	5,68	2,98	181	112	252	141	1.320	211	0,458	25,2	90,8
180	80	12,5	40,9	52,0	1.650	453	5,63	2,95	183	113	258	144	1.344	214	0,456	24,5	87,5
180	100	3	12,7	16,2	715	290	6,64	4,23	79,4	58,0	96,4	64,5	654	98,3	0,550	78,6	339
180	100	4	16,8	21,3	926	374	6,59	4,18	103	74,8	126	84,0	854	127	0,546	59,7	256
180	100	5	20,7	26,4	1.124	452	6,53	4,14	125	90,4	154	103	1.045	154	0,543	48,3	206
180	100	6	24,5	31,2	1.310	524	6,48	4,10	146	105	181	120	1.227	179	0,539	40,8	173

Figura 4. Perfiles tubulares de los cordones superiores e inferiores (Condesa, 2006).



Gama perfil tubular en frío - rectangular

DIMENSION ESPECIFICA DE LADOS		ESPESOR ESPECIFICO	MASA LINEAL	ÁREA DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL	MOMENTO DE INERCIA		RADIO DE GIRO		MÓDULO ELÁSTICO		MÓDULO PLÁSTICO		MOMENTO DE INERCIA DETORSIÓN	MÓDULO DE TORSIÓN	SUPERFICIE LATERAL POR UNIDAD DE LARGO	LARGO NOMINAL POR TONELADA	ÁREA SUPERFICIE EXTERIOR POR METRO
H	B	T	M	A	I_{xx}	I_{yy}	i_{xx}	i_{yy}	W_{elx}	W_{ely}	W_{plx}	W_{ply}	I_t	C_t	A_s	m	A_{sv}
mm	mm	mm	kg/m	cm ²	cm ⁴	cm ⁴	cm	cm	cm ³	cm ³	cm ³	cm ³	cm ⁴	cm ³	m ² /m	m	m ²
120	60	1,5	4,12	5,25	101	34,9	4,39	2,58	16,9	11,6	20,6	12,8	82,3	20,0	0,355	243	676
120	60	2	5,45	6,94	132	45,3	4,36	2,56	22,0	15,1	27,0	16,8	108	26,0	0,353	184	509
120	60	2,5	6,74	8,59	161	55,2	4,33	2,53	26,9	18,4	33,2	20,6	133	31,7	0,351	148	409
120	60	3	8,01	10,2	189	64,4	4,30	2,51	31,5	21,5	39,2	24,2	156	37,1	0,350	125	343
120	60	4	10,5	13,3	241	81,2	4,25	2,47	40,1	27,1	50,5	31,1	201	47,0	0,346	95,4	259
120	60	5	12,8	16,4	287	96,0	4,19	2,42	47,8	32,0	60,9	37,4	242	55,8	0,343	77,9	210
120	60	6	15,1	19,2	328	109	4,13	2,38	54,7	36,3	70,6	43,1	280	63,6	0,339	66,2	176
120	60	6,3	15,5	19,7	327	109	4,07	2,35	54,5	36,4	71,2	43,7	289	65,1	0,333	64,6	169
120	60	7	16,9	21,6	349	116	4,02	2,32	58,1	38,6	76,8	47,0	312	69,5	0,330	59,1	153
120	60	8	18,9	24,0	375	124	3,95	2,27	62,6	41,3	84,1	51,3	340	75,0	0,326	53,0	135
120	80	2	6,07	7,74	160	86,0	4,54	3,33	26,6	21,5	31,7	24,1	175	35,3	0,393	165	508
120	80	2,5	7,53	9,59	196	105	4,52	3,31	32,6	26,3	39,1	29,6	216	43,2	0,391	133	408
120	80	3	8,96	11,4	230	123	4,49	3,29	38,4	30,9	46,2	35,0	255	50,8	0,390	112	342
120	80	4	11,7	14,9	295	157	4,44	3,24	49,1	39,3	59,8	45,2	331	64,9	0,386	85,2	258
120	80	5	14,4	18,4	353	188	4,39	3,20	58,9	46,9	72,4	54,7	402	77,8	0,383	69,4	209

Figura 5. Perfiles tubulares de los cordones diagonales (Condesa, 2006).

4. Cálculo de la cercha sobre pilares tipo de la nave

En el presente apartado se ha diseñado el modelo de la estructura en el software SAP2000 de acuerdo con los criterios establecidos. El contorno de la cercha se ha diseñado siguiendo la alternativa de cercha con montantes extremos y cordón inferior horizontal con celosía Pratt (figura 6)

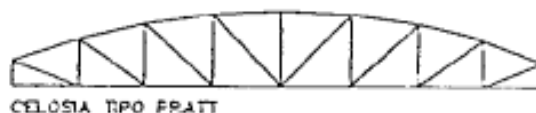


Figura 6. Celosía tipo Pratt

La triangulación de la cercha se ha llevado a cabo siguiendo una serie de criterios ordenados según su importancia:

- Las correas apoyarán exclusivamente en nudos del cordón superior, por lo que la separación entre nudos es igual al intereje de correas.
- Los ejes de las barras se han de cortar todos en el nudo.
- Mínima rigidez a flexión (EI) y máxima área (A) en las secciones de barras.
- Disposición de los perfiles en horizontal: el eje débil se enfrentará a las cargas a las que se responde con axiles evitando la movilización de M_z .
- Diagonales con pendientes 30° - 60° y triangulaciones Pratt o Warren. En este caso se utiliza la triangulación Pratt.

La figura 7 muestra la interfaz del software SAP2000 con la estructura de la cercha diseñada y sus perfiles asignados.

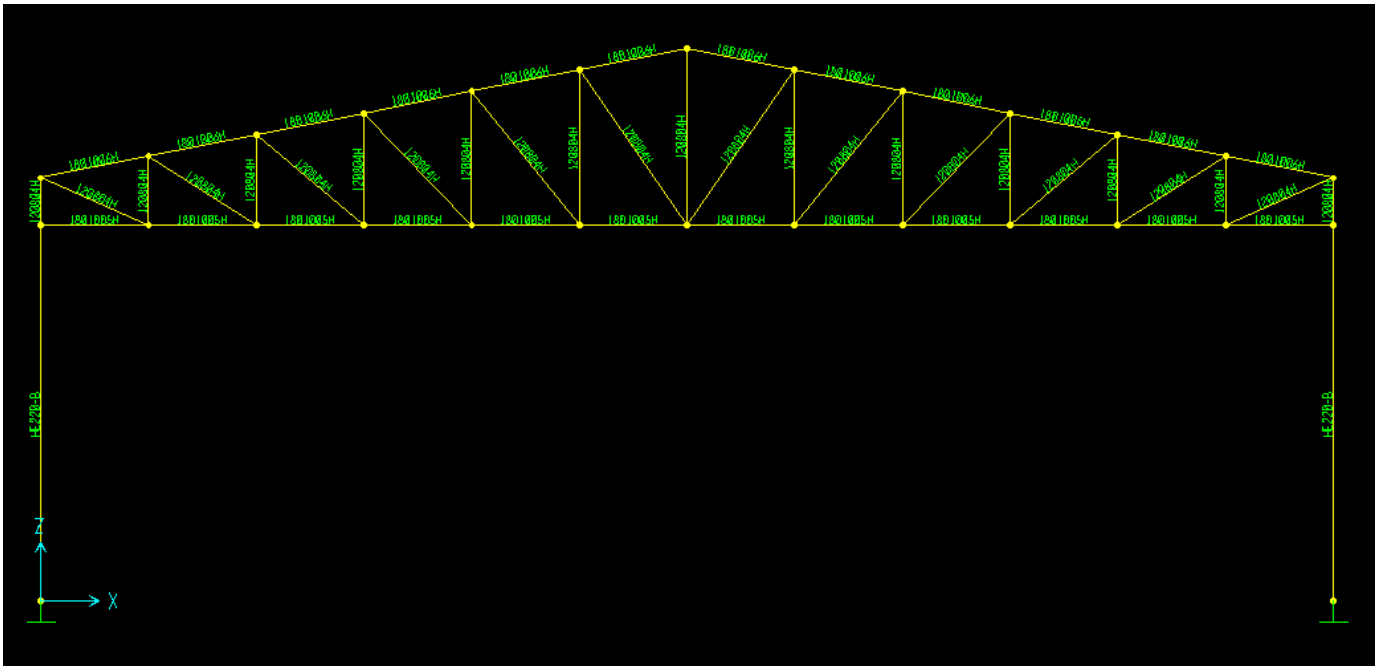


Figura 7. Diseño de la estructura de cercha sobre pilares en SAP2000.

Se han asignado las restricciones de movilidad a los nudos y los distintos perfiles del predimensionado a los pilares y cordones. Además, se han aplicado las cargas a los nudos del cordón superior de la cercha calculadas en el punto 2. Se comprueba que el resultado del cálculo de correas ($Q_y = 2613 \text{ kg/m}$) se aproxima a los resultados del predimensionado de carga lineal uniforme ($Q_y = 2301 \text{ kg/m}$). Teniendo en cuenta la distancia entre nudos en el cordón superior, de 1.54 m, la carga vertical que tributa a cada nudo de la cercha será de $2.301 \text{ kg/m} \cdot 1.54 \text{ m} = 3.544 \text{ kg}$. Finalmente, se asignan las cargas de viento en los pilares y el peso propio a la estructura, y se calcula la estructura.

4.1. Comprobación de la flecha

Tras calcular la estructura mediante el software SAP2000, se comprueba que la flecha máxima generada en SAP2000 cumple con el criterio del CTE según el cual ésta debe ser inferior a la flecha admisible, definida como dicta la ecuación 1.

$$f_{adm} = \frac{L \text{ (cm)}}{300} = \frac{1900}{300} = 6.33 \text{ cm}$$

Ecuación 1.

El valor de la flecha máxima teniendo en cuenta la ponderación se muestra en la figura 8, por lo que $f^*_{max} = 4.952 \text{ cm}$.

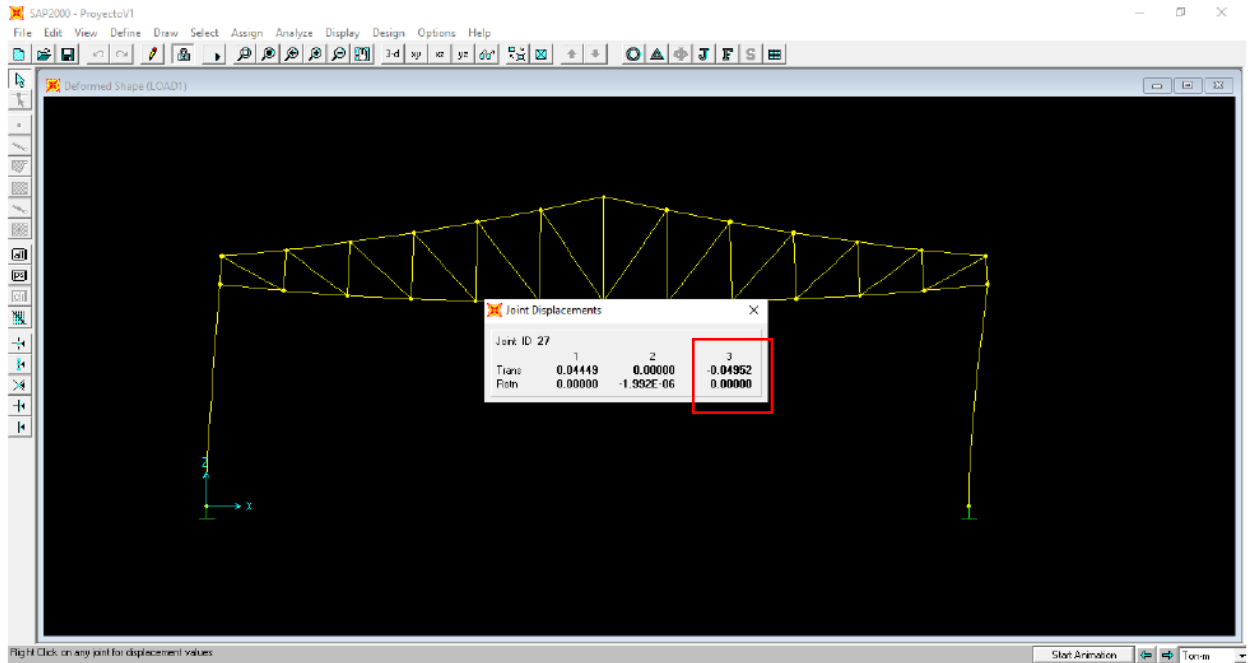


Figura 8. Diagrama de desplazamientos en las articulaciones en la interfaz de SAP2000.

El valor de la flecha máxima (f_{max}) se obtiene dividiendo el obtenido en SAP2000 entre el coeficiente de ponderación de cargas verticales, de valor 1.48 (ecuación 2).

$$f_{max} = \frac{f^*_{max}}{\gamma_m} = \frac{4.952}{1.48} = 3.345 \text{ cm}$$

Ecuación 2.

Se comprueba que sí que se cumple el criterio de $f_{adm} > f_{max}$ en este primer cálculo de la estructura.

5. Comprobación a compresión-tracción compuesta en cerchas

Una vez calculada la estructura, se comprueban los pilares y las vigas a compresión excéntrica-tracción compuesta. Para ello, se selecciona aquella pieza que soporta un mayor esfuerzo axial y momento flector de cada uno de los perfiles. La comprobación se ha desarrollado en el Excel prediseñado por el profesor José Ernesto Perna de Mur en la asignatura de Construcciones Agroindustriales, y se adjunta al final del Anejo.

Las barras comprobadas incluyen las siguientes, con referencia a la figura 9:

- El pilar a sotavento de la cercha (barra nº 6)
- El cordón inferior traccionado (barra nº 14)

- El cordón superior comprimido (barra nº 25)
- Barra diagonal comprimida (nº 57)
- Montante central (nº 46)

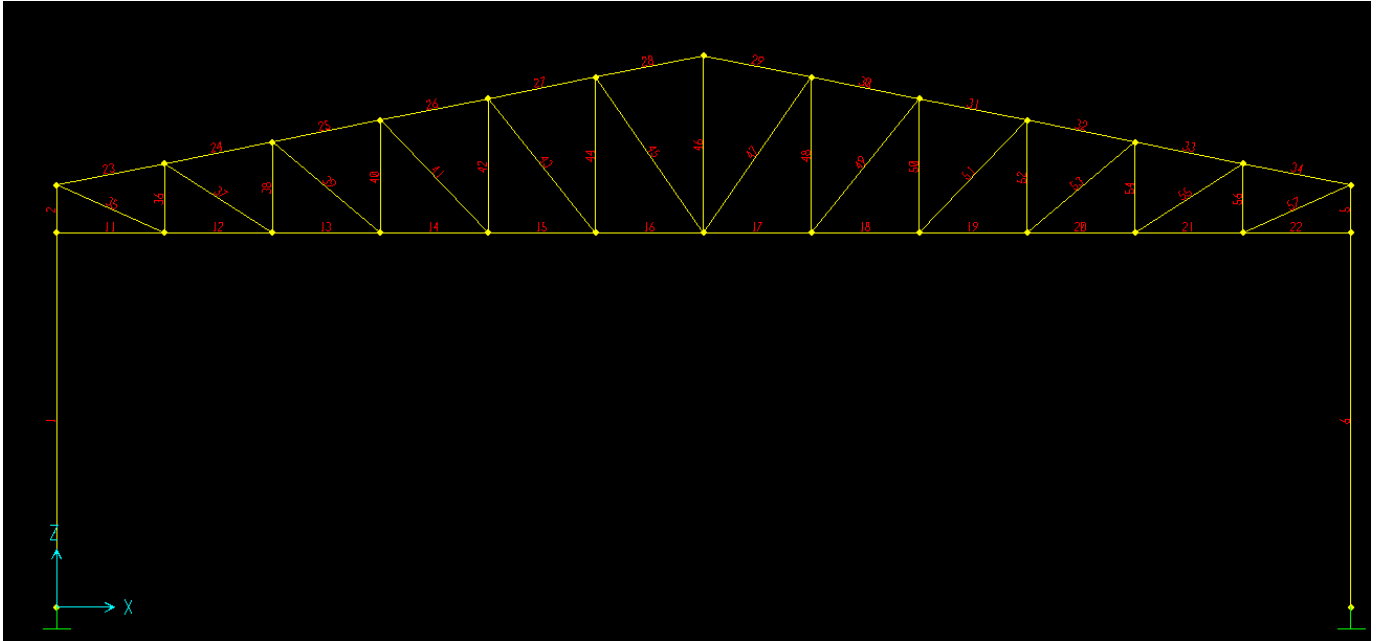


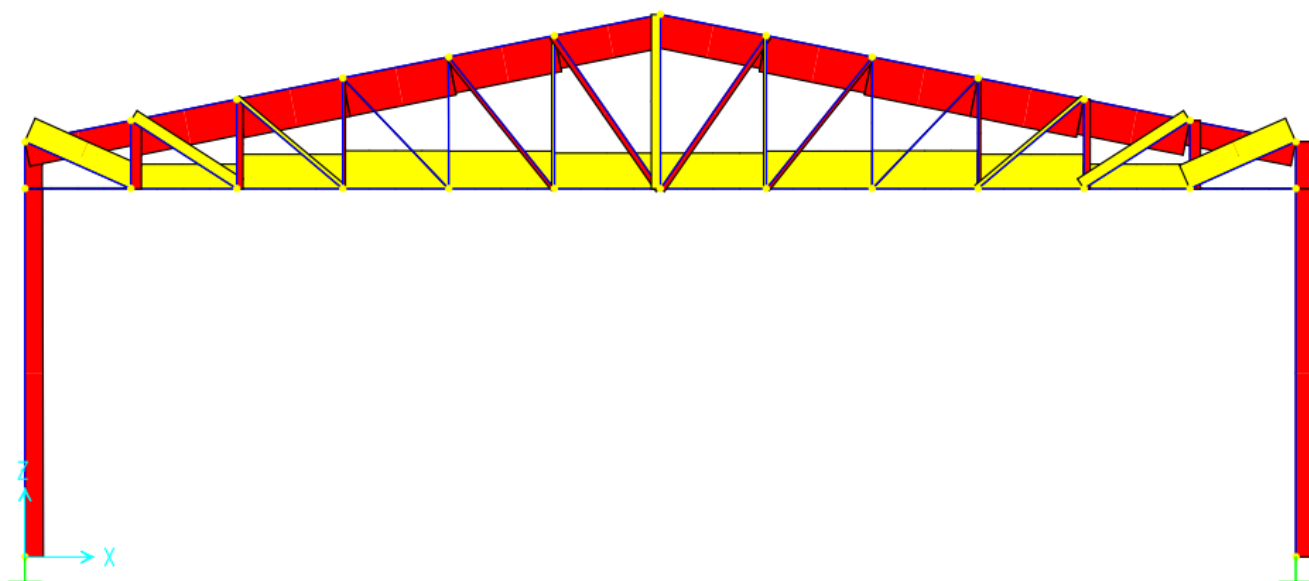
Figura 9. Identificación de las barras de la estructura en la interfaz de SAP2000.

Tras la comprobación, la barra diagonal comprimida (nº 57) no cumplía con el límite de resistencia a pandeo debido a que la tensión normal máxima a compresión excéntrica en la sección pésima de la barra superaba al valor de la resistencia de cálculo del acero. Como solución, se cambió el perfil de las diagonales nº57 y nº35 por el mismo de los cordones superiores: PHR-180X100X6.

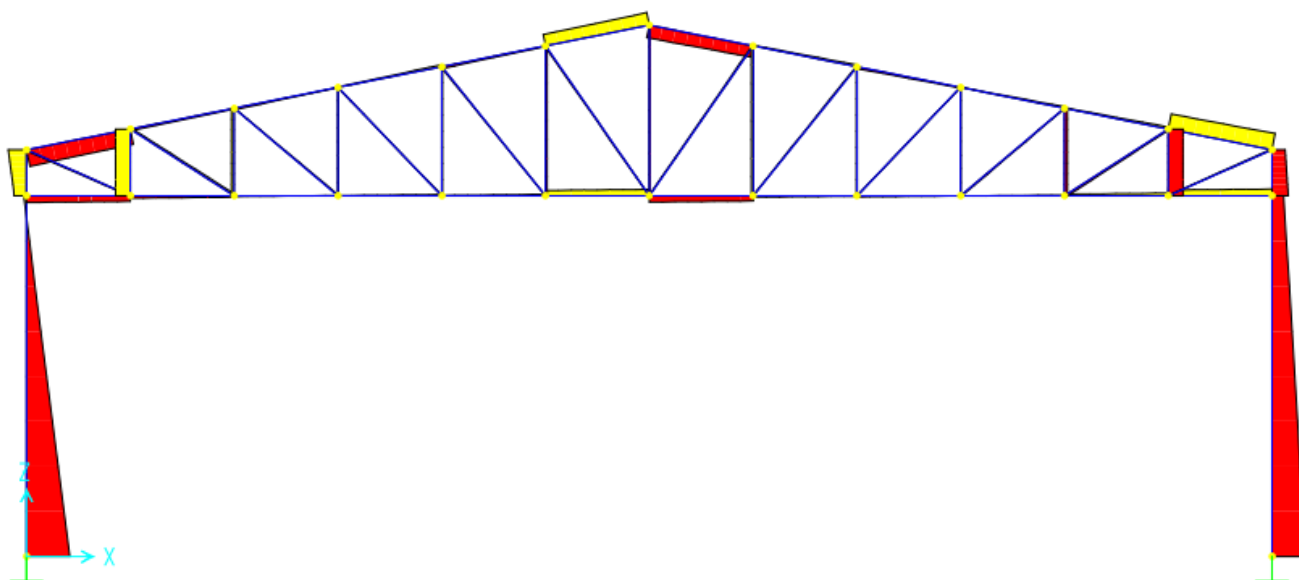
6. Diagramas obtenidos en SAP2000

En el presente apartado se adjuntan los diagramas resultantes del cálculo de la estructura en SAP2000.

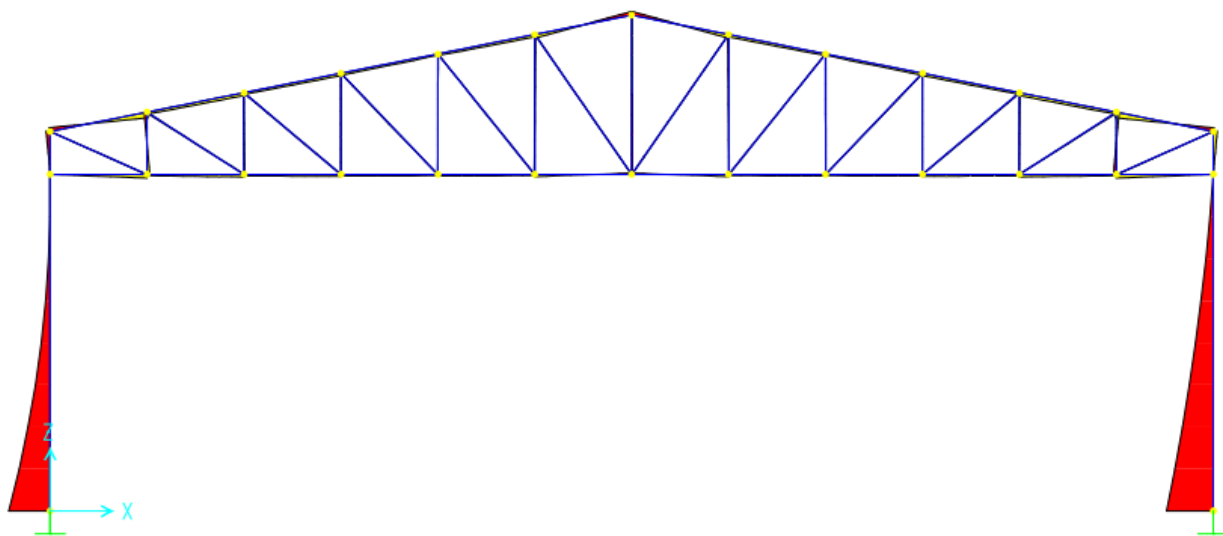
6.1. Diagrama esfuerzos axiales



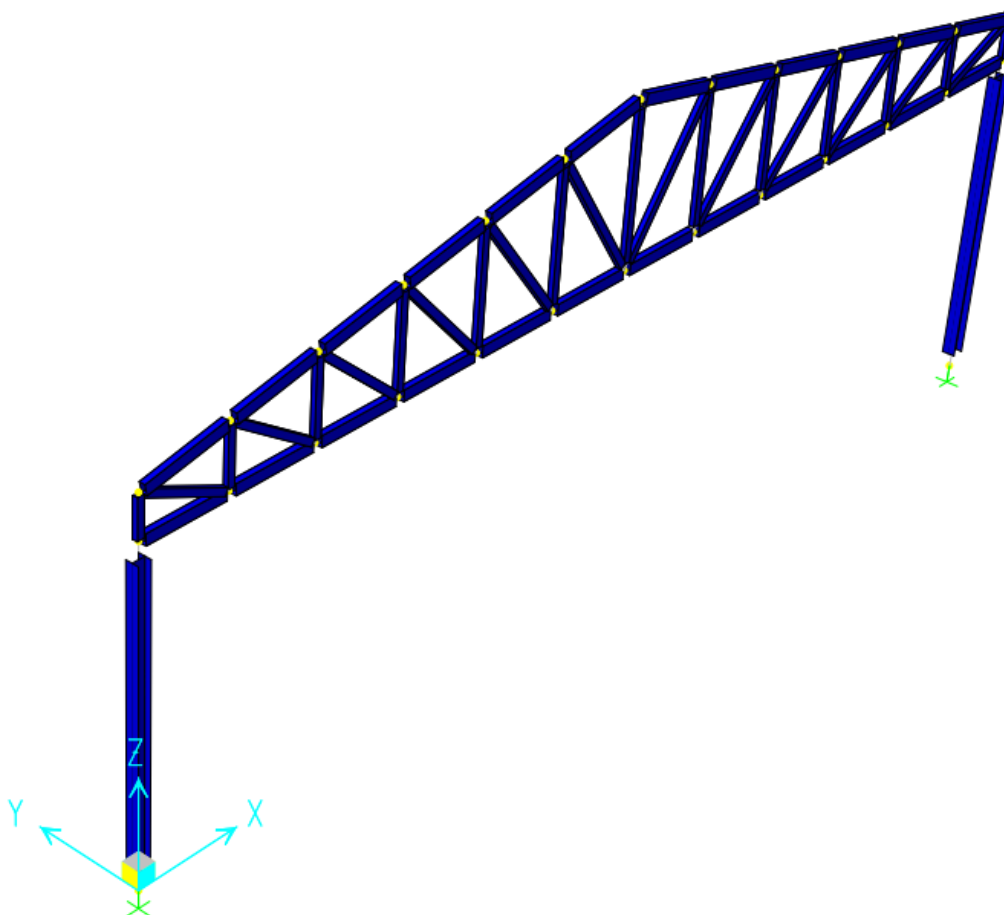
6.2. Diagrama esfuerzos cortantes



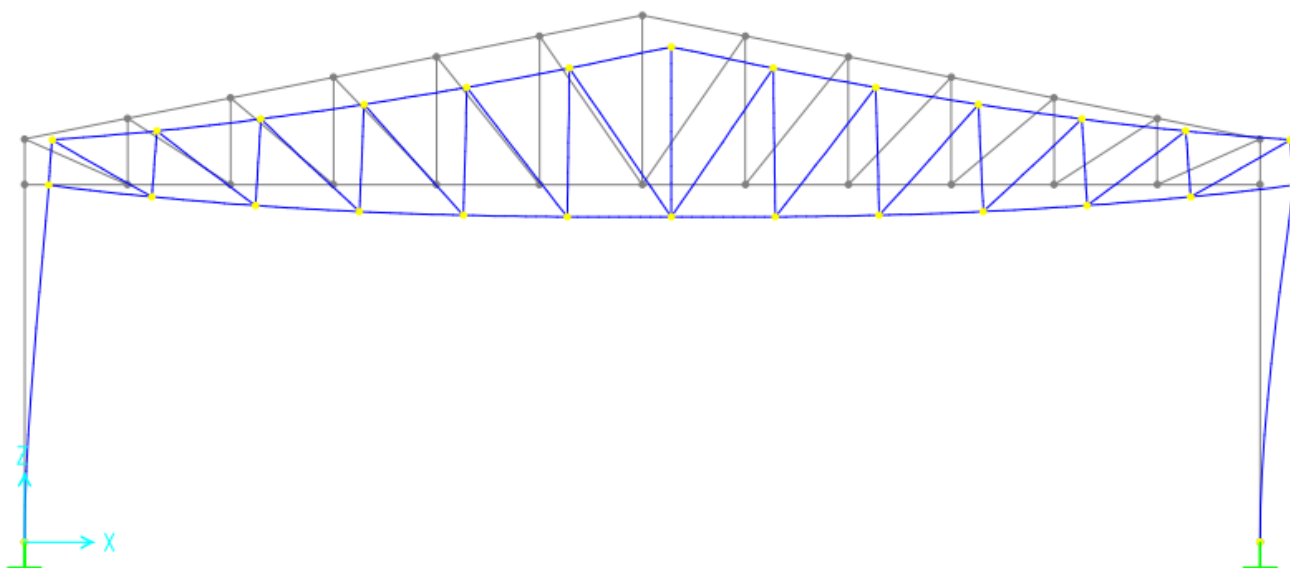
6.3. Diagrama momentos flectores



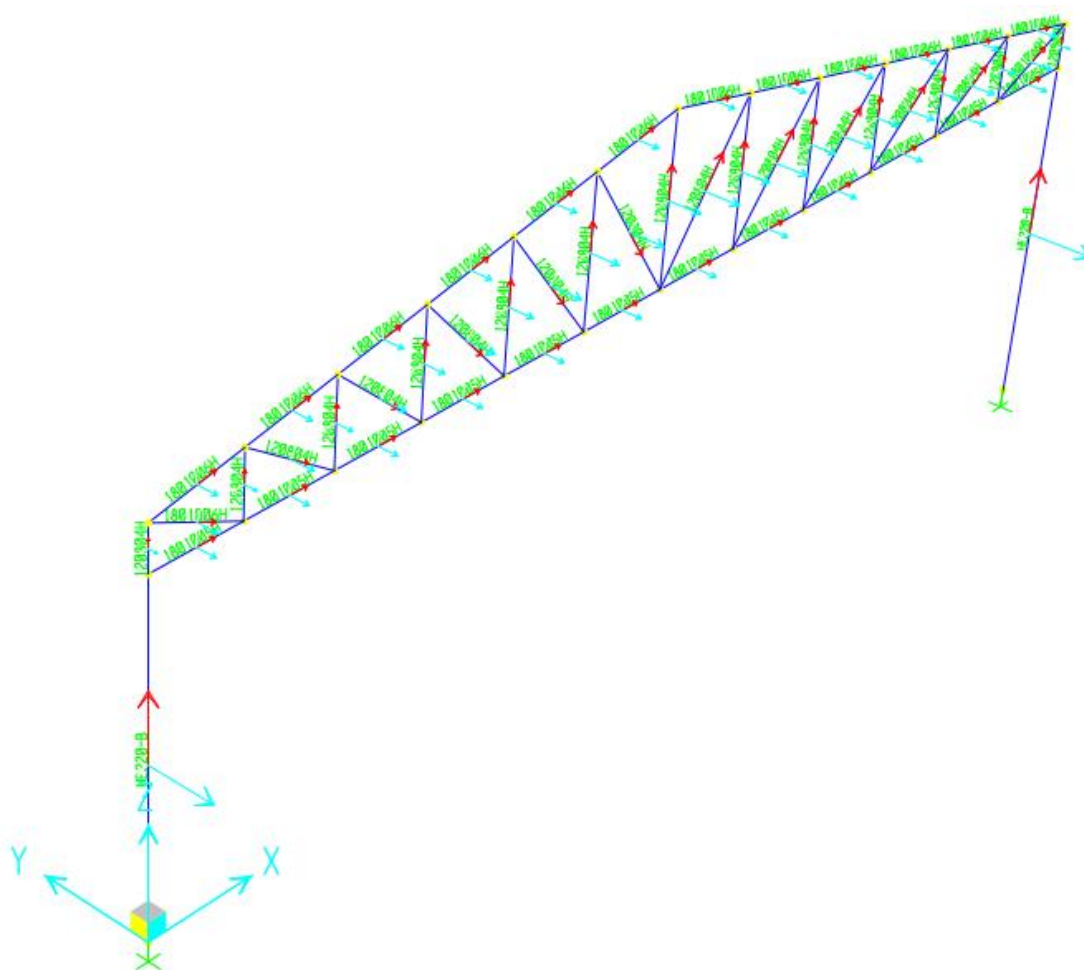
6.4. Modelo 3D con extrusión



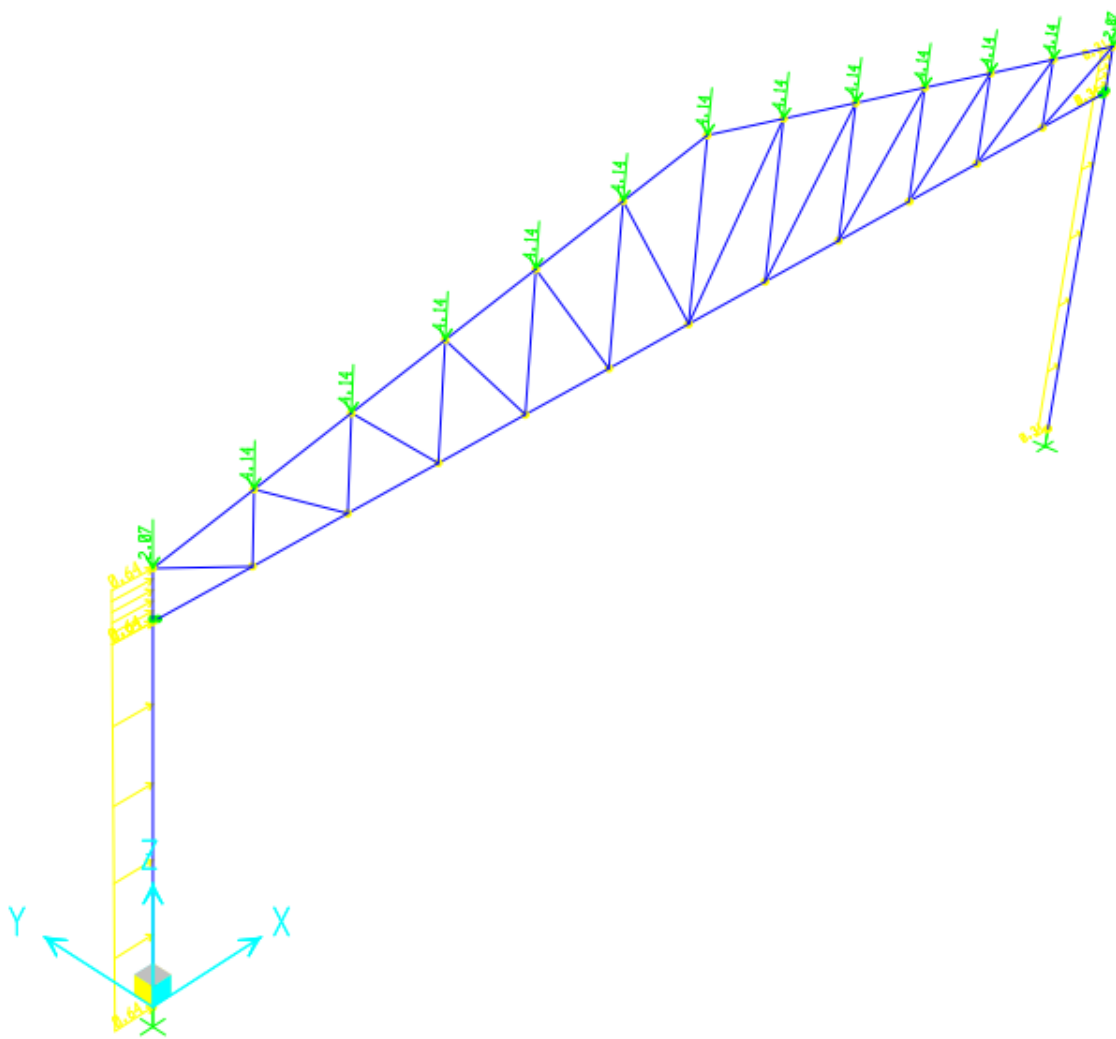
6.5. Deformada de la estructura



6.6. Modelo 3D con ejes locales y secciones



6.7. Acciones sobre la estructura



7. Cálculo de las zapatas

El dimensionado de las zapatas se adjunta al final del Anejo, de nuevo diseñadas con el Excel prediseñado por el profesor José Ernesto Perna de Mur en la asignatura de Construcciones Agroindustriales.

Se ha tenido en cuenta que el tipo de terreno a cimentar tiene una presión admisible de 0.3 MPa según el CTE DB SE; y se han llevado a cabo la comprobación a vuelco y a deslizamiento bajo una nueva hipótesis de carga incluyendo únicamente las cargas permanentes y de viento, y excluyendo las variables (nieve). La carga permanente aplicada sobre los nudos resulta en: $67.34 \text{ kg/m} \cdot 7 = 471.38 \text{ kg} = 0.471 \text{ t}$.

El resultado del cálculo de la estructura bajo esta hipótesis da lugar a los valores en la base del pilar de esfuerzo axial, esfuerzo cortante y momento flector que se muestran en las figuras 10, 11 y 12; expresados en toneladas.

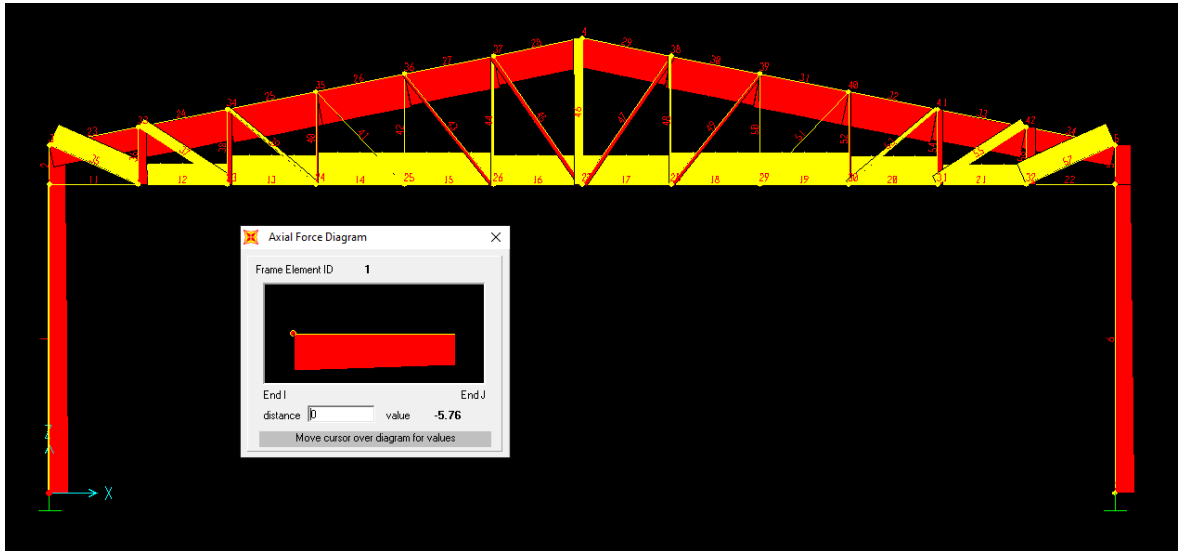


Figura 10. Diagrama de esfuerzos axiales bajo nueva hipótesis de carga.

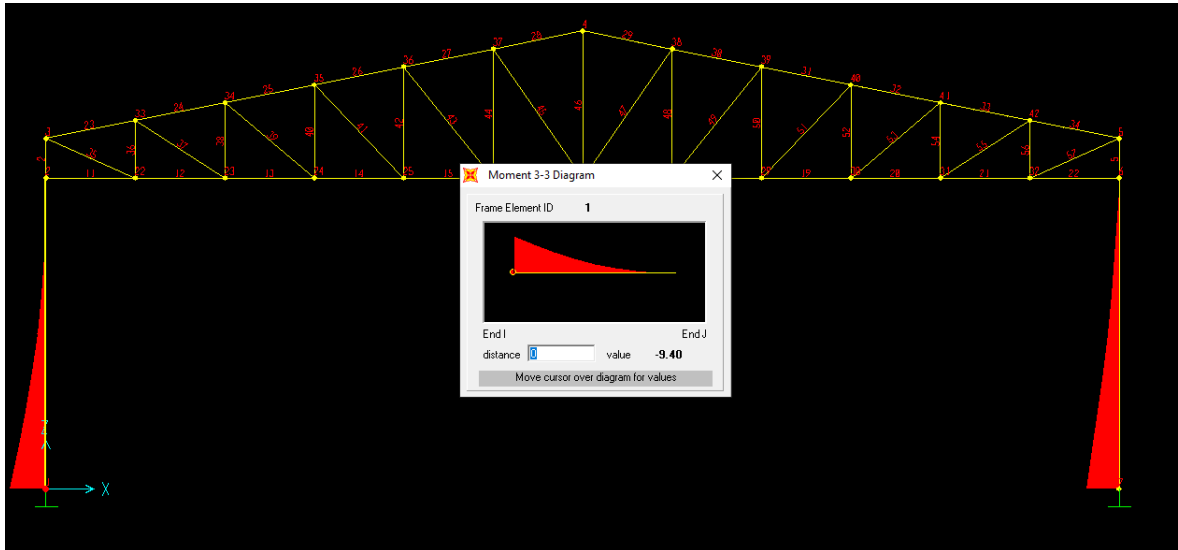


Figura 11. Diagrama de momentos flectores bajo nueva hipótesis de carga.

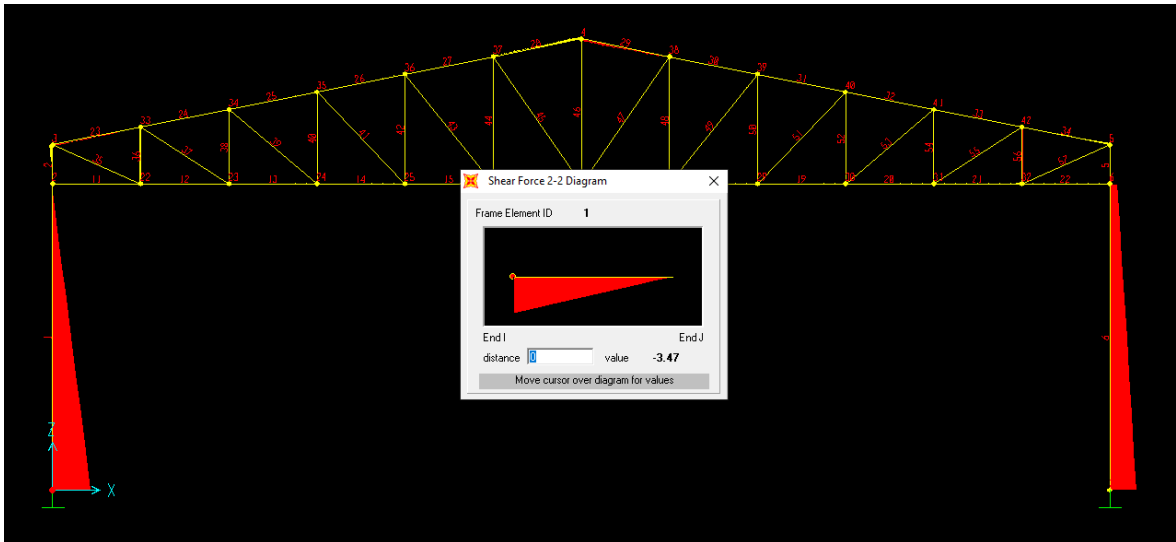
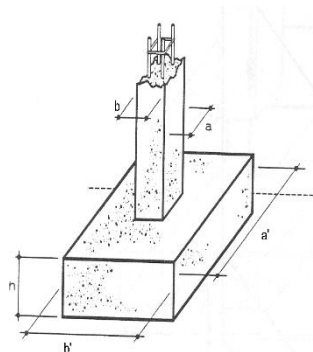


Figura 12. Diagrama de esfuerzos cortantes bajo nueva hipótesis de carga.

Tras dimensionar las zapatas en base a dichos valores, se obtienen las dimensiones mostradas en la tabla 2.

Tabla 2. Predimensionado de la zapata.

CANTO DE LA ZAPATA :	$h(m)=$	0.8
LARGO DE LA ZAPATA:	$a'(m)=$	2.4
ANCHO DE LA ZAPATA:	$b'(m)=$	2.0



Finalmente, se comprueba si las tensiones máximas movilizadas en el terreno de cimentación quedan por debajo de la admisible bajo la hipótesis de carga inicial (incluyendo la carga de nieve). Se cumple que σ_{\max} (137.92 kN/m^2) $<$ σ_{adm} (300 kN/m^2), por lo que las dimensiones seleccionadas son válidas para esta estructura.

8. Placa base de pilares

8.1. Datos de partida referentes a estructura

- Tipo de soporte: HEB - 220
- Axil de compresión en la base del soporte: $N^* = 27.52 \text{ t}$
- Momento flector en la base del soporte: $M_Z^* = 8.42 \text{ m} \times \text{t}$

8.2. Datos de partida referentes a la placa y al cimiento

- Anchura de la placa: $B = 65 \text{ cm}$
- Espesor de la placa: $t = 2 \text{ cm}$
- Acero de la placa: S275JR.
- Acero de en los pernos: $\sigma_e = 3.000 \text{ kg/cm}^2$.
- Diámetro de los pernos: $\phi = 20 \text{ mm}$.
- Esfuerzo de agotamiento de un perno: $8,25 \text{ t}$
- Número de pernos a tracción: 3
- Hormigón del cimiento: HA-25; $f_{ck} = 25 \text{ Mpa}$. Control Normal.
- Coeficiente de minoración de la resistencia del hormigón:
- Longitud de la placa: $D = 65 \text{ cm}$

$$\gamma_c = 1.48$$

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{250 \text{ Kg/cm}^2}{1.48} = 168.92 \text{ Kg/cm}^2$$

La excentricidad equivalente e, tiene por valor:

$$e = \frac{M_Z^*}{N^*} = \frac{8.42 \text{ m} \times \text{T}}{27.52 \text{ T}} = 0.31 \text{ m}$$

Cumpléndose que:

$$e = 31 \text{ cm} > \left(\frac{D}{2} - \frac{d}{3}\right) = \left(\frac{65 \text{ cm}}{2} - \frac{60 \text{ cm}}{3}\right) = 12.5 \text{ cm}$$

Siendo: d = Distancia desde el extremo de la placa hasta los pernos más alejados. En este caso $d = 65$ cm, ya que los pernos están colocados a 5 cm del borde de la placa.

Con este planteamiento las incógnitas que tiene el problema son:

- . σ_c : Presión sobre el hormigón.
- . T : Tracción sobre los pernos.
- . y : Profundidad de la fibra neutra.

Se obtienen 3 ecuaciones del siguiente modo:

1.- Basándose en la hipótesis de deformación plana del hormigón se obtiene la siguiente ecuación de tercer grado en y :

$$y^3 + K_1 \cdot y^2 + K_2 \cdot y + K_3 = 0$$

Donde:

$$K_1 = 3 \cdot \left(e - \frac{D}{2} \right) = 3 \cdot \left(31 \text{ cm} - \frac{65 \text{ cm}}{2} \right) = -4.5$$

$$K_2 = \frac{6 \cdot n \cdot A_A}{B} \cdot (f + e) = \frac{6 \cdot 10.5 \cdot 9.42 \text{ cm}^2}{65 \text{ cm}} \cdot (30 \text{ cm} + 31 \text{ cm}) = 0.557$$

$$n = \frac{E_A}{E_H} = \frac{21000000}{2000000} = 10.5$$

Siendo: E_A : Módulo de elasticidad del acero.

E_H : Módulo de elasticidad del hormigón.

A_A : Área de los pernos de tracción. $A_A = 9.42 \text{ cm}^2$

(3 pernos a tracción de $\phi = 20$ mm)

$$K_3 = -K_2 \cdot \left(\frac{D}{2} + f\right) = -0.557 \cdot (32.5 + 30) = -34.813$$

Con ello la ecuación queda de la siguiente manera:

$$y^3 - 4.5y^2 + 0.557y - 34.813 = 0$$

Cuya solución es: $y = 5.34$ cm.

2.- Por equilibrio de momentos respecto al eje del pilar:

$$\sum M = 0$$

$$(T \cdot F) + (N + T) \times \left(\frac{D}{2} + \frac{y}{3}\right) = N \times e$$

de donde:

$$T = -N \cdot \frac{\frac{D}{2} - \frac{y}{3} - e}{\frac{D}{2} - \frac{y}{3} + f} = -27.52 \text{ T} \cdot \frac{32.5 \text{ cm} - \frac{5.34}{3} - 31 \text{ cm}}{32.5 \text{ cm} - \frac{5.34}{3} + 30 \text{ cm}} = 0.127 \text{ T}$$

La sollicitación última que agota a los pernos es:

$$S_u = 8.25 \text{ T/perno} \times 3 \text{ pernos} = 24.75 \text{ T}$$

$$S_u > T \quad \text{CUMPLE}$$

Por lo tanto se dispondrán 3 pernos a tracción formados cada uno por 1 ϕ 20 mm de acero A5.6, con la correspondiente longitud de anclaje y atornillados a la placa.

3.- Por equilibrio de fuerzas en la vertical:

$$\sum V = 0$$

$$\left(\frac{1}{2} \cdot y \cdot \sigma_c \cdot B\right) - T - N = 0$$

Siendo la expresión de σ_c :

$$\sigma_c = \frac{2 \cdot (N + T)}{y \cdot B}$$

En la que al particularizar los valores se obtiene:

$$\sigma_c = \frac{2 \cdot (27.52 \text{ T} + 0.127 \text{ T})}{5.34 \text{ cm} \cdot 65 \text{ cm}} = 0.119 \text{ T/cm}^2 = 119 \text{ Kg/cm}^2$$

119 kg/cm² < 133.3 kg/cm² . CUMPLE

8.3. Dimensionado de la placa-base

Se parte de una placa base de 65 cm x 65 cm, y espesor de 20 mm, y se prevén dos cartelas de rigidización paralelas al alma del soporte, de 15 cm de altura y un espesor de 1 cm. Son las que se oponen al momento que se produce en el empotramiento. Perpendicularmente a cada una de estas dos cartelas, se disponen otras tres cartelas equidistantes para aumentar la rigidez de la unión. Todos los elementos descritos serán de acero A42b.

Para determinar el espesor de la placa base y de las cartelas de rigidización, se parte del espesor mencionado, de predimensionado, (2 cm); y se calculan los valores estáticos de la sección transversal, constituida por las dos cartelas y la placa base, para

comprobar que esta sección cumple la comprobación de resistencia, frente al momento flector solicitante.

En primer lugar se determina el centro de gravedad de la sección, lugar por el que pasará el eje Z local de la misma:

$$y_{cdg} = \frac{(A_{CARTELA 1} \cdot d_1) + (A_{CARTELA 2} \cdot d_2) + (A_{PLACA-BASE} \cdot d)}{A_{CARTELA 1} + A_{CARTELA 2} + A_{PLACA-BASE}}$$

$$y_{cdg} = \frac{(15 \cdot 8.5) + (15 \cdot 8.5) + (65 \cdot 1)}{(15 + 15 + 65)} = 3.37 \text{ cm}$$

Esto indica que el centro de gravedad de la sección se encuentra situado a 32.5 cm del extremo de la placa (por ser la sección simétrica respecto al eje Y), y a 3.37 cm de la cara inferior de la placa.

Seguidamente se calcula el momento de inercia de la sección respecto al centro de gravedad. Para ello se calculan los momentos de inercia respecto al centro de gravedad de cada uno de los tres elementos que componen la sección transversal:

$$I_{CART 1-Z} = \frac{b \cdot h^3}{12} + A \cdot d_1^2 = \frac{1 \text{ cm} \cdot (15 \text{ cm}^2)^3}{12} + 15 \text{ cm}^2 \cdot (5 \text{ cm}^2)^2 = 656 \text{ cm}^4$$

$$I_{CART 2-Z} = \frac{b \cdot h^3}{12} + A \cdot d_1^2 = \frac{1 \text{ cm} \cdot (15 \text{ cm}^2)^3}{12} + 15 \text{ cm}^2 \cdot (5 \text{ cm}^2)^2 = 656 \text{ cm}^4$$

$$I_{PLACA-Z} = \frac{b \cdot h^3}{12} + A \cdot d_1^2 = \frac{65 \text{ cm} \cdot (2 \text{ cm}^2)^3}{12} + 65 \text{ cm}^2 \cdot (3 \text{ cm}^2)^2 = 628.33 \text{ cm}^4$$

Por lo tanto, el momento de inercia de la sección respecto al centro de gravedad resulta:

$$I_z = 1940.33 \text{ cm}^4$$

El momento resistente en de Z de la sección respecto a la fibra superior, será el menor y, por lo tanto, determinará la tensión de trabajo máxima en la sección.

$$W_{ZS} = \frac{I_z}{h_s} = \frac{1940.33 \text{ cm}^4}{16.25 \text{ cm}} = 119.40 \text{ cm}^3$$

Por último, se realiza la comprobación de resistencia de la sección transversal con un momento flector actuante de 0.8 T x m:

$$\sigma_x = \frac{M_z}{W_z} = \frac{80000 \text{ kg} \cdot \text{cm}}{119.40 \text{ cm}^3} = 670.02 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} < 2600 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \text{ CUMPLE}$$

Definitivamente, la placa base adoptada será de 65 x 65 x 2 cm, con cartelas paralelas al alma del pilar de sección 15 x 1 cm.

9. Bibliografía

CM Curbimetal. Perfil Correa Tipo "C" Gama CM.

Condesa Grupo (2022). Tubo Estructural.

Empresa Nacional Siderúrgica S.A. (1969). Prontuario ensidesa Tomo I: Manual para cálculo de estructuras metálicas.

CÁLCULO DE LAS CORREAS DE CUBIERTA DE LA NAVE

2. 1. DETERMINACIÓN DE ÁCCIONES CARACTERÍSTICAS.

Las acciones sobre las correas se determinan atendiendo al CTE DB SE-AE.

2.1.1.ACCIONES PERMANENTES

A. Peso propio

M1 T2 2.1 4a-PRONTUARIO CORREAS C GALVANIZADAS

	kg/m	kN/m
. Correas de acero conformadas en frío C350-80-4 :	16.27	0.163

B. Carga permanente.

. Cubierta de panel sandwich e=40mm

	kg/m ²	kN/m ²	Intereje correas(m)	kg/m	kN/m
7.1 METALPANEL p2	9.8181818	0.09818182	1.51	14.83	0.1483

Falso techo de panel frigorífico e=100 mm

	kg/m ²	kN/m ²	Intereje correas(m)	kg/m	kN/m
M1 T3 8.1 ISOTERM p2	12.44	0.1244	1.51	18.78	0.1878

TOTAL ACCIONES PERMANENTES:

	kg/m	kN/m
	49.88	0.50

2.1.2. ACCIONES VARIABLES

A. Sobrecarga de uso.

Según CTE AE, punto 3, tabla 3.1, pag 5.

Categoría de uso: **G** Subcategoría: **G1** Cubiertas ligeras sobre correas

.Sobrecarga de uso por unidad de superficie en proyección horizontal, q:

.Superficial uniforme:	0.4	kN/m ²	Uso G1	Más desfavorable
.Puntual no simultánea: (párrafo 2)	1	kN	Uso G1	

. Ambas no concomitantes con resto de acciones variables, que son superiores.

Se desprecian frente a ellas. (Nota 7, Tabla 3.1)

B. Sobrecarga de Nieve.

Según CTE DB SE-AE. Punto 3.5 pag 10.

.Sobrecarga de nieve por unidad de superficie en proyección horizontal, qn:

- . Coeficiente de forma de la cubierta (CTE AE 3.5.3 pg11): $n = 1$
- . Zona climática de invierno en el emplazamiento: 2 CTE AE Pag 42
- . Altitud topográfica s.n.m.: 1304 m CTE AE TABLA E2 p42 M1 T3 EXCEL INTERPOLACIÓN
- . Valor característico de la carga de nieve (t.h.): $Sk = 2.312$ kN/m2
- . Sobrecarga de nieve:

$qn = n \times Sk = 2.31$ kN/m2

- . Acción lineal de nieve sobre la correa:

kg/m2	kN/m2	Intereje correas(m)	kg/m	kN/m
<u>231.2</u>	<u>2.31</u>	<u>1.51</u>	<u>349</u>	<u>3.49</u>

C. Acción de viento.

PRESIÓN DINÁMICA DEL VIENTO. CTE AE ANEXO D Figura D1 pag22.

- . Zona climática por velocidad de viento: C FIG D.1
- . Presión dinámica del viento en esa zona: $qb = 0.52$ kN/m2

COEFICIENTE DE EXPOSICIÓN Ce. CTE AE Tabla 3.4. . pag 8.

- . Grado de aspereza del entorno: II
- . Altura del punto considerado: 5.5 (5.5 + 0.7)
- . Coeficiente de exposición : $Ce = 2.43$ M1 T3 EXCEL INTERPOLACIÓN

COEFICIENTES EÓLICOS. CUBIERTA A DOS AGUAS. Tabla D6 ANEXO D CTE AE pag30.

- . Longitud de la cubierta: $b(m) = 42$
- . Ancho de la cubierta: $d(m) = 19$
- . Altura de la cumbrera: $h(m) = 8.1$
- . $e = \min(b, 2h) = 16.2$ $e/10 = 1.62$ m ANCHOS de F G J

. Coeficientes eólicos: TABLA D6 VIENTO -45 + 45 CTE AE Pag 30

- . Pendiente de cubierta: 20% Ángulo Pte: 0.1974 rad 11.31°

. Faldón a barlovento: ZONAS F G H

INTERPOLACIÓN	
Grados	Coef. Eólico
5	0
15	0.2
11.31	0.126

- . Coeficiente eólico medio de succión: -0.51

	ZONA F	ZONA G	ZONA H	Sup faldón
Cp=	-1.195	-0.948	-0.411	
Sup=	13.12	54.92	330.96	399.00

INTERPOLACIÓN	
Grados	Coef. Eólico
15	0.2
30	0.4
11.31	0.15

- . Coeficiente eólico medio de presión: 0.13

	ZONA F	ZONA G	ZONA H	Sup faldón
Cp=	0.126	0.126	0.126	
Sup=	13.12	54.92	330.96	399.00

. Faldón a sotavento: ZONAS I J 1.62 ANCHO de J

INTERPOLACIÓN	
---------------	--

Grados	Coef. Eólico
5	0.2
15	0
11.31	0.07

INTERPOLACIÓN

Grados	Coef. Eólico
15	-1
30	-0.5
11.31	-1.12

.Coeficiente eólico medio de succión:

	ZONA I	ZONA J
Cp=	-0.47	-0.85
Sup=	330.96	68.04

-0.53

Sup faldón

399.00

.Coeficiente eólico medio de presión:

	ZONA I	ZONA J
Cp=	0	0.07
Sup=	330.96	68.04

0.01

. Acción superficial de viento en forma de presión estática:

.Faldón a barlovento:

.Succión:

$$q_e = q_b \times C_e \times C_p = -0.65 \text{ kN/m}^2$$

.Presión:

$$q_e = q_b \times C_e \times C_p = 0.16 \text{ kN/m}^2$$

.Faldón a sotavento:

.Succión:

$$q_e = q_b \times C_e \times C_p = -0.68 \text{ kN/m}^2$$

.Presión:

$$q_e = q_b \times C_e \times C_p = 0.02 \text{ kN/m}^2$$

. Acción lineal característica de viento sobre la correa:

.Faldón a barlovento:

.Succión:

kg/m ²	kN/m ²	Intereje correas(m)	kg/m	kN/m
-65	-0.65	1.51	-97.44	-0.97

.Presión:

kg/m ²	kN/m ²	Intereje correas(m)	kg/m	kN/m
16	0.16	1.51	24.04	0.24

.Faldón a sotavento:

.Succión:

kg/m ²	kN/m ²	Intereje correas(m)	kg/m	kN/m
-68	-0.68	1.51	-102.04	-1.02

.Presión:

kg/m ²	kN/m ²	Intereje correas(m)	kg/m	kN/m
2	0.02	1.51	2.28	0.02

2.2. HIPÓTESIS DE CARGA .

VERIFICACIÓN DE RESISTENCIA

1º HIP. .Faldón a barlovento. Nieve con viento a presión:

ACCIÓN CARACTERÍSTICA	COEFICIENTE PONDERACIÓN	COEFICIENTE SIMULTAN	ACCIÓN PONDERADA
PERMANENTE	49.88	1.35	67.34 kg/m
CARGA DE NIEVE	349.11	1.5	523.67 kg/m
ACCIÓN DE VIENTO	24.04	1.5	36.06 kg/m
TOTAL:	423.03		627.07 kg/m

CTE DB SE pag 13

PARCIAL VERTICAL:

La más desfavorable.

Coefficiente medio de ponderación de cargas: **1.48**

2º HIP. .Faldón a barlovento. Viento a succión sin nieve:

ACCIÓN CARACTERÍSTICA	COEFICIENTE PONDERACIÓN	COEFICIENTE SIMULTAN	ACCIÓN PONDERADA
PERMANENTE	50	0.8	39.90
CARGA DE NIEVE	0	1.5	0.00
ACCIÓN DE VIENTO	-97.44	1.5	-146.16
TOTAL:			-106 kg/m

CTE DB SE pag 13

3º HIP. .Faldón a sotavento. Nieve con viento a presión:

ACCIÓN CARACTERÍSTICA	COEFICIENTE PONDERACIÓN	COEFICIENTE SIMULTAN	ACCIÓN PONDERADA
PERMANENTE	49.88	1.35	67.34 kg/m
CARGA DE NIEVE	349.11	1.5	523.67 kg/m
ACCIÓN DE VIENTO	2.28	1.5	3.42 kg/m
TOTAL:			594 kg/m

CTE DB SE pag 13

PARCIAL VERTICAL:

4º HIP. .Faldón a sotavento. Viento a succión.

ACCIÓN CARACTERÍSTICA	COEFICIENTE PONDERACIÓN	COEFICIENTE SIMULTAN	ACCIÓN PONDERADA
-----------------------	-------------------------	----------------------	------------------

	CTE DB SE pag 13			
PERMANENTE	49.88	0.8	1	39.90 kg/m
CARGA DE NIEVE	0	1.5	0.6	0.00 kg/m
ACCIÓN DE VIENTO	-102.04	1.5	1	-153.06 kg/m
TOTAL:				-113 kg/m

2.3. CÁLCULO DE ESFUERZOS .

.Modelos para el cálculo:

Plano local XY: Viga isostática, biapoyada, sometida a carga lineal uniforme.

Plano local XZ: Viga continua de 2 vanos iguales sometida a carga lineal uniforme.

. Intereje de pórticos, luz de cálculo de la correa: $l(m)=$	7
. Carga vertical de cálculo:	591.01 kg/m
	5.91 kN/m
. Componente de la carga vertical en el eje Y local de la correa:	579.53 kg/m
. Componente de la carga vertical en el eje Z local de la correa :	115.91 kg/m
. Carga de viento, con dirección exclusiva en el eje Y de local de correa:	36.06 kg/m
. Carga de cálculo de la correa en la dirección de su eje local Y:	615.59 kg/m
.Número de tirantillas por tramo entre dos pórticos:	2
. Vano de correa en el plano del faldon limitado por tirantillas:	2.33 m

CÁLCULO DE LA CORREA A FLEXIÓN ESVIADA:

.Momento flector máximo en centro de vano M_z :	3,770 mxkg	37.70 mxkN
.Momento flector máximo en centro de vano M_y :	16 mxkg	0.16 mxkN

2.4. COMPROBACIÓN DE RESISTENCIA .

.Correa seleccionada: **C350-80-4** $W_z(cm^3)=194.45$ $W_y(cm^3)=21.02$

Acero: **S235JR** $f_y=2,350$ kg/cm² $f_{yd}=2,238$ kg/cm²

Tensión normal máxima a flexión esviada en la sección pésima de la correa:

$$\sigma_x = \frac{M_z}{W_z} + \frac{M_y}{W_y} = 2,014 \text{ kg/cm}^2 < 2,238 \text{ kg/cm}^2$$

CUMPLE

Coefficiente de aprovechamiento del material: $CAM = \frac{(\sigma_x)_{max}}{f_{yd}} = 89.99\%$

2.5. COMPROBACIÓN DE DEFORMACIÓN .

. Flecha admisible según CTE DB SE. Pag 14.

M1 T4 CTE DB SE p14

$$f_{adm} = L/300 = \boxed{2.33} \text{ cm}$$

.Modelo para el cálculo: Viga isostática sometida a carga lineal uniforme,

Carga lineal característica sobre la correa(kg/cm)		$\boxed{3.910}$	kg/cm
Luz de calculo de la correa (cm)		$\underline{\underline{700}}$	cm
Inercia(cm ⁴)	$\boxed{3402.8}$		
FLECHA(cm):	$\boxed{1.71}$	<	$\underline{\underline{2.33}}$ Cumple

CARGA TRANSMITIDA A LOS NUDOS DE LA CERCHA.

(Sólo para estructuras de cercha metálica sobre pilares).

Carga vertical lineal uniforme de cálculo de la correa: $q = \underline{\underline{591}}$ kg/m

Longitud de la correa, intereje cerchas: $L = \underline{\underline{7}}$ m

Reacción vertical en apoyo extremo de correa: $R_y = \frac{q \cdot l}{2} = \boxed{2,069}$ kg

Carga vertical transmitida a cada nudo de la cercha: $Q_y = 2 \times R_y = \boxed{4,137}$ kg

Número de nudos totales en el cordón superior de la cercha: $N = \boxed{13}$

Carga vertical total ponderada aplicada sobre la cercha: $Q_{yt} = (N-1) \times Q_y = \boxed{49.64}$ t

Longitud de la cercha: $L = \boxed{19}$ m

Carga lineal uniforme equivalente sobre la cercha:

$$q_y = \frac{Q_{yt}}{L} = \boxed{2.613} \text{ t/m} \quad \boxed{2613} \text{ kg/m} \quad \boxed{26.13} \text{ kN/m}$$

Coincidirá aproximadamente con la carga de cálculo de cercha o pórtico obtenida en A2.

Anotada en Línea 361 de A2. Se coprobará que la coincidencia se produzca con buena aproximación.

3. ESTRUCTURA TIPO PARA NAVE CON CUBIERTA A DOS AGUAS .

3.1. DETERMINACIÓN DE ACCIONES CARACTERÍSTICAS.

Las acciones sobre la estructura tipo se determinan atendiendo al CTE DB SE-AE.

3.1.1. ACCIONES PERMANENTES

A. Peso propio

. Pórtico tipo de acero a dos aguas: P.P. ADOPTADO POR EL PROGRAMA kg/m kN/m
16.27 0.1627

B. Carga permanente.

. Correas C 350-80-4

kg/m	kN/m	Intereje correas(m)	kg/m ²	Intereje estruc(m)	kg/m	kN/m
16.27	0.1627	1.51	10.77	7	75.42	0.75

.Cubierta panel e=40 mm

kg/m ²	kN/m ²	Intereje estruc(m)	kg/m	kN/m
9.81	0.0981	7	68.67	0.69

7.1 METALPANEL p2

. Falso techo de panel frigorífico e=100 mm

kg/m ²	kN/m ²	Intereje estruc(m)	kg/m	kN/m
12.44	0.1244	7	87.08	0.87
TOTAL ACCIONES PERMANENTES:			247.44	2.47

3.1.2. ACCIONES VARIABLES

A. Sobrecarga de uso.

Según CTE AE, punto 3, tabla 3.1, pag 5.

.Sobrecarga de uso por unidad de superficie en proyección horizontal, q:

.Superficial uniforme:	0.4	kN/m ²	Uso G1	Más desfavorable
.Puntual no simultanea:(párrafo 2)	1	kN	Uso G1	

. No concomitantes con resto de acciones variables, que son superiores.
 Se desprecian frente a ellas.(Nota 7, Tabla 3.1).

B. Sobrecarga de Nieve. (Según CTE AE, punto 3.5, pag 10.)

.Sobrecarga de nieve por unidad de superficie en proyección horizontal, qn:

idearagon.aragon.es

- . Coeficiente de forma de la cubierta (CTE AE 3.5.3 pg11): $n = 1$
- . Zona climática de invierno en el emplazamiento: 2 CTE AE Pag 42
- . Altitud topográfica s.n.m.: 1304 m CTE AE TABLA E2 p42 M1 T3 EXCEL INTERPOLACIÓN
- . Valor característico de la carga de nieve(th): $Sk = 2.312$ kN/m²
- . Sobrecarga de nieve: $qn = n \times Sk = 2.31$ kN/m²

. Acción lineal característica de nieve sobre jácenas de pórtico-cordones:

kg/m ²	kN/m ²	Intereje estructuras(m)	kg/m	kN/m
<u>231.2</u>	<u>2.312</u>	<u>7</u>	<u>1618.40</u>	<u>16.18</u>

C. Acción de viento.

PRESIÓN DINÁMICA DEL VIENTO. Figura D1 ANEXO D CTE AE pag22.

- . Zona climática por velocidad de viento: C FIG D.1
- . Presión dinámica del viento en esa zona: $qb = 0.52$ kN/m²

COEFICIENTE DE EXPOSICIÓN Ce. Tabla 3.4. . CTE AE pag 8.

- . Grado de aspereza del entorno: II
- . Altura del punto considerado: 5.5 (5.5 + 0.7)
- . Coeficiente de exposición : $Ce = 2.43$ M1 T3 EXCEL INTERPOLACIÓN

COEFICIENTES EÓLICOS. CUBIERTA DE NAVE A DOS AGUAS. Tabla D6 ANEXO D CTE AE pag30.

- . Longitud de la cubierta: $b = 42$ m
- . Ancho de la cubierta: $d = 19$ m
- . Altura de la cumbre: $h = 8.1$ m
- . Altura de fachada longitudinal: 6.2 m
- . $e = \min(b, 2h) = 16.2$ m
- . $e/10 = 1.62$ m ANCHOS de F y G

.Coeficientes eólicos en fachadas longitudinales: D E

TABLA D3 pag 24

Esbeltez geométrica del edificio en el plano paralelo a la dirección del viento, (h/d):

. Cociente h/d= 0.43

.Fachada a barlovento (D):

INTERPOLACIÓN	
h/d	Coef. Eólico
1	0.8
0.25	0.7
<u>0.43</u>	<u>0.72</u>

.Coeficiente eólico de presión: 0.72

ZONA D
Cp= 0.72
Sup= 260.40

.Fachada a sotavento (E):

INTERPOLACIÓN	
h/d	Coef. Eólico
1	-0.5
0.25	-0.3
<u>0.43</u>	<u>-0.35</u>

.Coeficiente eólico de succión: -0.35

ZONA E
Cp= -0.35
Sup= 260.40

.Coeficientes eólicos en fachadas hastiales: A B C

TABLA D3

Para el cálculo de la estructura de los entramados frontales.

.Coeficiente eólico medio de succión: -0.79			
	ZONA A	ZONA B	ZONA C
Cp=	-1.2	-0.8	-0.5
Sup=	13.12	118.10	22.68
			153.90

. Acción superficial de viento en forma de presión estática sobre fachadas:

.Fachada a barlovento (D):

.Presión:

qe= qb x Ce x Cp= 0.91 kN/m2 91.42 kg/m2

.Fachadas a sotavento (E):

.Succión:

qe= qb x Ce x Cp= -0.44 kN/m2 -43.85 kg/m2

.Fachadas hastiales (A+B+C):

.Succión:

qe= qb x Ce x Cp= -1.00 kN/m2 -99.81 kg/m2

En hastiales también se considera presión en situación de viento frontal: 0.91 kN/m2

. Acción lineal característica de viento sobre pilares:

.Pilares a barlovento (D):

.Presión:		cercha		
kg/m ²	kN/m ²	pórtico(m)	kg/m	kN/m
<u>91.42</u>	<u>0.91</u>	<u>7</u>	639.96	6.40

.Pilares a sotavento(E):

.Succión:		cerchas		
kg/m ²	kN/m ²	pórtico(m)	kg/m	kN/m
<u>-43.85</u>	<u>-0.44</u>	<u>7</u>	-306.94	-3.07

.Pilares en fachadas hastiales (A B C):

.Succión:		Intereje		
kg/m ²	kN/m ²	Pilares (m)	kg/m	kN/m
<u>-99.81</u>	<u>-1.00</u>	<u>7</u>	-698.68	-6.99

.Presión:		Intereje		
kg/m ²	kN/m ²	Pilares (m)	kg/m	kN/m
<u>91.42</u>	<u>0.91</u>	<u>7</u>	639.96	6.40

.Coeficientes eólicos en faldones de cubierta:

CTE AE ANEXO D TABLA D6 PAG 30.

.Pendiente de cubierta: **20%** Ángulo Pte: **0.1974** rad **11.31** °

.Faldón a barlovento: ZONAS F G H

INTERPOLACIÓN

Grados	Coef. Eólico
5	0
15	0.2
11.31	0.13

.Coeficiente eólico medio de succión:		-0.51
	ZONA F ZONA G ZONA H	
Cp=	-1.195 -0.948 -0.411	
Sup=	13.12 54.92 330.96	399.00

INTERPOLACIÓN

Grados	Coef. Eólico
15	-0.3
30	-0.2
11.31	-0.32

.Coeficiente eólico medio de presión:		0.13
	ZONA F ZONA G ZONA H	
Cp=	0.126 0.126 0.126	Sup faldón
Sup=	13.12 54.92 330.96	399.00

.Faldón a sotavento: ZONAS I J

INTERPOLACIÓN

Grados	Coef. Eólico
5	0.2
15	-1
11.31	-0.56

.Coeficiente eólico medio de succión:		-0.53
	ZONA I ZONA J	
Cp=	-0.47 -0.85	
Sup=	330.96 68.04	

INTERPOLACIÓN	
Grados	Coef. Eólico
15	-1
30	-0.5
11.31	-1.12

.Coeficiente eólico medio de presión:

0.01

	ZONA I	ZONA J
Cp=	0	0.07
Sup=	330.96	68.04

. Acción superficial de viento en forma de presión estática sobre faldones:

.Faldón a barlovento:

.Succión:

$$q_e = q_b \times C_e \times C_p = \text{-0.65} \text{ kN/m}^2$$

.Presión:

$$q_e = q_b \times C_e \times C_p = \text{0.16} \text{ kN/m}^2$$

.Faldón a sotavento:

.Succión:

$$q_e = q_b \times C_e \times C_p = \text{-0.68} \text{ kN/m}^2$$

.Presión:

$$q_e = q_b \times C_e \times C_p = \text{0.02} \text{ kN/m}^2$$

. Acción lineal característica de viento sobre viga de pórtico-cordones de cercha:

.Faldón a barlovento:

.Succión:

kg/m ²	kN/m ²	Intereje estructura(m)	kg/m	kN/m
-64.53	-0.65	7	-451.72	-4.52

.Presión:

kg/m ²	kN/m ²	Intereje estructura(m)	kg/m	kN/m
15.92	0.16	7	111.45	1.11

.Faldón a sotavento:

.Succión:

kg/m ²	kN/m ²	Intereje estructuras(m)	kg/m	kN/m
-67.58	-0.68	7	-473.04	-4.73

.Presión:

kg/m ²	kN/m ²	Intereje estructuras(m)	kg/m	kN/m
2	0.02	7	10.56	0.11

3.2. HIPÓTESIS DE CARGA . VERIFICACIÓN DE RESISTENCIA

HIPÓTESIS 1. Nieve con viento a presión. Faldón a barlovento.

JÁCENAS DE PÓRTICOS O CORDONES DE CERCHAS

ACCIÓN CARACTERÍSTICA	COEFICIENTE PONDERACIÓN	COEFICIENTE SIMULTAN	ACCIÓN PONDERADA
PERMANENTE	247.44	1.35	334.05 kg/m
CARGA DE NIEVE	1618.40	1.5	2,427.60 kg/m
ACCIÓN DE VIENTO	111.45	1.5	167.17 kg/m
TOTAL:	1977		2,928.82 kg/m
		sin p.p.	sin p.p.

PARCIAL VERTICAL: 2,761.65 kg/m

Coeficiente medio de ponderación de las cargas verticales: 1.48

HIPÓTESIS 1. Nieve con viento a presión. Faldón a sotavento.

JÁCENAS DE PÓRTICOS O CORDONES DE CERCHAS

ACCIÓN CARACTERÍSTICA	COEFICIENTE PONDERACIÓN	COEFICIENTE SIMULTAN	ACCIÓN PONDERADA
PERMANENTE	247	1.35	334.05 kg/m
CARGA DE NIEVE	1618.4	1.5	2,427.60 kg/m
ACCIÓN DE VIENTO	10.56	1.5	15.837563 kg/m
TOTAL:			2,777 kg/m
			sin p.p.

PARCIAL VERTICAL: 2,761.65 kg/m

PILARES DE PÓRTICOS O CERCHAS:

ACCIÓN CARACTERÍSTICA	COEFICIENTE PONDERACIÓN	COEFICIENTE SIMULTAN	ACCIÓN PONDERADA
VIENTO BARLOVENTO	639.96	1.5	959.94 kg/m
VIENTO SOTAVENTO	-306.94	1.5	-460.42 kg/m

PILARES DE ENTRAMADOS HASTIALES:

VIENTO A SUCCIÓN	-698.68	1.5	-1048 kg/m
VIENTO PRESIÓN	639.96	1.5	960 kg/m

HIPÓTESIS 2. Viento a succión sin nieve: .Faldón a barlovento.

JÁCENAS DE PÓRTICOS O CORDONES DE CERCHAS

ACCIÓN CARACTERÍSTICA	COEFICIENTE PONDERACIÓN	COEFICIENTE SIMULTAN	ACCIÓN PONDERADA
PERMANENTE	247	0.8	197.96
CARGA DE NIEVE	0	1.5	0.00
ACCIÓN DE VIENTO	-451.72	1.5	-677.58
TOTAL:			-480 kg/m

HIPÓTESIS 2. Viento a succión sin nieve: .Faldón a sotavento.

JÁCENAS DE PÓRTICOS O CORDONES DE CERCHAS

ACCIÓN CARACTERÍSTICA	COEFICIENTE PONDERACIÓN	COEFICIENTE SIMULTAN	ACCIÓN PONDERADA
PERMANENTE	247	0.8	197.96 kg/m
CARGA DE NIEVE	0	0.8	0.00 kg/m
ACCIÓN DE VIENTO	-473.04	1.5	-709.56 kg/m
TOTAL:			-512 kg/m

PILARES

ACCIÓN CARACTERÍSTICA	COEFICIENTE PONDERACIÓN	COEFICIENTE SIMULTAN	ACCIÓN PONDERADA
VIENTO BARLOVENTO	639.96	1.5	959.94 kg/m
VIENTO SOTAVENTO	-306.94	1.5	-460.42 kg/m

3.3. PREDIMENSIONADO.

MI T1 1.1 TIPOLOGÍAS FIG2 p6

3.3.1. PREDIMENSIONADO DE ESTRUCTURA TIPO CERCHA.

3.3.2 Predimensionado de la cercha.

A. Cordón superior (pares) y cordón inferior (tirante) de la cercha.

Carga vertical total aplicada a la cercha: $\overset{\text{Carga obtenida en el cálculo de correas}}{\boxed{42.33}} \text{ t}$

Longitud de la cercha: $L = \boxed{19} \text{ m}$

Carga lineal uniforme ficticia sobre los pares de la cercha: $\overset{\text{Coincide con valor en A1}}{\boxed{2,228}} \text{ kg/m}$

Estimación del peso propio p.u.l de la cercha: $P_p = \boxed{74} \text{ kg/m}$

Carga lineal uniforme ficticia total en los pares de la cercha: $\boxed{2,301} \text{ kg/m}$

Separación entre nudos del cordón superior de la cercha: $\boxed{1.54} \text{ m}$

Carga vertical que tributa a cada nudo de la cercha con p.p: $\boxed{3,544} \text{ kg}$

Momento máximo centro vano en la viga isostática asimilada a la cercha:

$$M_z = \frac{q \cdot l^2}{8} = \boxed{103,850} \text{ mxkg} \quad M_z = \boxed{1039} \text{ mxkN}$$

Canto máximo de la cercha (en centro de vano) : $H = \boxed{2.6} \text{ m}$
 $H = 10\% \text{ de la luz aprox}$

Axil máximo estimado en cordones para la sección de cumbrera de la cercha:

$$N_c = \frac{M_z}{H} = \boxed{39.94} \text{ t} \quad \underline{\underline{39,942}} \text{ kg} \quad \underline{\underline{399.42}} \text{ kN}$$

Axil máximo en cordones para secciones de centro de semivano de cercha:

$$N_v = \boxed{47.93} \text{ t} \quad \underline{\underline{47,931}} \text{ kg} \quad \underline{\underline{479.31}} \text{ kN}$$

Coefficiente "X" mínimo estimado por padeo: $\chi = \boxed{0.90}$

Área mínima de acero necesaria en la sección transversal del perfil:

$$A_{\min} = \frac{N}{\chi f_{yd}} = \boxed{20.33} \text{ cm}^2$$

Perfiles preseleccionados con holgura para los cordones (pares y tirante) de la cercha:

	24.5 kg/m		CONDESA PAG69		
SUPERIOR	PHR-180x100x6	A(cm ²)=	31.2	>	A _{min} <u>20.33</u>
INFERIOR	PHR-180x100x5	A(cm ²)=	26.4	>	A _{min} <u>18.30</u>
	20.7 kg/m				

Longitud de las barras en el cordón superior de la cercha: 1.54 m

Longitud de pandeo en el plano XZ, débil del cordón: $L_k = \beta \cdot l$

β	l(cm)	l _k (cm)	
0.9	<u>154</u>	<u>138.6</u>	M2 T5 CTE A p40

Esbeltez mecánica de las barras de los cordones en su plano XY:

(Según Pto 3.2.5 NBE EA-95)

(Plano de la cercha, débil para el pandeo)

PERFIL	l _k (cm)	i _y (cm)	λ_z
PHR-180x100x6	<u>138.6</u>	4.10	<u>33.80</u>
PHR-180x100x5	<u>138.6</u>	4.14	<u>33.48</u>

$\lambda_z = \frac{l_k}{i_y} < 150$ PRONTUARIO CONDESA p69

Coefficiente ω de pandeo en el plano XZ: ω_z Pandeo en el plano de la cercha

PERFIL	PHR-180x100x6	PHR-180x100x5	t _{on} (esbeltez)	ω_z :	NBE EA-95
$\omega_z =$	<u>1.05</u>	<u>1.05</u>			
$\chi =$	<u>0.95</u>	<u>0.95</u>	1/ ω_z	χ :	CTE DB SE-A

Tensión normal máxima a compresión pura con esfuerzos de predimensionado:

<u>PHR-180x100x6</u>	$\sigma = \frac{N}{A} w_z =$	A COMPRESIÓN	<u>1,344</u> kg/cm ²	<	f _{yd}	<u>2619</u>
<u>PHR-180x100x5</u>	$\sigma = \frac{N}{A} w_z =$	A COMPRESIÓN	<u>1,587</u> kg/cm ²	<	f _{yd}	<u>2619</u>
<u>PHR-180x100x5</u>	$\sigma = \frac{N}{A} =$	A TRACCIÓN	<u>1,513</u> kg/cm ²	<	f _{yd}	<u>2619</u>

SOLUCIÓN PREDIMENSIONADO DE LOS CORDONES DE LA CERCHA:

CORDÓN SUPERIOR	<u>PHR-180x100x6</u>	p=	24.5 kg/m.
CORDÓN INFERIOR	<u>PHR-180x100x5</u>	p=	20.7 kg/m.

M1 T2 2.1 PRONTUARIO CONDESA p69

B. Diagonales y montantes de la cercha.

Cortante máximo en la viga isostática asimilada a la cercha:

$$V_y = \frac{ql}{2} = \boxed{21,863} \text{ kg} \quad \boxed{218.63} \text{ kN}$$

Axil máximo estimado en diagonales y montantes:

$$N = \quad V_y = \underline{21,863} \text{ kg}$$

Área mínima de acero necesaria en la sección transversal del perfil:

$$A_{\min} = \frac{N}{f_{yd}} = \underline{8.35} \text{ cm}^2$$

Perfiles preseleccionados para diagonales y montantes:

PHR-120x80x4	A(cm2)=	14.9	>	A _{min}
PHR-120x80x3	A(cm2)=	11.4	>	A _{min}

PRONTUARIO CONDESA p64

Longitud máxima de las diagonales de la cercha: 2.43 m

Longitud de pandeo en el plano XZ, débil de la barra: $L_k = \beta \times l$

β	l(cm)	l _k (cm)	
0.75	<u>243</u>	<u>182.25</u>	M2 T5 CTE A p40

Esbeltez mecánica de las barras de los cordones en su plano XZ:

(Según Pto 3.2.5 NBE EA-95)

(Plano de la cercha, débil para el pandeo)

PERFIL	l _k (cm)	i _y (cm)	λ_z	
PHR-120x80x4	<u>182.25</u>	3.24	<u>56.25</u>	$\lambda_z = \frac{l_k}{i_y} < 150$
PHR-120x80x3	<u>182.25</u>	3.29	<u>55.40</u>	

PRONTUARIO CONDESA p64

Coefficiente ω de pandeo en el plano XZ: ω_z . Pandeo en el plano de la cercha

PERFIL	PHR-120x80x4	PHR-120x80x3	f _{on} (esbeltez)	
$\omega_z =$	<u>1.18</u>	<u>1.17</u>	$1/\omega_z$	ω_z : NBE EA-95
$\chi =$	<u>0.85</u>	<u>0.85</u>		χ : CTE DB SE-A

Tensión normal máxima a compresión pura con esfuerzos de predimensionado:

<u>PHR-120x80x4</u>	$\sigma = \frac{N}{A} w_z =$	A COMPRESIÓN	<u>1,731</u>	kg/cm ²	<	f _{yd}	<u>2619</u>
<u>PHR-120x80x3</u>	$\sigma = \frac{N}{A} w_z =$	A COMPRESIÓN	<u>2,248</u>	kg/cm ²	<	f _{yd}	<u>2619</u>
<u>PHR-120x80x3</u>	$\sigma = \frac{N}{A} =$	A TRACCIÓN	<u>1,918</u>	kg/cm ²	<	f _{yd}	<u>2619</u>

SOLUCIÓN DE PREDIMENSIONADO DE DIAGONALES Y MONTANTES DE LA CERCHA:

DIAGONALES Y MONTANTES PHR-120x80x4 p= 11.7 kg/m.

M1 T2 2.1 PRONTUARIO CONDESA p64

3.3.3 Predimensionado de los pilares de la cercha.

Carga de cálculo lineal uniforme de viento contra el pilar: 960 kg/m

Altura de los pilares que soportan las cerchas: 5.5 m

MODELOS 1 y 2 PARA ASIMILAR LA FLEXIÓN DEL PILAR A LA DE UNA VIGA SIMPLE:

1. Momento flector máximo en viga ménsula sometida a carga lineal uniforme:

M1 T1 PROTUARIO ENSIDESA pag 29 y 33. $M_z = \frac{q \cdot l^2}{2}$

2. Momento flector máximo en viga empotrada-articulada sometida a carga lineal uniforme:

M1 T1 PROTUARIO ENSIDESA pag 21 y 26. $M_z = \frac{q \cdot l^2}{8}$

Momento flector de predimensionado para los pilares de la cercha: (MODELO 1)

$$M_z = \frac{q \cdot l^2}{2} = \boxed{14,519} \text{ mxkg} \quad \boxed{145.19} \text{ mxKN}$$

Módulo resistente a flexión mínimo necesario en los perfiles de pilar de cercha:

$$(\sigma_x)_{max} = \frac{M_z}{(W_z)_{min}} = f_{yd} = \boxed{2619} \text{ kg/cm}^2 \quad \boxed{261.9} \text{ N/mm}^2$$
$$(W_z)_{min} = \boxed{554} \text{ cm}^3$$

Perfil HEB que cubre con holgura el módulo resistente a flexión necesario:

Preselección pilares: HEB-200 $W_z = \boxed{570} \text{ cm}^3 > (W_z)_{min}$
P= 61.3 kg/m $A = \boxed{78.1} \text{ cm}^2$

Preselección pilares: HEB-220 $W_z = \boxed{736} \text{ cm}^3 > (W_z)_{min}$
P= 71.5 kg/m $A = \boxed{91} \text{ cm}^2$

Axil de predimensionado para los pilares de la cercha:

Carga vertical total aplicada a la cercha: $Q_v = q \cdot l = \underline{43,727} \text{ kg}$

Axil de predimensionado del pilar: $N = \frac{Q_v}{2} = \boxed{21,863} \text{ kg}$

PANDEO DEL PILAR EN SU PLANO LOCAL DÉBIL XZ. Según NBE EA-95

Corresponde con el plano de la fachada larga de la nave.

Longitud de libre del pilar a efectos de pandeo en el plano XZ: $l(\text{cm}) = \boxed{550}$

Longitud de pandeo en el plano XZ: $L_k = \beta x l$

β	$l(\text{cm})$	$l_k(\text{cm})$	M2 T5 CTE-A T6.1 p37
1	550	550	

Esbeltez mecánica en el plano débil de pandeo XZ: (Según Pto 3.2.5 NBE EA-95)

PERFIL	$l_k(\text{cm})$	$i_y(\text{cm})$	λ_z		
HEB-200	550	5.07	108.48	$\lambda_z = \frac{l_k}{i_y}$	< 150
HEB-220	550	5.59	98.39		
2UPN	550	10.00	55.00		

Coefficiente ω de pandeo en el plano débil de la sección XZ: ω_z

PERFIL	HEB-200	HEB-220	2UPN	$t_{on}(\text{esbeltez})$	ω_z :	NBE EA-95
$\omega_z =$	2.27	1.96	1.17	$1/\omega_z$	χ :	CTE DB SE-A
$\chi =$	0.44	0.51	0.86			

Tensión normal máxima a compresión excéntrica con esfuerzos de predimensionado:

HEB-200	$\sigma = \frac{N}{A} w_z + \frac{M_z}{W_z} =$	3,182	kg/cm ²	NO CUMPLE:	<	f _{yd}	2619
HEB-220	$\sigma = \frac{N}{A} w_z + \frac{M_z}{W_z} =$	2,443	kg/cm ²	SÍ CUMPLE:	<	f _{yd}	2619

SOLUCIÓN PREDIMENSIONADO DE CERCHA SOBRE PILARES METÁLICOS:

PILARES:	HEB-220	
CORDÓN SUPERIOR:	PHR-180x100x6	M1 T2 2.1 PRONTUARIO CONDESA p69
CORDÓN INFERIOR:	PHR-180x100x5	
DIAGONALES y MONTANTES:	PHR-120x80x4	M1 T2 2.1 PRONTUARIO CONDESA p64

4. CÁLCULO DE LA CERCHA SOBRE PILARES TIPO DE LA NAVE: DETERMINACIÓN DE ESFUERZOS Y DEFORMACIONES

Se realiza con el programa de cálculo de estructuras SAP2000

Pag. 10 WORD

COMPROBACIÓN A COMPRESIÓN EXCÉNTRICA

1. COEFICIENTE X DE PANDEO DE LA PIEZA EN SUS DOS PLANOS

SEGÚN CTE DB SE-A Punto 6.3.2.

IDENTIFICACIÓN DE LA BARRA: **PILAR SOTAVENTO DE CERCHA.**

NÚMERO DE LA BARRA EN EL MODELO DE ESTRUCTURA:

6

LONGITUD DE LA BARRA:

L= 5.5 m

PERFIL ADOPTADO EN EL MODELO PARA LA BARRA:

HEB-220

CANTO DEL PERFIL, h= 220 mm

ANCHO DEL PERFIL, b(mm)= 220

TIPO DE ACERO DEL PERFIL:

S275JR

M2 T5 SE-A 4.2. p13

CLASE DEL PERFIL, A COMPRESIÓN, SEGÚN CTE:

CLASE 1

M1 T2 2.1 W3 p11

LÍMITE ELÁSTICO DEL ACERO: $f_y =$ 275 Mpa

2,750 kg/cm²

LÍMITE ÚLTIMO DEL ACERO: $f_u =$ 410 Mpa

4,100 kg/cm²

COEFICIENTE PARCIAL DE SEGURIDAD RELATIVO A LA PLASTIFICACIÓN DEL MATERIAL:

$G_{MO} =$ 1.05

M2 T5 SE-A 2.3.3. p8

COEFICIENTE PARCIAL DE SEGURIDAD RELATIVO A LOS FENÓMENOS DE INESTABILIDAD:

$G_{M1} =$ 1.05

M2 T5 SE-A 2.3.3. p8

RESISTENCIA DE CÁLCULO DEL ACERO:

M2 T5 SE-A 2.3.3 p15

$$f_{yd} = \frac{f_y}{\gamma_{MO}} = 261.90 \text{ MPa} \quad \underline{\underline{2,619}} \text{ kg/cm}^2$$

RESISTENCIA DE CÁLCULO PARA FENÓMENOS DE INESTABILIDAD:

$$f_{yd} = \frac{f_y}{\gamma_{M1}} = 261.90 \text{ MPa} \quad \underline{\underline{2,619}} \text{ kg/cm}^2$$

ÁREA DE LA SECCIÓN BRUTA DEL PERFIL:

91 cm²

PANDEO DE LA PIEZA EN SU PLANO LOCAL X-Y.

Con deformada a compresión contenida en el plano X-Y.(1-2)

M1 T2 2.1 PDF 100 -EJES

LONGITUD LIBRE DE LA PIEZA EN EL PLANO X-Y: $L = 5.5$ m

CONDICIONES DE EXTREMO DE LA BARRA: BIEMPOTRADA DESPLAZABLE

M2 T5 SE-A T6.1 p37

COEFICIENTE "B" DE PANDEO (Tabla 6.1 SE-A):

$B = 1$

LONGITUD DE PANDEO DE LA BARRA EN X-Y:

$L_k = B \cdot L = 5.5$ m 550 cm

MÓDULO DE ELASTICIDAD LONGITUDINAL DEL ACERO S275:

$E = 2,100,000$ kg/cm²

M2 T5 SE-A 4.2 p13

MOMENTO DE INERCIA DE LA SECCIÓN RESPECTO Z:

$I_z = 3,830$ cm⁴

ENSIDESA

COMPRESIÓN CRÍTICA POR PANDEO o CARGA CRÍTICA DE EULER EN X-Y:

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 EI_z}{L_k^2} = 262,417 \text{ kg} \quad 26,242 \text{ kN} \quad 262.42 \text{ t}$$

M2 T5 SE-A T6.3.2.1 p36

ESBELTEZ REDUCIDA DE LA BARRA EN EL PLANO X-Y:

M2 T5 SE-A P6.3.2.1 p36

$$\bar{\lambda}_k = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}} = 0.98 < 2 \text{ CUMPLE CTE SE-A T6.3. pg39}$$

RELACIÓN ENTRE CANTO Y ANCHO DEL PERFIL $h/b =$

1

EJE DE PANDEO CONSIDERADO, SEGÚN TABLA 6.2. SE-A:

CTE SE-A T6.2 p37

Z

CURVA DE PANDEO, SEGÚN SECCIÓN TRANSVERSAL:

C

COEFICIENTE DE IMPERFECCIÓN ELÁSTICA:

$\alpha = 0.49$ CTE SE-A T6.3 p39

COEFICIENTE ϕ

$$\phi = 0,5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda}_k - 0,2) + (\bar{\lambda}_k)^2 \right] = \boxed{1.16706965}$$

M2 T5 SE-A T6.3.2.1 p36

COEFICIENTE DE REDUCCIÓN POR PANDEO EN X-Y:

M2 T5 SE-A T6.3.2.1 p36

$$\chi = \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 - (\bar{\lambda}_k)^2}} = \boxed{0.55}$$

PANDEO DE LA PIEZA EN SU PLANO LOCAL X-Z.

M1 T2 2.1 PDF 100 -EJES

Con deformada por compresión contenida en el plano X-Z.

LONGITUD LIBRE DE LA PIEZA EN EL PLANO X-Z:

$$L = \boxed{5.5} \text{ m}$$

CONDICIONES DE EXTREMO DE LA BARRA: BIEMPOTRADA DESPLAZABLE

M2 T5 SE-A T6.1 p37

COEFICIENTE "B" DE PANDEO (Tabla 6.1 SE-A):

$$B = \boxed{1}$$

LONGITUD DE PANDEO DE LA BARRA EN X-Z:

$$L_k = B \cdot L = \boxed{5.5} \text{ m} \quad \underline{\underline{550}} \text{ cm}$$

MOMENTO DE INERCIA DE LA SECCIÓN RESPECTO Y:

$$I_y = \boxed{2,840} \text{ cm}^4$$

ENSIDESA

COMPRESIÓN CRÍTICA POR PANDEO o CARGA CRÍTICA DE EULER EN X-Z:

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 E I_y}{L_k^2} = \boxed{194,586} \text{ kg} \quad \underline{\underline{19,459}} \text{ kN} \quad \underline{\underline{194.59}} \text{ t}$$

M2 T5 SE-A T6.3.2.1 p36

ESBELTEZ REDUCIDA DE LA BARRA EN EL PLANO X-Z:

M2 T5 SE-A P6.3.2.1 p36

$$\bar{\lambda}_k = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}} = \boxed{1.13} < \boxed{2} \text{ Cumple} \quad \text{CTE SE-A T6.3. pg39}$$

RELACIÓN ENTRE CANTO Y ANCHO DEL PERFIL h/b=

1

CTE SE-A T6.2 p37

EJE DE PANDEO CONSIDERADO, SEGÚN TABLA 6.2. SE-A:

y

CURVA DE PANDEO, SEGÚN SECCIÓN TRANSVERSAL:

b

COEFICIENTE DE IMPERFECCIÓN ELÁSTICA:

$\alpha =$ 0.34

CTE SE-A T6.3 p39

COEFICIENTE ϕ

$$\phi = 0,5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda}_k - 0,2) + (\bar{\lambda}_k)^2 \right] = 1.30181925$$

M2 T5 SE-A T6.3.2.1 p36

COEFICIENTE DE REDUCCIÓN POR PANDEO EN X-Z:

M2 T5 SE-A T6.3.2.1 p36

$$\chi = \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 - (\bar{\lambda}_k)^2}} = 0.52$$

COEFICIENTE DE REDUCCIÓN MÍNIMO POR PANDEO PARA LA BARRA:

$\chi =$ 0.52

COMPARAR CON LÍNEA 649 DE A2----->

0.51

2. COMPROBACIÓN DE PIEZA A COMPRESIÓN EXCÉNTRICA.

Perfil a comprobar: HEB-220

Características estáticas de la sección transversal:

	HEB-220
Area de la sección transversal, A (cm ²)=	91
Módulo resistente a flexión, Wz (cm ³)=	736
Módulo resistente a flexión, Wy (cm ³)=	258

ESFUERZOS DE CÁLCULO

Correspondientes a la sección más solicitada (pésima) de la barra:

Esfuerzo axial, N (kg)=	27,470	Opciones. Ventanas. 2 verticales en SAP.
Momento flector Mz (mxKg)=	9,530	
Momento flector My (mxkg)=	0	

1.COMPROBACIÓN DE RESISTENCIA.

Tensión normal máxima a compresión excéntrica en la sección pésima de la barra:

$$\sigma = \frac{N}{A} + \frac{Mz}{Wz} + \frac{My}{Wy} = \boxed{1597} \text{ kg/cm}^2 < f_{yd} = \underline{\underline{2,619}} \text{ CUMPLE}$$

2.COMPROBACIÓN DE PANDEO.

Tensión normal máxima a compresión excéntrica en la sección pésima de la barra:

$$\sigma = \frac{N}{AX} + \frac{Mz}{Wz} + \frac{My}{Wy} = \boxed{1881} \text{ kg/cm}^2 < f_{yd} = \underline{\underline{2,619}} \text{ CUMPLE}$$

COMPROBACIÓN A COMPRESIÓN EXCÉNTRICA (COMPRESIÓN COMPUESTA).

1. COEFICIENTE X DE PANDEO DE LA PIEZA EN SUS DOS PLANOS

SEGÚN CTE DB SE-A Punto 6.3.2.

IDENTIFICACIÓN DE LA BARRA: CORDON SUPERIOR COMPRIMIDO .

NÚMERO DE LA BARRA EN EL MODELO DE ESTRUCTURA:

25

LONGITUD DE LA BARRA:

L= 1.61 m

PERFIL ADOPTADO EN EL MODELO PARA LA BARRA:

PHR-180-100-6 H

CANTO DEL PERFIL, h= 100 mm

DISPOSICIÓN HORIZONTAL EN LA CERCHA

ANCHO DEL PERFIL, b(mm)= 180

TIPO DE ACERO DEL PERFIL:

S275JR

M2 T5 SE-A 4.2. p13

CLASE DEL PERFIL, A COMPRESIÓN, SEGÚN CTE:

CLASE 1

M1 T2 2.1 W3 p11

LÍMITE ELÁSTICO DEL ACERO:

$f_y = 275$ Mpa

2,750 kg/cm²

LÍMITE ÚLTIMO DEL ACERO:

$f_u = 410$ Mpa

4,100 kg/cm²

COEFICIENTE PARCIAL DE SEGURIDAD RELATIVO A LA PLASTIFICACIÓN DEL MATERIAL:

$G_{MO} = 1.05$

M2 T5 SE-A 2.3.3. p8

COEFICIENTE PARCIAL DE SEGURIDAD RELATIVO A LOS FENÓMENOS DE INESTABILIDAD:

$G_{M1} = 1.05$

M2 T5 SE-A 2.3.3. p8

RESISTENCIA DE CÁLCULO DEL ACERO:

M2 T5 SE-A 2.3.3 p15

$$f_{yd} = \frac{f_y}{\gamma_{MO}} =$$

261.90 MPa

2,619 kg/cm²

RESISTENCIA DE CÁLCULO PARA FENÓMENOS DE INESTABILIDAD:

$$f_{yd} = \frac{f_y}{\gamma_{M1}} =$$

261.90 MPa

2,619 kg/cm²

ÁREA DE LA SECCIÓN BRUTA DEL PERFIL:

31.2 cm²

PANDEO DE LA PIEZA EN SU PLANO LOCAL X-Y. (PLANO CERCHA)

Con deformada a compresión contenida en el plano de la cercha.

M1 T2 2.1 PDF 100 -EJES

LONGITUD LIBRE DE LA PIEZA EN EL PLANO X-Y: $L = 1.61$ m

CONDICIONES DE EXTREMO DE LA BARRA: ESTRUCTURA TRIANGULADA CON P.H.R.

COEFICIENTE "B" DE PANDEO (p6.3.2.4 SE-A pg40): $B = 0.9$ M2 T5 SE-A T6.1 p40

LONGITUD DE PANDEO DE LA BARRA EN X-Y: (PLANO DE LA CERCHA)

$$L_k = B \cdot L = 1.449 \text{ m} \quad \underline{\underline{144.9 \text{ cm}}}$$

MÓDULO DE ELASTICIDAD LONGITUDINAL DEL ACERO S275: $E = 2,100,000$ kg/cm² M2 T5 SE-A 4.2. p13

MOMENTO DE INERCIA DE LA SECCIÓN RESPECTO Z:
EJE DÉBIL EN DISPOSICIÓN HORIZONTAL DEL PERFIL $I_z = 524$ cm⁴ CONDESA P69

COMPRESIÓN CRÍTICA POR PANDEO o CARGA CRÍTICA DE EULER EN X-Y:

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 EI_z}{L_k^2} = 517,266 \text{ kg} \quad 51,727 \text{ kN} \quad 517.27 \text{ t}$$

M2 T5 SE-A T6.3.2.1 p36

ESBELTEZ REDUCIDA DE LA BARRA EN EL PLANO X-Y LOCAL:

M2 T5 SE-A P6.3.2.1 p36

$$\bar{\lambda}_k = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}} = 0.41 < 2 \text{ CUMPLE} \quad \text{CTE SE-A T6.3. pg39}$$

RELACIÓN ENTRE CANTO Y ANCHO DEL PERFIL $h/b = 0.5556$

CTE SE-A T6.2 p37

EJE DE PANDEO CONSIDERADO, SEGÚN TABLA 6.2. SE-A: y

CURVA DE PANDEO, SEGÚN SECCIÓN TRANSVERSAL: c

COEFICIENTE DE IMPERFECCIÓN ELÁSTICA: $\alpha = 0.49$ CTE SE-A T6.3 p39

COEFICIENTE ϕ

$$\phi = 0,5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda}_k - 0,2) + (\bar{\lambda}_k)^2 \right] = \boxed{0.6337183}$$

M2 T5 SE-A T6.3.2.1 p36

COEFICIENTE DE REDUCCIÓN POR PANDEO EN X-Y LOCAL:

M2 T5 SE-A T6.3.2.1 p36

$$\chi = \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 - (\bar{\lambda}_k)^2}} = \boxed{0.89}$$

PANDEO DE LA PIEZA EN SU PLANO LOCAL X-Z.

PLANO DEL FALDÓN

Con deformada por compresión contenida en plano paralelo al faldón.

LONGITUD LIBRE DE LA PIEZA EN EL PLANO X-Z:

$$L = \boxed{1.61} \text{ cm}$$

CONDICIONES DE EXTREMO DE LA BARRA:

ESTRUCTURA TRIANGULADA CON P.H.R.

COEFICIENTE "B" DE PANDEO (Tabla 6.1 SE-A):

$$B = \boxed{0.9}$$

M2 T5 SE-A pg40

LONGITUD DE PANDEO DE LA BARRA EN X-Z:

$$L_k = B \times L = \boxed{1.449} \text{ m}$$

$$\boxed{144.9} \text{ cm}$$

MOMENTO DE INERCIA DE LA SECCIÓN RESPECTO Y:

EJE FUERTE EN DISPOSICIÓN HORIZONTAL DEL PERFIL

$$I_y = \boxed{1,310} \text{ cm}^4$$

CONDESA PG69

COMPRESIÓN CRÍTICA POR PANDEO o CARGA CRÍTICA DE EULER EN X-Z:

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 E I_y}{L_k^2} = \boxed{1,293,164} \text{ kg}$$

$$\underline{\underline{129,316}} \text{ kN}$$

$$\underline{\underline{1293.16}} \text{ t}$$

M2 T5 SE-A T6.3.2.1 p36

ESBELTEZ REDUCIDA DE LA BARRA EN EL PLANO X-Z:

M2 T5 SE-A P6.3.2.1 p36

$$\bar{\lambda}_k = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}} = \boxed{0.26} < \boxed{2} \text{ Cumple}$$

CTE SE-A T6.3. pg39

RELACIÓN ENTRE CANTO Y ANCHO DEL PERFIL h/b=

$$\boxed{0.555556}$$

CTE SE-A T6.2 p37

EJE DE PANDEO CONSIDERADO, SEGÚN TABLA 6.2. SE-A:

\boxed{Z}

CURVA DE PANDEO, SEGÚN SECCIÓN TRANSVERSAL:

C

COEFICIENTE DE IMPERFECCIÓN ELÁSTICA:

$\alpha =$ **0.49** CTE SE-A T6.3 p39

COEFICIENTE ϕ

$$\phi = 0,5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda}_k - 0,2) + (\bar{\lambda}_k)^2 \right] = \mathbf{0.54728224}$$

M2 T5 SE-A T6.3.2.1 p36

COEFICIENTE DE REDUCCIÓN POR PANDEO EN X-Z:

M2 T5 SE-A T6.3.2.1 p36

$$\chi = \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 - (\bar{\lambda}_k)^2}} = \mathbf{0.97}$$

COEFICIENTE DE REDUCCIÓN MÍNIMO POR PANDEO PARA LA BARRA:

$\chi =$ **0.89**

2. COMPROBACIÓN DE PIEZA A COMPRESIÓN EXCÉNTRICA.

Perfil a comprobar: PHR-180-100-6 H DISPOSICIÓN HORIZONTAL EN LA CERCHA

Características estáticas de la sección transversal:

PHR-180-100-6 H

Area de la sección transversal, A (cm²)=

31.2

Módulo resistente a flexión, Wz (cm³)=

105

Módulo resistente a flexión, Wy(cm³)=

146

ESFUERZOS DE CÁLCULO

Correspondientes a la sección más solicitada (pésima) de la barra:

Esfuerzo axial de compresión, N (kg)=

58,150

Opciones. Ventanas. 2 verticales en SAP.

Momento flector Mz(mxKg)=

46

Momento flector My(mxkg)=

0

1.COMPROBACIÓN DE RESISTENCIA.

Tensión normal máxima a compresión excéntrica en la sección pésima de la barra:

$$\sigma = \frac{N}{A} + \frac{Mz}{Wz} + \frac{My}{Wy} = \mathbf{1,908} \text{ kg/cm}^2 < f_{yd} = \mathbf{2,619} \text{ CUMPLE}$$

$$A \quad W_z \quad W_y$$

2.COMPROBACIÓN DE PANDEO.

Tensión normal máxima a compresión excéntrica en la sección pésima de la barra:

$$\sigma = \frac{N}{AX} + \frac{M_z}{W_z} + \frac{M_y}{W_y} = \boxed{2,130} \text{ kg/cm}^2 < f_{yd} = \underline{\underline{2,619}} \text{ CUMPLE}$$

COMPROBACIÓN A TRACCIÓN EXCÉNTRICA (TRACCIÓN COMPUESTA)

IDENTIFICACIÓN DE LA BARRA: CORDÓN INFERIOR TRACCIONADO .
NÚMERO DE LA BARRA EN EL MODELO DE ESTRUCTURA:

14

PERFIL ADOPTADO EN EL MODELO PARA LA BARRA:

PHR-180x100x5H

TIPO DE ACERO DEL PERFIL:

S275JR

M2 T5 SE-A 4.2. p13

LÍMITE ELÁSTICO DEL ACERO:

$f_y = 275$ Mpa

2,750 kg/cm²

COEFICIENTE PARCIAL DE SEGURIDAD RELATIVO A LA
PLASTIFICACIÓN DEL MATERIAL:

$G_{MO} = 1.05$

M2 T5 SE-A 2.3.3. p8

RESISTENCIA DE CÁLCULO DEL ACERO:

M2 T5 SE-A 2.3.3 p15

$$f_{yd} = \frac{f_y}{\gamma_{MO}} =$$

261.90 MPa

2,619 kg/cm²

COMPROBACIÓN DE PIEZA A TRACCIÓN EXCÉNTRICA.

Perfil a comprobar:

PHR-180x100x5

DISPOSICIÓN HORIZONTAL EN LA CERCHA

Características estáticas de la sección transversal:

PHR-180x100x5

Area de la sección transversal, A (cm²)=

26.4

Módulo resistente a flexión, Wz (cm³)=

90.4

Módulo resistente a flexión, Wy(cm³)=

125

ESFUERZOS DE CÁLCULO

Correspondientes a la sección más solicitada (pésima) de la barra:

Esfuerzo axial de tracción, N (kg)=

56,340

Opciones. Ventanas. 2 verticales en SAP.

AXIAL FORCE

Momento flector Mz(mxKg)=

34

MOMENT3.3

Momento flector My(mxkg)=

0

1.COMPROBACIÓN DE RESISTENCIA.

Tensión normal máxima a tracción excéntrica en la sección pésima de la barra:

$$\sigma = \frac{N}{A} + \frac{M_z}{W_z} + \frac{M_y}{W_y} = 2,172 \text{ kg/cm}^2$$

<

$f_{yd} = 2,619$ CUMPLE

COMPROBACIÓN A COMPRESIÓN EXCÉNTRICA (COMPRESIÓN COMPUESTA).

1. COEFICIENTE X DE PANDEO DE LA PIEZA EN SUS DOS PLANOS

SEGÚN CTE DB SE-A Punto 6.3.2.

IDENTIFICACIÓN DE LA BARRA: DIAGONAL COMPRIMIDA .
NÚMERO DE LA BARRA EN EL MODELO DE ESTRUCTURA:

57

LONGITUD DE LA BARRA:

L= 1.73 m

PERFIL ADOPTADO EN EL MODELO PARA LA BARRA:

PHR-180x100x6

CANTO DEL PERFIL, h= 100 mm

DISPOSICIÓN HORIZONTAL EN LA CERCHA

ANCHO DEL PERFIL, b(mm)= 180

TIPO DE ACERO DEL PERFIL:

S275JR

M2 T5 SE-A 4.2. p13

CLASE DEL PERFIL, A COMPRESIÓN, SEGÚN CTE:

CLASE 1

M1 T2 2.1 W3 p11

LÍMITE ELÁSTICO DEL ACERO: $f_y =$ 275 Mpa

2,750 kg/cm2

LÍMITE ÚLTIMO DEL ACERO: $f_u =$ 410 Mpa

4,100 kg/cm2

COEFICIENTE PARCIAL DE SEGURIDAD RELATIVO A LA PLASTIFICACIÓN DEL MATERIAL:

$\gamma_{MO} =$ 1.05

M2 T5 SE-A 2.3.3. p8

COEFICIENTE PARCIAL DE SEGURIDAD RELATIVO A LOS FENÓMENOS DE INESTABILIDAD:

$\gamma_{M1} =$ 1.05

M2 T5 SE-A 2.3.3. p8

RESISTENCIA DE CÁLCULO DEL ACERO:

M2 T5 SE-A 2.3.3 p15

$$f_{yd} = \frac{f_y}{\gamma_{MO}} = 261.90 \text{ MPa} \quad \underline{2,619} \text{ kg/cm2}$$

RESISTENCIA DE CÁLCULO PARA FENÓMENOS DE INESTABILIDAD:

$$f_{yd} = \frac{f_y}{\gamma_{M1}} = 261.90 \text{ MPa} \quad \underline{2,619} \text{ kg/cm2}$$

ÁREA DE LA SECCIÓN BRUTA DEL PERFIL:

31.20 cm2

CONDESA P64

PANDEO DE LA PIEZA EN SU PLANO LOCAL X-Y. (PLANO CERCHA)

Con deformada a compresión contenida en el plano de la cercha.

M1 T2 2.1 PDF 100 -EJES

LONGITUD LIBRE DE LA PIEZA EN EL PLANO X-Y: $L = 1.73$ m

CONDICIONES DE EXTREMO DE LA BARRA: ESTRUCTURA TRIANGULADA CON P.H.R.

COEFICIENTE "B" DE PANDEO (p6.3.2.4 SE-A pg40) : $B = 0.75$

M2 T5 SE-A T6.1 p40

LONGITUD DE PANDEO DE LA BARRA EN X-Y: (PLANO DE LA CERCHA)

$$L_k = B \cdot L = 1.2975 \text{ m} \quad \underline{\underline{129.75}} \text{ cm}$$

MÓDULO DE ELASTICIDAD LONGITUDINAL DEL ACERO S275: $E = 2,100,000$ kg/cm²

M2 T5 SE-A 4.2.p13

MOMENTO DE INERCIA DE LA SECCIÓN RESPECTO Z:
EJE DÉBIL EN DISPOSICIÓN HORIZONTAL DEL PERFIL $I_z = 524.0$ cm⁴

CONDESA P64

COMPRESIÓN CRÍTICA POR PANDEO o CARGA CRÍTICA DE EULER EN X-Y:

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 EI_z}{L_k^2} = 645,113 \text{ kg} \quad 64,511 \text{ kN} \quad 645.11 \text{ t}$$

M2 T5 SE-A T6.3.2.1 p36

ESBELTEZ REDUCIDA DE LA BARRA EN EL PLANO X-Y LOCAL:

M2 T5 SE-A P6.3.2.1 p36

$$\bar{\lambda}_k = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}} = 0.36 < 2 \text{ CUMPLE CTE SE-A T6.3. pg39}$$

RELACIÓN ENTRE CANTO Y ANCHO DEL PERFIL $h/b = 0.5556$

CTE SE-A T6.2 p37

EJE DE PANDEO CONSIDERADO, SEGÚN TABLA 6.2. SE-A:

y

CURVA DE PANDEO, SEGÚN SECCIÓN TRANSVERSAL:

c

COEFICIENTE DE IMPERFECCIÓN ELÁSTICA:

$\alpha = 0.49$ CTE SE-A T6.3 p39

COEFICIENTE ϕ

$$\phi = 0,5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda}_k - 0,2) + (\bar{\lambda}_k)^2 \right] = \boxed{0.60684947}$$

M2 T5 SE-A T6.3.2.1 p36

COEFICIENTE DE REDUCCIÓN POR PANDEO EN X-Y LOCAL:

M2 T5 SE-A T6.3.2.1 p36

$$\chi = \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 - (\bar{\lambda}_k)^2}} = \boxed{0.92}$$

PANDEO DE LA PIEZA EN SU PLANO LOCAL X-Z. PLANO DEL FALDÓN

Con deformada por compresión contenida en plano paralelo al faldón.

LONGITUD LIBRE DE LA PIEZA EN EL PLANO X-Z: L = 1.73 cm

CONDICIONES DE EXTREMO DE LA BARRA: ESTRUCTURA TRIANGULADA CON P.H.R.

COEFICIENTE "B" DE PANDEO (Tabla 6.1 SE-A): B = 0.75 M2 T5 SE-A pg40

LONGITUD DE PANDEO DE LA BARRA EN X-Z:

$$L_k = B_x L = \boxed{1.2975} \text{ m} \quad \underline{\underline{129.75}} \text{ cm}$$

MOMENTO DE INERCIA DE LA SECCIÓN RESPECTO Y: 1,310 cm⁴
EJE FUERTE EN DISPOSICIÓN HORIZONTAL DEL PERFIL CONDESA PG69

COMPRESIÓN CRÍTICA POR PANDEO o CARGA CRÍTICA DE EULER EN X-Z:

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 E I_y}{L_k^2} = \boxed{\text{#####}} \text{ kg} \quad \underline{\underline{161,278}} \text{ kN} \quad \underline{\underline{1612.78}} \text{ t}$$

M2 T5 SE-A T6.3.2.1 p36

ESBELTEZ REDUCIDA DE LA BARRA EN EL PLANO X-Z:

M2 T5 SE-A P6.3.2.1 p36

$$\bar{\lambda}_k = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}} = \boxed{0.23} < \boxed{2} \text{ Cumple CTE SE-A T6.3. pg39}$$

RELACIÓN ENTRE CANTO Y ANCHO DEL PERFIL h/b = 0.555556

CTE SE-A T6.2 p37

EJE DE PANDEO CONSIDERADO, SEGÚN TABLA 6.2. SE-A:

z

CURVA DE PANDEO, SEGÚN SECCIÓN TRANSVERSAL:

C

COEFICIENTE DE IMPERFECCIÓN ELÁSTICA:

$\alpha = 0.49$ CTE SE-A T6.3 p39

COEFICIENTE ϕ

$$\phi = 0,5 \cdot \left[1 + \alpha \cdot (\bar{\lambda}_k - 0,2) + (\bar{\lambda}_k)^2 \right] = 0.53410956$$

M2 T5 SE-A T6.3.2.1 p36

COEFICIENTE DE REDUCCIÓN POR PANDEO EN X-Z:

M2 T5 SE-A T6.3.2.1 p36

$$\chi = \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 - (\bar{\lambda}_k)^2}} = 0.98$$

COEFICIENTE DE REDUCCIÓN MÍNIMO POR PANDEO PARA LA BARRA:

$\chi = 0.92$

2. COMPROBACIÓN DE PIEZA A COMPRESIÓN EXCÉNTRICA.

Perfil a comprobar: PHR-180x100x6 DISPOSICIÓN HORIZONTAL EN LA CERCHA

Características estáticas de la sección transversal:

PHR-180x100x6

Area de la sección transversal, A (cm²)=

31.2

Módulo resistente a flexión, Wz (cm³)=

105

Módulo resistente a flexión, Wy (cm³)=

146

ESFUERZOS DE CÁLCULO

Correspondientes a la sección más solicitada (pésima) de la barra:

Esfuerzo axial de compresión, N (kg)=

39,650

Opciones. Ventanas. 2 verticales en SAP.

Momento flector Mz (mxKg)=

110

Momento flector My (mxkg)=

0

1. COMPROBACIÓN DE RESISTENCIA.

Tensión normal máxima a compresión excéntrica en la sección pésima de la barra:

$$\sigma = \frac{N}{A} + \frac{M_z}{W_z} + \frac{M_y}{W_y} = 1,376 \text{ kg/cm}^2 < f_{yd} = 2,619 \text{ CUMPLE}$$

$$A \quad W_z \quad W_y$$

2.COMPROBACIÓN DE PANDEO.

Tensión normal máxima a compresión excéntrica en la sección pésima de la barra:

$$\sigma = \frac{N}{AX} + \frac{M_z}{W_z} + \frac{M_y}{W_y} = \boxed{1,492} \text{ kg/cm}^2 < f_{yd} = \underline{\underline{2,619}} \text{ CUMPLE}$$

7. CÁLCULO DE ZAPATAS AISLADAS PARA PILARES METÁLICOS.

IDENTIFICACIÓN DE LA ZAPATA: PILARES DE CERCHA LUZ 19m

$$C_{sv} = 2.52 \quad \sigma_{max} = 138$$

A. DATOS. CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO.

Tabla 8.1 NBE AE-88

TIPO DE TERRENO PARA CIMENTAR: **ARCILLA MUY FIRME.**

Tabla D25. pg125. CTE DB SE-C.

PRESIÓN ADMISIBLE EN EL TERRENO DE CIMENTACION: $\sigma_{adm} = 300$ kN/m²

ÁNGULO DE ROZAMIENTO INTERNO DEL TERRENO: $\varphi = 35$

ÁNGULO DE ROZAMIENTO TERRENO-ZAPATA: $\varphi_d = (2/3) \varphi = 23.33$

B. DATOS. ESFUERZOS DE CÁLCULO EN LA ESTRUCTURA:

En la hipótesis mas desfavorable para el cálculo de las zapatas. $C_{sv} = 2.52$ $\sigma_{max} = 138$

Basa del pilar con empotramiento perfecto.

MOMENTO FLECTOR DE CÁLCULO EN LA BASE DEL PILAR:
 $M_d = 94$ mxkN 9.40 mxt

ESFUERZO CORTANTE DE CÁLCULO EN LA BASE DEL PILAR:
 $V_d = 34.7$ kN 3.47 t

ESFUERZO AXIL DE CÁLCULO EN LA BASE DEL PILAR:
 $N_d = 57.6$ kN 5.76 t

COEFICIENTE MEDIO DE PONDERACIÓN DE LAS CARGAS:

$$\gamma_m = 1.48 \text{ EN ANEJO 2 CÁLCULO DE ESTRUCTURA TIPO. AP2.}$$

C. PREDIMENSIONADO DE LA ZAPATA:

$$C_{sv} = 2.52 \quad \sigma_{max} = 137.92$$

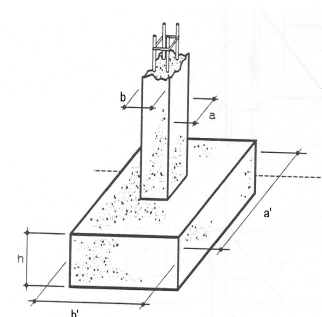
CANTO DE LA ZAPATA : $h(m) = 0.8$

LARGO DE LA ZAPATA: $a'(m) = 2.4$

ANCHO DE LA ZAPATA: $b'(m) = 2$

VOLUMEN DE HORMIGÓN EN LA ZAPATA: 3.84 m³

PESO PROPIO DE LA ZAPATA: $P_z = 96.00$ kN
 9.6 t



ESPELOR DE SOLERA SOBRE ZAPATA: e (m)= 0.15 m
 PESO DE LA SOLERA SOBRE ZAPATA: P_s = 18.00 kN

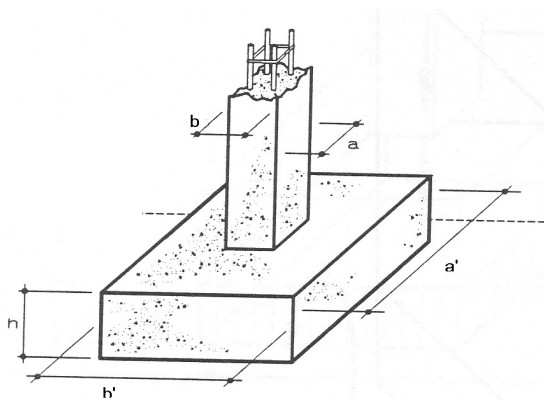
EQUIDISTANCIA ENTRE EJES DE ZAPATAS: 7 m
 LONGITUD TRIBUTARIA DE RIOSTRA SOBRE ZAPATA: 5 m

CANTO DE LA SECCI3N DE LA RIOSTRA: 0.4 m
 ANCHO DE LA SECCI3N DE LA RIOSTRA: 0.4 m

PESO DE LA RIOSTRA SOBRE ZAPATA: P_r = 20 kN

PESO DE ZAPATA + SOLERA + RIOSTRA: P_{zsr} = 134.00 kN

M3DULO RESISTENTE A FLEXI3N DE LA BASE DE LA ZAPATA:



$$W = \frac{b \cdot a^3}{12} \cdot \frac{1}{a'} \cdot \frac{1}{2}$$

$W = 1.920 \text{ m}^3$

a' : lado mayor de la zapata
 b' : lado menor de la zapata
 h : canto de la zapata
 a : lado mayor del pilar
 b : lado menor del pilar

PERFIL ADOPTADO PARA EL PILAR EN LA ESTRUCTURA: HEB-220
 Canto del pilar (mm)= 220

D. ESFUERZOS CARACTERÍSTICOS EN LA BASE DE LA ZAPATA.

MOMENTO FLECTOR CARACTERÍSTICO EN LA BASE DE LA ZAPATA:

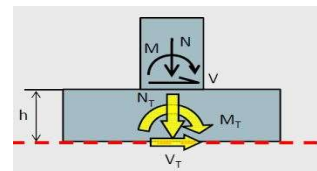
$$M_T = \frac{M_d}{\gamma_m} + \frac{V_d}{\gamma_m} \times h = 82.27 \text{ mxkN}$$

En el plano de cimentaci3n.
 Esfuerzos no mayorados.

ESFUERZO CORTANTE CARACTERÍSTICO EN BASE DE ZAPATA:

$$V_T = \frac{V_d}{\gamma_m} = 23.45 \text{ kN}$$

En el plano de la cimentaci3n
 Esfuerzos no mayorados.



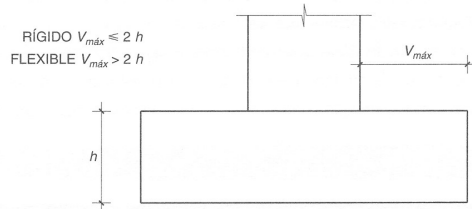
ESFUERZO AXIL CARACTERÍSTICO EN LA BASE DE LA ZAPATA:

$$N_T = \frac{N_d}{\gamma_m} + P_{zsr} = 172.92 \text{ kN}$$

En el plano de la cimentaci3n
 Esfuerzos no mayorados.

Flector, cortante y axil no ponderados en la base de zapata se utilizan para:
 1º Comprobación de vuelco. 2º Comprobación de deslizamiento.
 3º Presiones transmitidas al terreno de cimentación.

CLASIFICACIÓN DE ZAPATA AISLADA: RÍGIDA O FLEXIBLE.



LADO MÍNIMO DE LA PLACA BASE CUADRADA DEL PILAR:
 LADO ADOPTADO PARA LA PLACA BASE DEL PILAR :
 VUELO DE LA ZAPATA RESPECTO A CARA DE PILAR:

Canto del pilar+vuelos mínimos de 15 cm

52	cm
65	cm
109.00	cm

Vuelo $\leq 2 \times h$ **ZAPATA RÍGIDA**
109 cm 160 cm

Vuelo $> 2 \times h$ **ZAPATA FLEXIBLE**
109 cm 160 cm

Zapata rígida: se puede armar por método de las bielas-tirantes o por método sección de referencia.
 Zapata flexible: se arma por método de sección de referencia.

1.COMPROBACIÓN A VUELCO. Estado Límite de Servicio.

MOMENTO ESTABILIZADOR

$M_e = N_T \times (a'/2) =$ 207.50 mxkN 20.75 mxt

Se desprecia, del lado de la seguridad, la rigidez a torsión de las dos riostras unidas a la zapata.

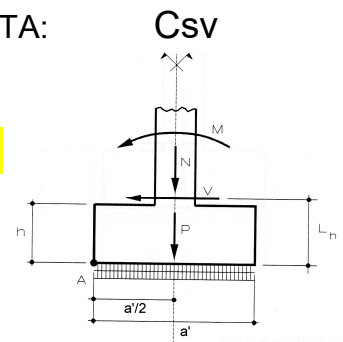
MOMENTO VOLCADOR:

$M_v = M_T =$ 82.27 mxkN 8.23 mxT

COEFICIENTE DE SEGURIDAD A VUELCO DE LA ZAPATA:

$C_{sv} = \frac{M_e}{M_v} =$ 2.52 > 1.33 SIT. EXTRAORDINARIA
 > 2 SIT. PERSISTENTE

CTE SE-C Tabla 2.1 pg11



A: Vértice de vuelco de la zapata

2. COMPROBACIÓN A DESLIZAMIENTO. E.L.S.

Punto 2.4.2. CTE DB SE-C.

FUERZA HORIZONTAL ESTABILIZADORA:

$$R_e = N_T \times \tan \varphi_d = N_T \times \tan 2/3 \varphi = \boxed{74.59} \text{ kN}$$

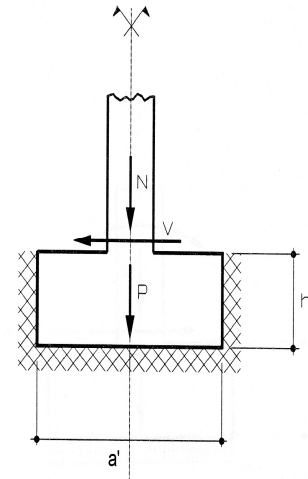
FUERZA HORIZONTAL DESESTABILIZADORA:

$$E_d = V_T = \underline{\underline{23.45}} \text{ kN}$$

COEFICIENTE DE SEGURIDAD A DESLIZAMIENTO:

$$C_{sd} = \frac{R_e}{E_d} = \boxed{3.18} > 1 \quad \text{SIT. PERSISTENTE}$$

CTE SE-C Tabla 2.1 pg11



3. TENSIONES TRANSMITIDAS AL TERRENO. E.L.S.

EXCENTRICIDAD DE LA CARGA VERTICAL TOTAL:

$$e = \frac{M_T}{N_T} = \boxed{0.48} \text{ m}$$

NÚCLEO CENTRAL DE INERCIA DE LA BASE DE LA ZAPATA RECTANGULAR (NCI).

NCI: Rombo concéntrico con la zapata cuya semidiagonal mayor es $a'/6$.

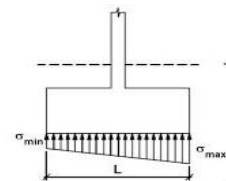
$$\frac{a'}{6} = \boxed{0.40} \text{ m} \quad a' = \underline{\underline{2.4}} \text{ m}$$

DIAGRAMA DE TENSIONES EN EL TERRENO: TRAPEZOIDAL o TRIANGULAR.

$$\underline{\underline{0.48}} \text{ cm} < \underline{\underline{0.40}} \text{ cm}$$

3.1 TRAPEZOIDAL

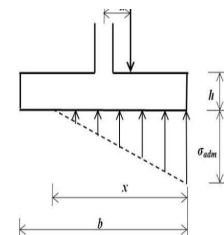
Axil dentro del NCI de la zapata.



$$\underline{\underline{0.48}} \text{ cm} \geq \underline{\underline{0.40}} \text{ cm}$$

3.2 TRIANGULAR

Axil fuera del NCI de la zapata.



3.1 DIAGRAMA TRAPEZOIDAL DE PRESIONES MOVILIZADAS EN EL TERRENO.

TENSIONES MÁXIMA Y MÍNIMA MOVILIZADAS EN EL TERRENO DE CIMENTACIÓN:

ESFUERZO AXIL CARACTERÍSTICO EN LA BASE DE LA ZAPATA bajo 1ª hipótesis:

$$N_T = \frac{N_d}{\gamma_m} + P_{zsr} = \boxed{299.66} \text{ kN} \quad (\text{con carga de nieve})$$

MOMENTO FLECTOR CARACTERÍSTICO EN LA BASE DE LA ZAPATA bajo 1ª hipótesis:

$$M_T = \boxed{62.48} \text{ mxkN}$$

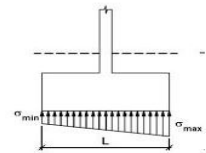
Tensión máxima en el terreno de cimentación, con esfuerzos característicos:

$$\sigma_{max} = \frac{N_T}{A} + \frac{M_T}{W} = \begin{matrix} \boxed{94.97} & \text{kN/m}^2 \\ \boxed{0.95} & \text{kg/cm}^2 \end{matrix} < \sigma_{adm} = \frac{\text{kN/m}^2}{\underline{\underline{300}}}$$

Tensión mínima en el terreno de cimentación, con esfuerzos característicos:

$$\sigma_{min} = \frac{N_T}{A} - \frac{M_T}{W} = \begin{matrix} \boxed{29.89} & \text{kN/m}^2 \\ \boxed{0.30} & \text{kg/cm}^2 \end{matrix}$$

Con valor negativo calcular mediante diagrama triangular de presiones.



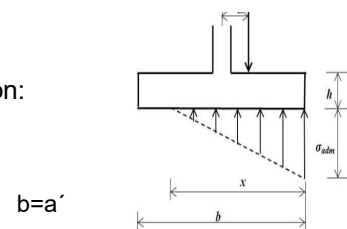
3.2 DIAGRAMA TRIANGULAR DE PRESIONES MOVILIZADAS EN EL TERRENO.

TENSIONES MÁXIMA MOVILIZADAS EN EL TERRENO DE CIMENTACIÓN:

$$\sigma_{max} = \frac{4N_T}{3(a' - 2e)b'} = \begin{matrix} \boxed{137.92} & \text{kN/m}^2 \\ \boxed{1.38} & \text{kg/cm}^2 \end{matrix} < \sigma_{adm} = \frac{\text{kN/m}^2}{\underline{\underline{300}}}$$

Longitud del diagrama triangular de tensiones en el terreno de cimentación:

$$X = 1,5 \times (a' - 2e) = \boxed{2.17} \text{ m}$$



4. COMPROBACIÓN DE RESISTENCIA. ESTADO LÍMITE ÚLTIMO.

MÉTODO DE VOLADIZO DESDE SECCIÓN DE REFERENCIA.
PILAR METÁLICO.

Sección de referencia en la mitad del vuelo de la basa del pilar.

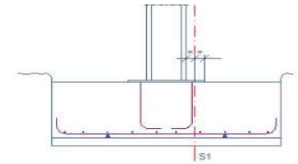


Perfil adoptado para el pilar en la estructura: HEB-220

Canto del pilar, en largo de zapata (mm)= 220

Dimensión de la placa base cuadrada del pilar: d(mm)= 650

Vuelo de la basa respecto a la cara del pilar: Vb(mm)= 215



Sección de referencia, para empotramiento de la zapata, respecto al eje del pilar:

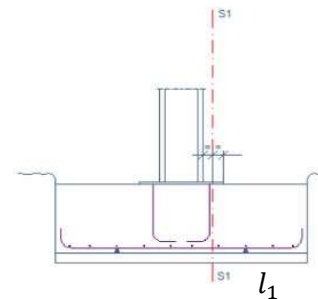
S(m)= 0.2175 m 217.5 mm

Dimensiones adoptadas para la zapata:

Largo de la zapata: a'(m)= 2.4

Ancho de la zapata: b'(m)= 2

Canto de la zapata: h(m)= 0.8



Distancia desde la sección de referencia hasta el borde de la zapata:

$$l_1(m) = \frac{a'}{2} - S = \boxed{0.9825} \text{ m}$$

Tensión máxima movilizada en el terreno debida a los esfuerzos característicos:

$$\sigma_{max} = \boxed{145.37} \text{ kN/m}^2 \quad \begin{matrix} 94.97 & 137.92 \\ \text{Máxima trapezoidal o triangular según proceda} \end{matrix}$$

Tensión máxima movilizada en el terreno debida a los esfuerzos ponderados:

$$\sigma_{max}^* = \gamma_m \cdot \sigma_{max} = \boxed{215.15} \text{ kN/m}^2$$

Momento flector ponderado debido a las tensiones movilizadas en el terreno:

$$Md = \sigma_{max}^* b' l_1 \left(\frac{l_1}{2}\right) = \boxed{207.68} \text{ mkN} \quad \begin{matrix} \text{Reacción del terreno contra la zapata} \\ \text{Flector originado por distribución uniforme de tensiones en superficie } b' \times l_1 \end{matrix} \quad Md = \boxed{20.77} \text{ mxt}$$

Recubrimiento considerado para la armadura de fondo en zapata: r(cm)= 10

Canto útil de la zapata: d= (h-r)= 0.7 m

MATERIALES: HORMIGÓN HA-25.

Resistencia característica del hormigón: $f_{ck} = \boxed{25}$ N/mm²

ck

Resistencia de cálculo del hormigón:

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \boxed{16.667} \text{ N/mm}^2 \quad \boxed{16,667} \text{ kN/m}^2 \quad \boxed{166.67} \text{ kg/cm}^2$$

$$\gamma_c = \boxed{1.5} \text{ Coeficiente minorador de la resistencia del hormigón.}$$

MATERIALES: ACERO B-500S

$$\text{Tensión de límite elástico del acero: } f_y = \boxed{500} \text{ N/mm}^2$$

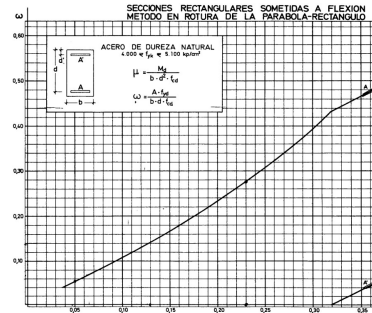
Resistencia de cálculo del acero:

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_s} = \boxed{434.78} \text{ N/mm}^2 \quad \boxed{4,348} \text{ kg/cm}^2$$

$$\boxed{1.15} \text{ Coeficiente minorador de la resistencia del acero.}$$

Momento minorado para entrada en el ábaco de flexión:

$$\mu = \frac{Md}{b' \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \boxed{0.01272}$$



Capacidad mecánica reducida de la armadura necesaria:

$$\omega = \frac{A_s \cdot f_{yd}}{b' \cdot d \cdot f_{cd}} = \boxed{0} \rightarrow \text{ARMADO POR CUANTÍA GEOMÉTRICA O MECÁNICA MÍNIMA.}$$

Capacidad mecánica de la armadura necesaria a flexión:

$$U_s = A_s \times f_{yd} = \boxed{0} \text{ kg} \quad \boxed{0.00} \text{ kN}$$

ÁREA DE ACERO POR CUANTÍA GEOMÉTRICA MÍNIMA

Acero en barras corrugadas B-500S: 1,8 por mil de la sección transversal de la zapata.

$$A_{c.g.m} = 0,0018 \cdot A_c = 0,0018 \cdot b' \cdot h = \boxed{28.80} \text{ cm}^2$$

ÁREA DE ACERO POR CUANTÍA MECÁNICA MÍNIMA:

Acero en barras corrugadas B-500S:

$$A_{c.m.m} = 0,04 \cdot \frac{A_c \cdot f_{cd}}{f_{yd}} = 0,04 \cdot b' \cdot h \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} = \boxed{24.53} \text{ cm}^2$$

$$\text{Diámetro de las barras adoptadas: } \phi = \boxed{20} \text{ mm}$$

Sección de acero en cada barra: $A_s b =$

3.14

 cm²
 Número de barras: $N =$

9

 Para la cuantía mínima mayor.
 A repartir en una anchura máxima de: $b' - 10$ cm =

190

 cm
 Repartida en una anchura constructiva de :

190

 cm
 Armado parrilla fondo: 1ϕ 20 cada

23.26
23

 cm

Calculado para la dirección larga a' . Se dispone también en la dirección corta b' de la zapata.

Unizar

S T A T I C L O A D C A S E S

STATIC CASE	CASE TYPE	SELF WT FACTOR
LOAD1	DEAD	1.0000

Unizar

J O I N T D A T A

JOINT	GLOBAL-X	GLOBAL-Y	GLOBAL-Z	RESTRAINTS	ANGLE-A	ANGLE-B	ANGLE-C
1	0.00000	0.00000	0.00000	1 1 1 1 1 1	0.000	0.000	0.000
2	0.00000	0.00000	5.50000	0 0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
3	0.00000	0.00000	6.20000	0 0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
4	9.50000	0.00000	8.10000	0 0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
5	19.00000	0.00000	6.20000	0 0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
6	19.00000	0.00000	5.50000	0 0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
7	19.00000	0.00000	0.00000	1 1 1 1 1 1	0.000	0.000	0.000
22	1.58333	0.00000	5.50000	0 0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
23	3.16667	0.00000	5.50000	0 0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
24	4.75000	0.00000	5.50000	0 0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
25	6.33333	0.00000	5.50000	0 0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
26	7.91667	0.00000	5.50000	0 0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
27	9.50000	0.00000	5.50000	0 0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
28	11.08333	0.00000	5.50000	0 0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
29	12.66667	0.00000	5.50000	0 0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
30	14.25000	0.00000	5.50000	0 0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
31	15.83333	0.00000	5.50000	0 0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
32	17.41667	0.00000	5.50000	0 0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
33	1.58333	0.00000	6.51667	0 0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
34	3.16667	0.00000	6.83333	0 0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
35	4.75000	0.00000	7.15000	0 0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
36	6.33333	0.00000	7.46667	0 0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
37	7.91667	0.00000	7.78333	0 0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
38	11.08333	0.00000	7.78333	0 0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
39	12.66667	0.00000	7.46667	0 0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
40	14.25000	0.00000	7.15000	0 0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
41	15.83333	0.00000	6.83333	0 0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000
42	17.41667	0.00000	6.51667	0 0 0 0 0 0	0.000	0.000	0.000

Unizar

F R A M E E L E M E N T D A T A

FRAME	JNT-1	JNT-2	SECTION	ANGLE	RELEASES	SEGMENTS	R1	R2	FACTOR	LENGTH
1	1	2	HE220-B	180.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	5.500
2	2	3	120804H	180.000	000001	2	0.000	0.000	1.000	0.700
5	6	5	120804H	180.000	000001	2	0.000	0.000	1.000	0.700
6	7	6	HE220-B	180.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	5.500
11	2	22	1801005H	0.000	000001	4	0.000	0.000	1.000	1.583
12	22	23	1801005H	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	1.583
13	23	24	1801005H	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	1.583
14	24	25	1801005H	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	1.583
15	25	26	1801005H	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	1.583
16	26	27	1801005H	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	1.583
17	27	28	1801005H	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	1.583
18	28	29	1801005H	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	1.583
19	29	30	1801005H	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	1.583
20	30	31	1801005H	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	1.583
21	31	32	1801005H	0.000	000000	4	0.000	0.000	1.000	1.583
22	32	6	1801005H	0.000	000002	4	0.000	0.000	1.000	1.583
23	3	33	1801006H	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	1.615
24	33	34	1801006H	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	1.615
25	34	35	1801006H	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	1.615
26	35	36	1801006H	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	1.615
27	36	37	1801006H	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	1.615
28	37	4	1801006H	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	1.615
29	4	38	1801006H	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	1.615
30	38	39	1801006H	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	1.615
31	39	40	1801006H	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	1.615

32	40	41	1801006H	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	1.615
33	41	42	1801006H	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	1.615
34	42	5	1801006H	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	1.615
35	3	22	1801006H	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	1.731
36	22	33	120804H	180.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	1.017
37	33	23	120804H	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	1.882
38	23	34	120804H	180.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	1.333
39	34	24	120804H	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	2.070
40	24	35	120804H	180.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	1.650
41	35	25	120804H	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	2.287
42	25	36	120804H	180.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	1.967
43	36	26	120804H	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	2.525
44	26	37	120804H	180.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	2.283
45	37	27	120804H	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	2.779
46	27	4	120804H	180.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	2.600
47	27	38	120804H	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	2.779
48	28	38	120804H	180.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	2.283
49	28	39	120804H	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	2.525
50	29	39	120804H	180.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	1.967
51	29	40	120804H	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	2.287
52	30	40	120804H	180.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	1.650
53	30	41	120804H	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	2.070
54	31	41	120804H	180.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	1.333
55	31	42	120804H	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	1.882
56	32	42	120804H	180.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	1.017
57	32	5	1801006H	0.000	000000	2	0.000	0.000	1.000	1.731

SAP2000 v7.10 File: PROYECTOVI Ton-m Units PAGE 4
3/3/23 17:48:56

Unizar

J O I N T	F O R C E S			Load Case	LOAD1		
JOINT	GLOBAL-X	GLOBAL-Y	GLOBAL-Z	GLOBAL-XX	GLOBAL-YY	GLOBAL-ZZ	
3	0.000	0.000	-2.070	0.000	0.000	0.000	
4	0.000	0.000	-4.137	0.000	0.000	0.000	
5	0.000	0.000	-2.070	0.000	0.000	0.000	
33	0.000	0.000	-4.137	0.000	0.000	0.000	
34	0.000	0.000	-4.137	0.000	0.000	0.000	
35	0.000	0.000	-4.137	0.000	0.000	0.000	
36	0.000	0.000	-4.137	0.000	0.000	0.000	
37	0.000	0.000	-4.137	0.000	0.000	0.000	
38	0.000	0.000	-4.137	0.000	0.000	0.000	
39	0.000	0.000	-4.137	0.000	0.000	0.000	
40	0.000	0.000	-4.137	0.000	0.000	0.000	
41	0.000	0.000	-4.137	0.000	0.000	0.000	
42	0.000	0.000	-4.137	0.000	0.000	0.000	

SAP2000 v7.10 File: PROYECTOVI Ton-m Units PAGE 5
3/3/23 17:48:56

Unizar

F R A M E	G R A V I T Y			Load Case	LOAD1		
FRAME	UX	UY	UZ				
1	0.0000	0.0000	-1.3500				
2	0.0000	0.0000	-1.3500				
5	0.0000	0.0000	-1.3500				
6	0.0000	0.0000	-1.3500				
11	0.0000	0.0000	-1.3500				
12	0.0000	0.0000	-1.3500				
13	0.0000	0.0000	-1.3500				
14	0.0000	0.0000	-1.3500				
15	0.0000	0.0000	-1.3500				
16	0.0000	0.0000	-1.3500				
17	0.0000	0.0000	-1.3500				
18	0.0000	0.0000	-1.3500				
19	0.0000	0.0000	-1.3500				
20	0.0000	0.0000	-1.3500				
21	0.0000	0.0000	-1.3500				
22	0.0000	0.0000	-1.3500				
23	0.0000	0.0000	-1.3500				
24	0.0000	0.0000	-1.3500				
25	0.0000	0.0000	-1.3500				
26	0.0000	0.0000	-1.3500				
27	0.0000	0.0000	-1.3500				
28	0.0000	0.0000	-1.3500				
29	0.0000	0.0000	-1.3500				
30	0.0000	0.0000	-1.3500				
31	0.0000	0.0000	-1.3500				
32	0.0000	0.0000	-1.3500				
33	0.0000	0.0000	-1.3500				
34	0.0000	0.0000	-1.3500				
35	0.0000	0.0000	-1.3500				

36	0.0000	0.0000	-1.3500
37	0.0000	0.0000	-1.3500
38	0.0000	0.0000	-1.3500
39	0.0000	0.0000	-1.3500
40	0.0000	0.0000	-1.3500
41	0.0000	0.0000	-1.3500
42	0.0000	0.0000	-1.3500
43	0.0000	0.0000	-1.3500
44	0.0000	0.0000	-1.3500
45	0.0000	0.0000	-1.3500
46	0.0000	0.0000	-1.3500
47	0.0000	0.0000	-1.3500
48	0.0000	0.0000	-1.3500
49	0.0000	0.0000	-1.3500
50	0.0000	0.0000	-1.3500
51	0.0000	0.0000	-1.3500
52	0.0000	0.0000	-1.3500
53	0.0000	0.0000	-1.3500
54	0.0000	0.0000	-1.3500
55	0.0000	0.0000	-1.3500
56	0.0000	0.0000	-1.3500
57	0.0000	0.0000	-1.3500

SAP2000 v7.10 File: PROYECTOVI Ton-m Units PAGE 6
3/3/23 17:48:56

Unizar

F R A M E	S P A N	D I S T R I B U T E D	L O A D S	Load Case	LOAD1	
FRAME	TYPE	DIRECTION	DISTANCE-A	VALUE-A	DISTANCE-B	VALUE-B
1	FORCE	GLOBAL-X	0.0000	0.6390	1.0000	0.6390
2	FORCE	GLOBAL-X	0.0000	0.6390	1.0000	0.6390
5	FORCE	GLOBAL-X	0.0000	0.3070	1.0000	0.3070
6	FORCE	GLOBAL-X	0.0000	0.3070	1.0000	0.3070

Unizar

J O I N T D I S P L A C E M E N T S

JOINT	LOAD	U1	U2	U3	R1	R2	R3
1	LOAD1	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	LOAD1	0.0372	0.0000	-8.022E-04	0.0000	8.658E-03	0.0000
3	LOAD1	0.0430	0.0000	-1.390E-03	0.0000	9.841E-03	0.0000
4	LOAD1	0.0445	0.0000	-0.0466	0.0000	-2.024E-06	0.0000
5	LOAD1	0.0460	0.0000	-1.391E-03	0.0000	-9.860E-03	0.0000
6	LOAD1	0.0518	0.0000	-8.029E-04	0.0000	0.0133	0.0000
7	LOAD1	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
22	LOAD1	0.0372	0.0000	-0.0170	0.0000	9.278E-03	0.0000
23	LOAD1	0.0383	0.0000	-0.0304	0.0000	7.073E-03	0.0000
24	LOAD1	0.0397	0.0000	-0.0396	0.0000	4.659E-03	0.0000
25	LOAD1	0.0414	0.0000	-0.0453	0.0000	2.614E-03	0.0000
26	LOAD1	0.0430	0.0000	-0.0478	0.0000	6.678E-04	0.0000
27	LOAD1	0.0445	0.0000	-0.0477	0.0000	-2.547E-06	0.0000
28	LOAD1	0.0460	0.0000	-0.0478	0.0000	-6.726E-04	0.0000
29	LOAD1	0.0476	0.0000	-0.0453	0.0000	-2.618E-03	0.0000
30	LOAD1	0.0492	0.0000	-0.0396	0.0000	-4.661E-03	0.0000
31	LOAD1	0.0507	0.0000	-0.0303	0.0000	-7.073E-03	0.0000
32	LOAD1	0.0518	0.0000	-0.0170	0.0000	-9.262E-03	0.0000
33	LOAD1	0.0453	0.0000	-0.0175	0.0000	9.134E-03	0.0000
34	LOAD1	0.0467	0.0000	-0.0307	0.0000	6.774E-03	0.0000
35	LOAD1	0.0471	0.0000	-0.0399	0.0000	4.334E-03	0.0000
36	LOAD1	0.0468	0.0000	-0.0453	0.0000	2.360E-03	0.0000
37	LOAD1	0.0459	0.0000	-0.0475	0.0000	-1.527E-05	0.0000
38	LOAD1	0.0431	0.0000	-0.0475	0.0000	1.088E-05	0.0000
39	LOAD1	0.0422	0.0000	-0.0453	0.0000	-2.364E-03	0.0000
40	LOAD1	0.0419	0.0000	-0.0398	0.0000	-4.336E-03	0.0000
41	LOAD1	0.0423	0.0000	-0.0307	0.0000	-6.774E-03	0.0000
42	LOAD1	0.0437	0.0000	-0.0175	0.0000	-9.120E-03	0.0000

Unizar

F R A M E E L E M E N T F O R C E S

FRAME	LOAD	LOC	P	V2	V3	T	M2	M3
1	LOAD1							
		0.00	-27.52	-3.29	0.00	0.00	0.00	-8.42
		2.75	-27.06	-1.53	0.00	0.00	0.00	-1.79
		5.50	-26.60	2.272E-01	0.00	0.00	0.00	0.00
2	LOAD1							
		0.00	-26.30	3.955E-01	0.00	0.00	0.00	0.00
		3.5E-01	-26.29	6.192E-01	0.00	0.00	0.00	-1.776E-01
		7.0E-01	-26.28	8.428E-01	0.00	0.00	0.00	-4.334E-01
5	LOAD1							
		0.00	-26.33	-6.689E-01	0.00	0.00	0.00	0.00
		3.5E-01	-26.32	-5.615E-01	0.00	0.00	0.00	2.153E-01
		7.0E-01	-26.31	-4.540E-01	0.00	0.00	0.00	3.930E-01

6	LOAD1	0.00	-27.55	-2.58	0.00	0.00	0.00	-9.54
		2.75	-27.09	-1.73	0.00	0.00	0.00	-3.61
		5.50	-26.62	-8.894E-01	0.00	0.00	0.00	0.00
11	LOAD1	0.00	1.683E-01	-2.977E-01	0.00	0.00	0.00	0.00
		4.0E-01	1.683E-01	-2.780E-01	0.00	0.00	0.00	1.139E-01
		7.9E-01	1.683E-01	-2.583E-01	0.00	0.00	0.00	2.201E-01
		1.19	1.683E-01	-2.387E-01	0.00	0.00	0.00	3.185E-01
		1.58	1.683E-01	-2.190E-01	0.00	0.00	0.00	4.090E-01
12	LOAD1	0.00	37.04	-3.139E-01	0.00	0.00	0.00	1.061E-01
		4.0E-01	37.04	-2.942E-01	0.00	0.00	0.00	2.264E-01
		7.9E-01	37.04	-2.745E-01	0.00	0.00	0.00	3.390E-01
		1.19	37.04	-2.548E-01	0.00	0.00	0.00	4.437E-01
		1.58	37.04	-2.352E-01	0.00	0.00	0.00	5.407E-01
13	LOAD1	0.00	51.42	-3.554E-02	0.00	0.00	0.00	3.580E-01
		4.0E-01	51.42	-1.587E-02	0.00	0.00	0.00	3.681E-01
		7.9E-01	51.42	3.806E-03	0.00	0.00	0.00	3.705E-01
		1.19	51.42	2.348E-02	0.00	0.00	0.00	3.651E-01
		1.58	51.42	4.315E-02	0.00	0.00	0.00	3.519E-01
14	LOAD1	0.00	56.38	9.331E-03	0.00	0.00	0.00	3.376E-01
		4.0E-01	56.38	2.900E-02	0.00	0.00	0.00	3.300E-01
		7.9E-01	56.38	4.868E-02	0.00	0.00	0.00	3.147E-01
		1.19	56.38	6.835E-02	0.00	0.00	0.00	2.915E-01
		1.58	56.38	8.803E-02	0.00	0.00	0.00	2.605E-01
15	LOAD1	0.00	56.20	2.972E-02	0.00	0.00	0.00	3.389E-01
		4.0E-01	56.20	4.939E-02	0.00	0.00	0.00	3.232E-01
		7.9E-01	56.20	6.907E-02	0.00	0.00	0.00	2.998E-01
		1.19	56.20	8.874E-02	0.00	0.00	0.00	2.685E-01
		1.58	56.20	1.084E-01	0.00	0.00	0.00	2.295E-01
16	LOAD1	0.00	52.75	4.004E-01	0.00	0.00	0.00	4.392E-01
		4.0E-01	52.75	4.200E-01	0.00	0.00	0.00	2.768E-01
		7.9E-01	52.75	4.397E-01	0.00	0.00	0.00	1.066E-01
		1.19	52.75	4.594E-01	0.00	0.00	0.00	-7.131E-02
		1.58	52.75	4.790E-01	0.00	0.00	0.00	-2.570E-01
17	LOAD1	0.00	52.73	-4.785E-01	0.00	0.00	0.00	-2.566E-01
		4.0E-01	52.73	-4.588E-01	0.00	0.00	0.00	-7.112E-02
		7.9E-01	52.73	-4.391E-01	0.00	0.00	0.00	1.066E-01
		1.19	52.73	-4.195E-01	0.00	0.00	0.00	2.765E-01
		1.58	52.73	-3.998E-01	0.00	0.00	0.00	4.387E-01
18	LOAD1	0.00	56.16	-1.079E-01	0.00	0.00	0.00	2.298E-01
		4.0E-01	56.16	-8.820E-02	0.00	0.00	0.00	2.686E-01
		7.9E-01	56.16	-6.853E-02	0.00	0.00	0.00	2.996E-01
		1.19	56.16	-4.885E-02	0.00	0.00	0.00	3.229E-01
		1.58	56.16	-2.918E-02	0.00	0.00	0.00	3.383E-01
19	LOAD1	0.00	56.31	-8.710E-02	0.00	0.00	0.00	2.609E-01
		4.0E-01	56.31	-6.743E-02	0.00	0.00	0.00	2.915E-01
		7.9E-01	56.31	-4.775E-02	0.00	0.00	0.00	3.143E-01
		1.19	56.31	-2.808E-02	0.00	0.00	0.00	3.293E-01
		1.58	56.31	-8.405E-03	0.00	0.00	0.00	3.366E-01

SAP2000 v7.10 File: PROYECTO.V1 Ton-m Units PAGE 3
3/3/23 17:49:09

Unizar

F R A M E E L E M E N T F O R C E S

FRAME	LOAD	LOC	P	V2	V3	T	M2	M3
20	LOAD1	0.00	51.31	-4.276E-02	0.00	0.00	0.00	3.521E-01
		4.0E-01	51.31	-2.309E-02	0.00	0.00	0.00	3.651E-01
		7.9E-01	51.31	-3.411E-03	0.00	0.00	0.00	3.703E-01
		1.19	51.31	1.626E-02	0.00	0.00	0.00	3.678E-01
		1.58	51.31	3.594E-02	0.00	0.00	0.00	3.575E-01
21	LOAD1	0.00	36.86	2.404E-01	0.00	0.00	0.00	5.423E-01
		4.0E-01	36.86	2.601E-01	0.00	0.00	0.00	4.432E-01
		7.9E-01	36.86	2.797E-01	0.00	0.00	0.00	3.364E-01
		1.19	36.86	2.994E-01	0.00	0.00	0.00	2.218E-01
		1.58	36.86	3.191E-01	0.00	0.00	0.00	9.934E-02

22	LOAD1	0.00	-2.205E-01	2.201E-01	0.00	0.00	0.00	4.107E-01
		4.0E-01	-2.205E-01	2.397E-01	0.00	0.00	0.00	3.197E-01
		7.9E-01	-2.205E-01	2.594E-01	0.00	0.00	0.00	2.209E-01
		1.19	-2.205E-01	2.791E-01	0.00	0.00	0.00	1.144E-01
		1.58	-2.205E-01	2.988E-01	0.00	0.00	0.00	0.00
23	LOAD1	0.00	-37.78	-7.717E-01	0.00	0.00	0.00	-4.711E-01
		8.1E-01	-37.77	-7.231E-01	0.00	0.00	0.00	1.324E-01
		1.61	-37.76	-6.746E-01	0.00	0.00	0.00	6.966E-01
24	LOAD1	0.00	-52.95	-3.519E-01	0.00	0.00	0.00	1.624E-01
		8.1E-01	-52.94	-3.034E-01	0.00	0.00	0.00	4.270E-01
		1.61	-52.93	-2.548E-01	0.00	0.00	0.00	6.523E-01
25	LOAD1	0.00	-58.18	-7.969E-02	0.00	0.00	0.00	3.964E-01
		8.1E-01	-58.17	-3.110E-02	0.00	0.00	0.00	4.411E-01
		1.61	-58.16	1.748E-02	0.00	0.00	0.00	4.466E-01
26	LOAD1	0.00	-58.04	3.824E-02	0.00	0.00	0.00	4.086E-01
		8.1E-01	-58.03	8.682E-02	0.00	0.00	0.00	3.581E-01
		1.61	-58.02	1.354E-01	0.00	0.00	0.00	2.684E-01
27	LOAD1	0.00	-54.65	-1.422E-01	0.00	0.00	0.00	3.343E-01
		8.1E-01	-54.64	-9.366E-02	0.00	0.00	0.00	4.296E-01
		1.61	-54.63	-4.508E-02	0.00	0.00	0.00	4.856E-01
28	LOAD1	0.00	-49.86	8.752E-01	0.00	0.00	0.00	7.303E-01
		8.1E-01	-49.85	9.237E-01	0.00	0.00	0.00	4.177E-03
		1.61	-49.84	9.723E-01	0.00	0.00	0.00	-7.612E-01
29	LOAD1	0.00	-49.84	-9.722E-01	0.00	0.00	0.00	-7.611E-01
		8.1E-01	-49.85	-9.237E-01	0.00	0.00	0.00	4.238E-03
		1.61	-49.86	-8.751E-01	0.00	0.00	0.00	7.303E-01
30	LOAD1	0.00	-54.61	4.588E-02	0.00	0.00	0.00	4.862E-01
		8.1E-01	-54.62	9.446E-02	0.00	0.00	0.00	4.295E-01
		1.61	-54.63	1.430E-01	0.00	0.00	0.00	3.337E-01
31	LOAD1	0.00	-57.98	-1.347E-01	0.00	0.00	0.00	2.686E-01
		8.1E-01	-57.99	-8.609E-02	0.00	0.00	0.00	3.577E-01
		1.61	-58.00	-3.751E-02	0.00	0.00	0.00	4.076E-01
32	LOAD1	0.00	-58.09	-1.690E-02	0.00	0.00	0.00	4.467E-01
		8.1E-01	-58.10	3.168E-02	0.00	0.00	0.00	4.408E-01
		1.61	-58.11	8.026E-02	0.00	0.00	0.00	3.956E-01
33	LOAD1	0.00	-52.81	2.596E-01	0.00	0.00	0.00	6.535E-01
		8.1E-01	-52.82	3.082E-01	0.00	0.00	0.00	4.243E-01
		1.61	-52.83	3.568E-01	0.00	0.00	0.00	1.559E-01
34	LOAD1	0.00	-37.58	6.579E-01	0.00	0.00	0.00	6.891E-01
		8.1E-01	-37.59	7.064E-01	0.00	0.00	0.00	1.384E-01
		1.61	-37.60	7.550E-01	0.00	0.00	0.00	-4.516E-01
35	LOAD1	0.00	39.46	-9.684E-02	0.00	0.00	0.00	3.764E-02

SAP2000 v7.10 File: PROYECTO.V1 Ton-m Units PAGE 4
3/3/23 17:49:09

Unizar

F R A M E E L E M E N T F O R C E S

FRAME	LOAD	LOC	P	V2	V3	T	M2	M3
		8.7E-01	39.44	-4.825E-02	0.00	0.00	0.00	1.004E-01
		1.73	39.42	3.284E-04	0.00	0.00	0.00	1.212E-01
36	LOAD1	0.00	-15.85	8.168E-01	0.00	0.00	0.00	4.241E-01
		5.1E-01	-15.83	8.168E-01	0.00	0.00	0.00	8.936E-03
		1.02	-15.82	8.168E-01	0.00	0.00	0.00	-4.063E-01
37	LOAD1	0.00	16.77	4.763E-02	0.00	0.00	0.00	1.279E-01
		9.4E-01	16.75	7.002E-02	0.00	0.00	0.00	7.254E-02
		1.88	16.74	9.240E-02	0.00	0.00	0.00	-3.865E-03
38	LOAD1							

		0.00	-9.16	2.471E-01	0.00	0.00	0.00	1.789E-01
	6.7E-01		-9.15	2.471E-01	0.00	0.00	0.00	1.415E-02
		1.33	-9.13	2.471E-01	0.00	0.00	0.00	-1.506E-01
39	LOAD1							
		0.00	6.44	2.461E-02	0.00	0.00	0.00	1.053E-01
		1.03	6.42	4.700E-02	0.00	0.00	0.00	6.823E-02
		2.07	6.40	6.938E-02	0.00	0.00	0.00	8.006E-03
40	LOAD1							
		0.00	-4.04	1.199E-02	0.00	0.00	0.00	2.232E-02
	8.3E-01		-4.01	1.199E-02	0.00	0.00	0.00	1.242E-02
		1.65	-3.99	1.199E-02	0.00	0.00	0.00	2.532E-03
41	LOAD1							
		0.00	-1.606E-01	-2.087E-02	0.00	0.00	0.00	4.058E-02
		1.14	-1.839E-01	1.517E-03	0.00	0.00	0.00	5.164E-02
		2.29	-2.072E-01	2.390E-02	0.00	0.00	0.00	3.711E-02
42	LOAD1							
		0.00	2.244E-01	-5.019E-02	0.00	0.00	0.00	-4.121E-02
	9.8E-01		2.522E-01	-5.019E-02	0.00	0.00	0.00	8.147E-03
		1.97	2.800E-01	-5.019E-02	0.00	0.00	0.00	5.750E-02
43	LOAD1							
		0.00	-5.21	-5.508E-02	0.00	0.00	0.00	-8.461E-03
		1.26	-5.24	-3.269E-02	0.00	0.00	0.00	4.694E-02
		2.52	-5.27	-1.031E-02	0.00	0.00	0.00	7.408E-02
44	LOAD1							
		0.00	3.81	-1.352E-01	0.00	0.00	0.00	-1.356E-01
		1.14	3.84	-1.352E-01	0.00	0.00	0.00	1.885E-02
		2.28	3.87	-1.352E-01	0.00	0.00	0.00	1.733E-01
45	LOAD1							
		0.00	-7.56	-6.620E-02	0.00	0.00	0.00	-7.153E-02
		1.39	-7.59	-4.381E-02	0.00	0.00	0.00	4.895E-03
		2.78	-7.62	-2.143E-02	0.00	0.00	0.00	5.022E-02
46	LOAD1							
		0.00	13.43	-1.110E-04	0.00	0.00	0.00	-1.570E-04
		1.30	13.47	-1.110E-04	0.00	0.00	0.00	-1.268E-05
		2.60	13.51	-1.110E-04	0.00	0.00	0.00	1.316E-04
47	LOAD1							
		0.00	-7.59	2.126E-02	0.00	0.00	0.00	4.996E-02
		1.39	-7.56	4.364E-02	0.00	0.00	0.00	4.879E-03
		2.78	-7.53	6.603E-02	0.00	0.00	0.00	-7.130E-02
48	LOAD1							
		0.00	3.78	1.349E-01	0.00	0.00	0.00	1.351E-01
		1.14	3.81	1.349E-01	0.00	0.00	0.00	-1.886E-02
		2.28	3.84	1.349E-01	0.00	0.00	0.00	-1.729E-01
49	LOAD1							
		0.00	-5.24	1.005E-02	0.00	0.00	0.00	7.374E-02
		1.26	-5.21	3.243E-02	0.00	0.00	0.00	4.692E-02
		2.52	-5.18	5.482E-02	0.00	0.00	0.00	-8.151E-03
50	LOAD1							
		0.00	1.934E-01	4.958E-02	0.00	0.00	0.00	4.062E-02
	9.8E-01		2.212E-01	4.958E-02	0.00	0.00	0.00	-8.138E-03
		1.97	2.490E-01	4.958E-02	0.00	0.00	0.00	-5.690E-02
51	LOAD1							
		0.00	-1.645E-01	-2.419E-02	0.00	0.00	0.00	3.674E-02
		1.14	-1.412E-01	-1.806E-03	0.00	0.00	0.00	5.160E-02
		2.29	-1.179E-01	2.058E-02	0.00	0.00	0.00	4.087E-02

SAP2000 v7.10 File: PROYECTO.V1 Ton-m Units PAGE 5
3/3/23 17:49:09

Unizar

F R A M E E L E M E N T F O R C E S

FRAME	LOAD	LOC	P	V2	V3	T	M2	M3
52	LOAD1							
		0.00	-4.08	-1.291E-02	0.00	0.00	0.00	-2.306E-02
	8.3E-01		-4.05	-1.291E-02	0.00	0.00	0.00	-1.240E-02
		1.65	-4.03	-1.291E-02	0.00	0.00	0.00	-1.751E-03
53	LOAD1							
		0.00	6.46	-6.978E-02	0.00	0.00	0.00	7.556E-03
		1.03	6.48	-4.739E-02	0.00	0.00	0.00	6.819E-02
		2.07	6.50	-2.501E-02	0.00	0.00	0.00	1.057E-01
54	LOAD1							
		0.00	-9.21	-2.497E-01	0.00	0.00	0.00	-1.806E-01
	6.7E-01		-9.19	-2.497E-01	0.00	0.00	0.00	-1.415E-02
		1.33	-9.17	-2.497E-01	0.00	0.00	0.00	1.523E-01

55	LOAD1	0.00	16.81	-9.221E-02	0.00	0.00	0.00	-4.184E-03
		9.4E-01	16.82	-6.982E-02	0.00	0.00	0.00	7.204E-02
		1.88	16.84	-4.744E-02	0.00	0.00	0.00	1.272E-01
56	LOAD1	0.00	-15.92	-8.161E-01	0.00	0.00	0.00	-4.236E-01
		5.1E-01	-15.90	-8.161E-01	0.00	0.00	0.00	-8.800E-03
		1.02	-15.89	-8.161E-01	0.00	0.00	0.00	4.060E-01
57	LOAD1	0.00	39.65	-1.756E-02	0.00	0.00	0.00	1.122E-01
		8.7E-01	39.67	3.103E-02	0.00	0.00	0.00	1.064E-01
		1.73	39.69	7.961E-02	0.00	0.00	0.00	5.852E-02



Escuela Politécnica
Superior - Huesca
Universidad Zaragoza

ANEJO X: DISTRIBUCIÓN EN PLANTA

PROYECTO DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA FÁBRICA DE CERVEZA
ARTESANAL EN EL MUNICIPIO DE SALLEN DE GÁLLEGO (HUESCA).

SOFÍA NIEVES CALVO

TRABAJO FIN DE GRADO - 2023

Ingeniería Agroalimentaria y del Medio Rural – Mención Industrias Agrarias y Agroalimentarias

ÍNDICE

1.	Introducción	2
2.	División por zonas	2
2.1.	Sala de cata y restauración	2
2.2.	Almacén de producto terminado y de materias primas	2
2.3.	Planta de producción	2
2.4.	Vestuarios.....	2
2.5.	Sala de reuniones y oficinas	2
2.6.	Sanitarios públicos y de personal.....	3
2.7.	Almacén de productos de limpieza	3
2.8.	Almacén y salida de residuos	3
3.	Resumen.....	3

1. Introducción

En el presente Anejo se describen las distintas zonas en las que se divide la planta de la fábrica de cerveza. Se corresponden al plano nº3 del documento Planos.

2. División por zonas

2.1. Sala de cata y restauración

La planta contará con un espacio destinado a la cata del producto final abierto al público y a visitas guiadas con el objetivo de dar a conocer las variedades de cerveza producida. Se podrá vender en este espacio directamente al cliente a precios más reducidos que en otros locales de venta.

2.2. Almacén de producto terminado y de materias primas

Comprenderán los espacios de almacenaje tanto de materias primas, sacos de lúpulo, malta de cebada y levadura; y de producto terminado.

2.3. Planta de producción

La planta de producción incluirá todos los equipos del proceso, separados entre la zona caliente y zona fría para mejorar el rendimiento energético. Cuenta con espacio disponible para posibles ampliaciones de la línea de producción y llevar a cabo visitas guiadas.

2.4. Vestuarios

Antes de acceder a la planta de producción, hay una zona de vestuarios equipados con baño y taquillas para que los operarios puedan equiparse con sus correspondientes uniformes, gorro y guantes. Comunican el pasillo principal con el espacio productivo para evitar la exposición de la línea productiva a la contaminación externa.

2.5. Sala de reuniones y oficinas

La fábrica dispondrá de una zona de oficinas desde la que llevar los aspectos relacionados con la contabilidad y comercialización; entre otros asuntos. Contará con una sala de reuniones y un espacio con equipamiento de oficina.

2.6. Sanitarios públicos y de personal

Tanto la zona de oficinas como la sala de catas y visitas cuentan con sanitarios propios, incluyendo uno apto para minusválidos.

2.7. Almacén de productos de limpieza

La nave dispondrá de un almacén de productos de limpieza y desinfección conectado tanto a la planta de producción como a la de oficinas.

2.8. Almacén y salida de residuos

Se contará con una sala de almacén de residuos aislada y conectada directamente con el exterior para evitar el cruce de éstos con la línea de procesado. El gestor correspondiente será el encargado de su recogida.

3. Resumen

La tabla 1 recoge las áreas correspondientes a cada zona de la planta y se corresponde con el plano N° 3 “LAYOUT” adjunto en el documento n° 3 de Planos.

Tabla 1. División en zonas de la planta y superficies correspondientes.

Zona	Código	Superficie (m ²)
Sala de cata y restauración	1	138.17
Almacén de producto terminado	2	63.72
Almacén de materias primas	3	63.72
Planta de producción	4	251.64
Vestuarios	5	101.82
Sala de reuniones	6	56.20
Oficinas	7	40
Sanitarios públicos	8	15.13
Sanitarios personal	9	10.64
Almacén productos de limpieza	10	10.12
Almacén y salida de residuos	11	6.46



Escuela Politécnica
Superior - Huesca
Universidad Zaragoza

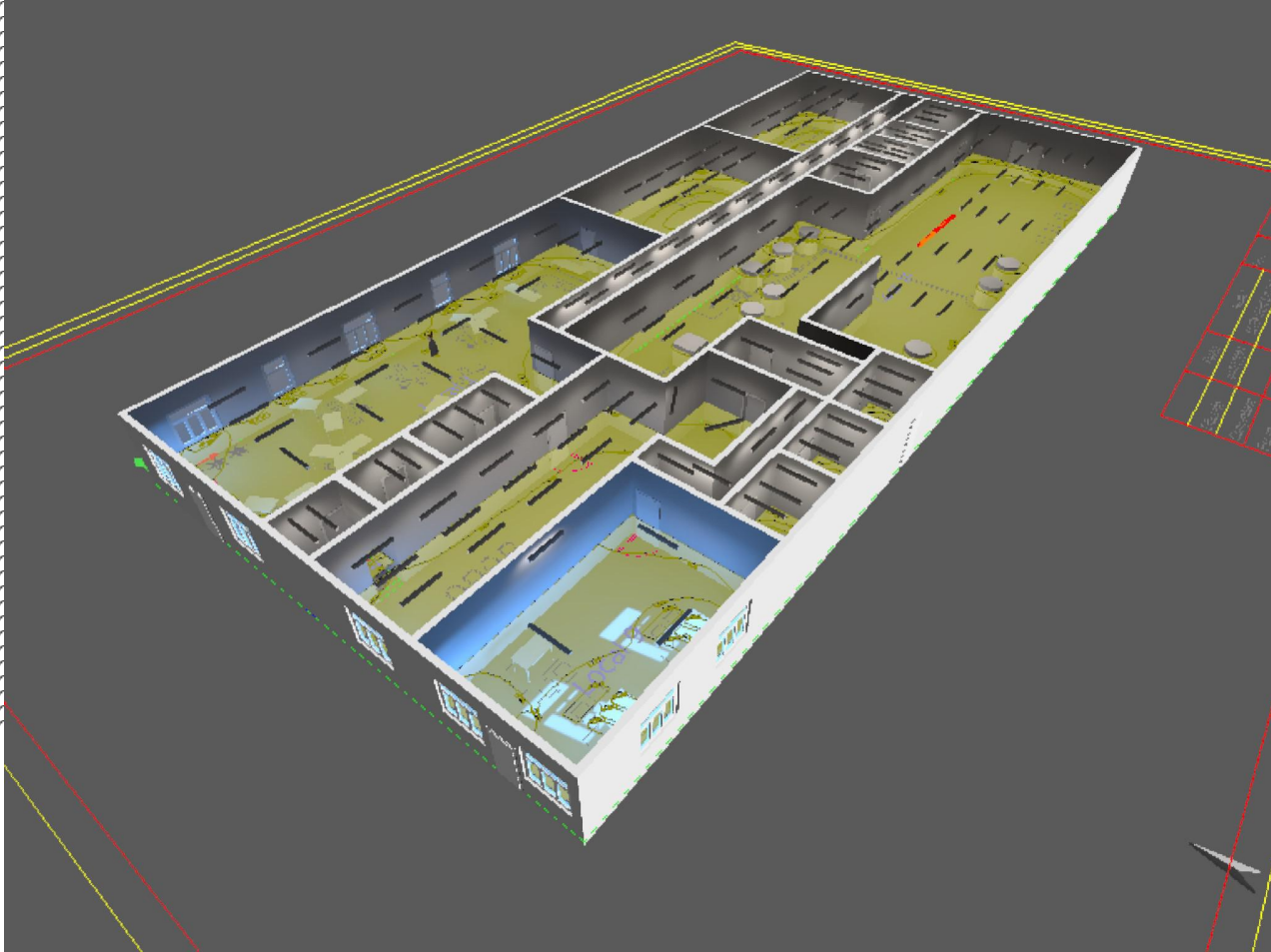
ANEJO XI: INSTALACIÓN ELÉCTRICA: ILUMINACIÓN

PROYECTO DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA FÁBRICA DE CERVEZA
ARTESANAL EN EL MUNICIPIO DE SALLEN DE GÁLLEGO (HUESCA).

SOFÍA NIEVES CALVO

TRABAJO FIN DE GRADO - 2023

Ingeniería Agroalimentaria y del Medio Rural – Mención Industrias Agrarias y Agroalimentarias



Observaciones preliminares

Indicaciones para planificación:

Las magnitudes de consumo de energía no tienen en cuenta escenas de luz ni sus estados de atenuación.

En el marco de esta planificación también fue considerada la luz diurna en los cálculos. Para los cálculos se tomaron como base los siguientes parámetros:

Local: Lüdenscheid

Luminancia en el cénit: 4704 cd/m^2

Categoría de contaminación: Tráfico entre medio y denso, presencia de polvo menor que $600 \text{ microgramos/m}^3$

Contenido

Portada	1
Observaciones preliminares	2
Contenido	3
Lista de luminarias	9

Fichas de producto

Philips - WT470C L1300 1 xLED42S/840 VWB (1x LED42S/840/-)	10
--	----

Terreno 1

Edificación 1

Descripción	11
Imágenes	12
Lista de luminarias	13

Terreno 1 - Edificación 1

Planta (nivel) 1

Lista de locales / Escena de luz 1	14
Lista de luminarias	22
Objetos de cálculo / Escena de luz 1	23
Objetos de cálculo / Escenas de luz para el cociente de luz	27

Terreno 1 - Edificación 1 - Planta (nivel) 1

Local 1

Resumen / Escena de luz 1	31
Plano de situación de luminarias	33
Lista de luminarias	36
Objetos de cálculo / Escena de luz 1	37
Plano útil (Local 1) / Escena de luz 1 / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	39
Superficie útil de cociente de luz diurna (Local 1) / Escenas de luz para el cociente de luz / Cociente de luz diurna	40

Terreno 1 - Edificación 1 - Planta (nivel) 1

Local 3

Resumen / Escena de luz 1	41
Plano de situación de luminarias	43
Lista de luminarias	46

Contenido

Objetos de cálculo / Escena de luz 1	47
Plano útil (Local 3) / Escena de luz 1 / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	49
Superficie útil de cociente de luz diurna (Local 3) / Escenas de luz para el cociente de luz / Cociente de luz diurna	50

Terreno 1 - Edificación 1 - Planta (nivel) 1

Local 4

Resumen / Escena de luz 1	51
Plano de situación de luminarias	53
Lista de luminarias	56
Objetos de cálculo / Escena de luz 1	57
Plano útil (Local 4) / Escena de luz 1 / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	59

Terreno 1 - Edificación 1 - Planta (nivel) 1

Local 5

Resumen / Escena de luz 1	60
Plano de situación de luminarias	62
Lista de luminarias	64
Objetos de cálculo / Escena de luz 1	65
Plano útil (Local 5) / Escena de luz 1 / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	67

Terreno 1 - Edificación 1 - Planta (nivel) 1

Local 6

Resumen / Escena de luz 1	68
Plano de situación de luminarias	70
Lista de luminarias	72
Objetos de cálculo / Escena de luz 1	73
Plano útil (Local 6) / Escena de luz 1 / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	75

Terreno 1 - Edificación 1 - Planta (nivel) 1

Local 7

Resumen / Escena de luz 1	76
Plano de situación de luminarias	78
Lista de luminarias	80
Objetos de cálculo / Escena de luz 1	81

Contenido

Plano útil (Local 7) / Escena de luz 1 / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	83
---	----

Terreno 1 - Edificación 1 - Planta (nivel) 1

Local 8

Resumen / Escena de luz 1	84
Plano de situación de luminarias	86
Lista de luminarias	89
Objetos de cálculo / Escena de luz 1	90
Plano útil (Local 8) / Escena de luz 1 / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	92
Superficie útil de cociente de luz diurna (Local 8) / Escenas de luz para el cociente de luz / Cociente de luz diurna	93

Terreno 1 - Edificación 1 - Planta (nivel) 1

Local 9

Resumen / Escena de luz 1	94
Plano de situación de luminarias	96
Lista de luminarias	98
Objetos de cálculo / Escena de luz 1	99
Plano útil (Local 9) / Escena de luz 1 / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	101
Superficie útil de cociente de luz diurna (Local 9) / Escenas de luz para el cociente de luz / Cociente de luz diurna	102

Terreno 1 - Edificación 1 - Planta (nivel) 1

Local 10

Resumen / Escena de luz 1	103
Plano de situación de luminarias	105
Lista de luminarias	107
Objetos de cálculo / Escena de luz 1	108
Plano útil (Local 10) / Escena de luz 1 / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	110

Terreno 1 - Edificación 1 - Planta (nivel) 1

Local 11

Resumen / Escena de luz 1	111
Plano de situación de luminarias	113
Lista de luminarias	115
Objetos de cálculo / Escena de luz 1	116

Contenido

Plano útil (Local 11) / Escena de luz 1 / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	118
--	-----

Terreno 1 - Edificación 1 - Planta (nivel) 1

Local 12

Resumen / Escena de luz 1	119
Plano de situación de luminarias	121
Lista de luminarias	123
Objetos de cálculo / Escena de luz 1	124
Plano útil (Local 12) / Escena de luz 1 / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	126

Terreno 1 - Edificación 1 - Planta (nivel) 1

Local 13

Resumen / Escena de luz 1	127
Plano de situación de luminarias	129
Lista de luminarias	131
Objetos de cálculo / Escena de luz 1	132
Plano útil (Local 13) / Escena de luz 1 / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	134

Terreno 1 - Edificación 1 - Planta (nivel) 1

Local 14

Resumen / Escena de luz 1	135
Plano de situación de luminarias	137
Lista de luminarias	141
Objetos de cálculo / Escena de luz 1	142
Plano útil (Local 14) / Escena de luz 1 / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	144
Superficie útil de cociente de luz diurna (Local 14) / Escenas de luz para el cociente de luz / Cociente de luz diurna	145

Terreno 1 - Edificación 1 - Planta (nivel) 1

Local 15

Resumen / Escena de luz 1	146
Plano de situación de luminarias	148
Lista de luminarias	150
Objetos de cálculo / Escena de luz 1	151
Plano útil (Local 15) / Escena de luz 1 / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	153

Contenido

Superficie útil de cociente de luz diurna (Local 15) / Escenas de luz para el cociente de luz / Cociente de luz diurna	154
--	-----

Terreno 1 - Edificación 1 - Planta (nivel) 1

Local 16

Resumen / Escena de luz 1	155
Resumen / Escenas de luz para el cociente de luz	157
Plano de situación de luminarias	159
Lista de luminarias	161
Objetos de cálculo / Escena de luz 1	162
Plano útil (Local 16) / Escena de luz 1 / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	164
Superficie útil de cociente de luz diurna (Local 16) / Escenas de luz para el cociente de luz / Cociente de luz diurna	165

Terreno 1 - Edificación 1 - Planta (nivel) 1

Local 17

Resumen / Escena de luz 1	166
Plano de situación de luminarias	168
Lista de luminarias	170
Objetos de cálculo / Escena de luz 1	171
Plano útil (Local 17) / Escena de luz 1 / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	173
Superficie útil de cociente de luz diurna (Local 17) / Escenas de luz para el cociente de luz / Cociente de luz diurna	174

Terreno 1 - Edificación 1 - Planta (nivel) 1

Local 18

Resumen / Escena de luz 1	175
Plano de situación de luminarias	177
Lista de luminarias	179
Objetos de cálculo / Escena de luz 1	180
Plano útil (Local 18) / Escena de luz 1 / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	182
Superficie útil de cociente de luz diurna (Local 18) / Escenas de luz para el cociente de luz / Cociente de luz diurna	183

Terreno 1 - Edificación 1 - Planta (nivel) 1

Local 19

Resumen / Escena de luz 1	184
---------------------------	-----

Contenido

Plano de situación de luminarias	186
Lista de luminarias	188
Objetos de cálculo / Escena de luz 1	189
Plano útil (Local 19) / Escena de luz 1 / Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	191
Superficie útil de cociente de luz diurna (Local 19) / Escenas de luz para el cociente de luz / Cociente de luz diurna	192

Lista de luminarias

Φ_{total} 764218 lm	P_{total} 5551.0 W	Rendimiento lumínico 137.7 lm/W
-----------------------------	-------------------------	------------------------------------

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
182	PHILIPS		WT470C L1300 1 xLED42S/840 VWB	30.5 W	4199 lm	137.7 lm/W

Ficha de producto

PHILIPS WT470C L1300 1 xLED42S/840 VWB

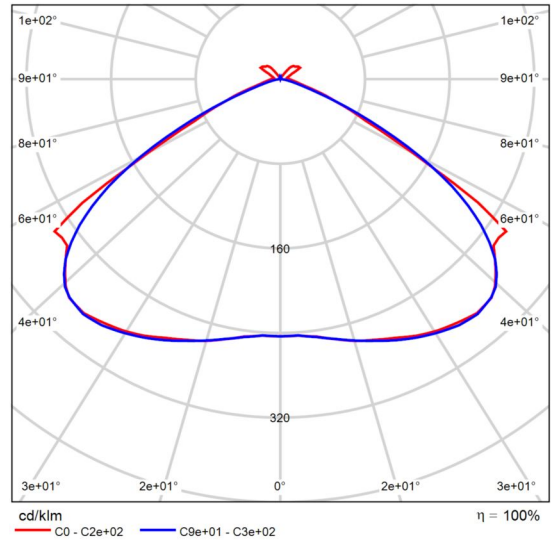


N° de artículo	
P	30.5 W
Φ Lámpara	4200 lm
Φ Luminaria	4199 lm
η	99.98 %
Rendimiento lumínico	137.7 lm/W
CCT	3000 K
CRI	100

Excelente calidad de la luz con alta eficiencia PacificLED gen4 es una luminaria LED estanca, fiable y de alta eficiencia que ofrece una excelente calidad de luz con una distribución de luz uniforme sin franjas ni artefactos de color visibles. La gama proporciona una construcción modular que permite una actualización y mantenimiento sencillos.

El nuevo sistema óptico brinda iluminación sin distorsiones con una orientación visual mejorada, lo que la hace especialmente idónea para la industria en general, los almacenes y los aparcamientos. La gama también ofrece la opción de diversas ópticas para garantizar un sistema de iluminación optimizado para una amplia variedad de aplicaciones.

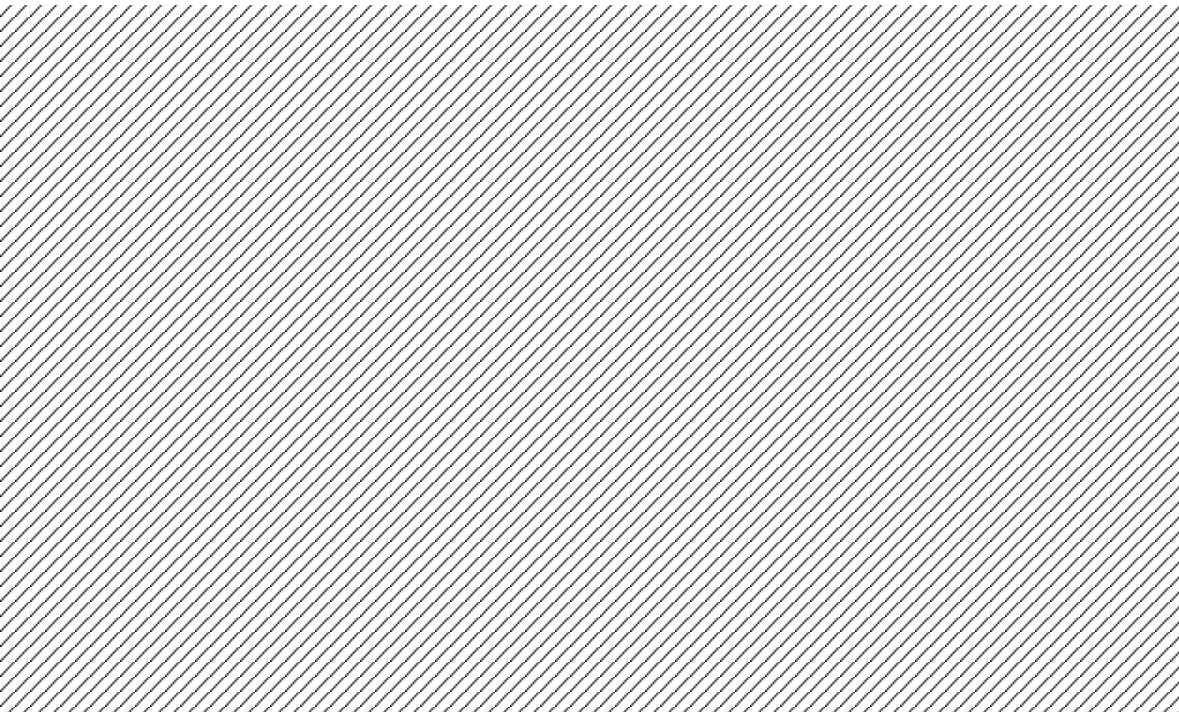
Para aplicaciones industriales, PacificLED gen4 dispone de una arquitectura de producto abierta con acceso a la bandeja portaequipos sin necesidad de herramientas y un innovador diseño con conector integrado para una instalación rápida y sencilla. La abrazadera de montaje de una sola pieza garantiza que no haya pequeños componentes sueltos, lo que podría afectar al proceso de producción principal.



CDL polar

Valoración de deslumbramiento según UGR												
ρ Techo	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	30	30
ρ Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	30	30
ρ Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Tamaño del local X Y	Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara						
2H	2H	20.3	21.6	20.6	21.9	22.2	21.1	22.4	21.5	22.7	23.0	23.0
	3H	20.4	21.6	20.8	21.9	22.3	21.4	22.6	21.8	22.9	23.3	23.3
	4H	20.4	21.5	20.8	21.9	22.2	21.4	22.5	21.8	22.8	23.2	23.2
	6H	20.4	21.4	20.8	21.8	22.2	21.3	22.3	21.7	22.7	23.1	23.1
	8H	20.4	21.3	20.8	21.7	22.1	21.3	22.2	21.7	22.6	23.1	23.1
	12H	20.3	21.3	20.8	21.7	22.1	21.2	22.2	21.7	22.6	23.0	23.0
4H	2H	20.6	21.7	21.0	22.0	22.4	21.3	22.4	21.7	22.7	23.1	23.1
	3H	20.8	21.7	21.3	22.1	22.6	21.7	22.6	22.1	23.0	23.4	23.4
	4H	20.8	21.6	21.3	22.1	22.5	21.7	22.5	22.2	22.9	23.4	23.4
	6H	20.8	21.5	21.3	22.0	22.5	21.6	22.3	22.1	22.8	23.3	23.3
	8H	20.8	21.5	21.3	21.9	22.4	21.6	22.3	22.1	22.7	23.2	23.2
	12H	20.8	21.4	21.3	21.9	22.4	21.6	22.2	22.1	22.7	23.2	23.2
8H	4H	20.8	21.4	21.3	21.9	22.4	21.6	22.3	22.1	22.7	23.2	23.2
	6H	20.8	21.3	21.3	21.8	22.4	21.6	22.1	22.1	22.6	23.2	23.2
	8H	20.8	21.3	21.4	21.8	22.4	21.6	22.0	22.1	22.6	23.1	23.1
	12H	20.8	21.2	21.4	21.8	22.4	21.5	21.9	22.1	22.5	23.1	23.1
12H	4H	20.8	21.4	21.3	21.8	22.4	21.6	22.2	22.1	22.7	23.2	23.2
	6H	20.8	21.3	21.3	21.8	22.3	21.6	22.0	22.1	22.6	23.1	23.1
	8H	20.8	21.2	21.4	21.7	22.3	21.5	22.0	22.1	22.5	23.1	23.1
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias												
S = 1.0H		+0.4 / -0.4					+0.2 / -0.2					
S = 1.5H		+1.3 / -2.4					+1.0 / -1.4					
S = 2.0H		+2.4 / -4.5					+2.3 / -4.2					
Tabla estándar		BK01					BK01					
Sumando de corrección		3.1					3.8					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 4200lm Flujo luminoso total												

Diagrama UGR (SHR: 0.25)



Edificación 1

Descripción

Imágenes

Edificación 1

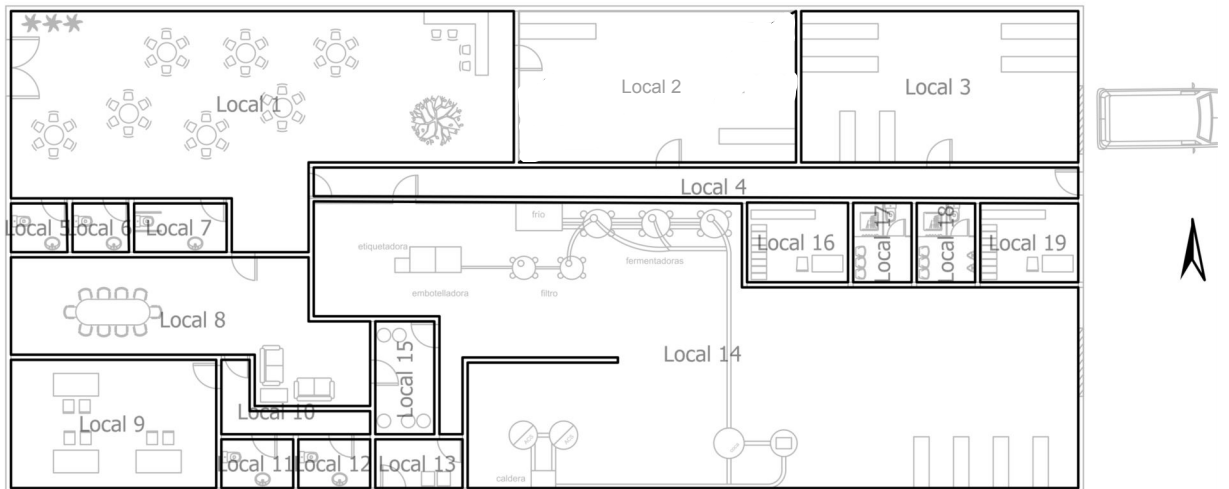
Lista de luminarias

Φ_{total} 764218 lm	P_{total} 5551.0 W	Rendimiento lumínico 137.7 lm/W
-----------------------------	-------------------------	------------------------------------

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
182	PHILIPS		WT470C L1300 1 xLED42S/840 VWB	30.5 W	4199 lm	137.7 lm/W

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 (Escena de luz 1)

Lista de locales



Edificación 1 · Planta (nivel) 1 (Escena de luz 1)

Lista de locales

Local 1

P_{total} 610.0 W	A_{Local} 138.17 m ²	Potencia específica de conexión 4.41 W/m ² = 0.69 W/m ² /100 lx (Local)	$\bar{E}_{horizontal}$ (Plano útil) 637 lx
------------------------	--------------------------------------	---	---

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi_{Luminaria}$
20	PHILIPS		WT470C L1300 1 xLED42S/840 VWB	30.5 W	4199 lm

Local 2

P_{total} 457.5 W	A_{Local} 63.72 m ²	Potencia específica de conexión 7.18 W/m ² = 0.91 W/m ² /100 lx (Local) 14.36 W/m ² = 1.82 W/m ² /100 lx (Plano útil)	$\bar{E}_{horizontal}$ (Plano útil) 791 lx
------------------------	-------------------------------------	--	---

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi_{Luminaria}$
15	PHILIPS		WT470C L1300 1 xLED42S/840 VWB	30.5 W	4199 lm

Local 3

P_{total} 457.5 W	A_{Local} 63.72 m ²	Potencia específica de conexión 7.18 W/m ² = 0.98 W/m ² /100 lx (Local)	$\bar{E}_{horizontal}$ (Plano útil) 735 lx
------------------------	-------------------------------------	---	---

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi_{Luminaria}$
15	PHILIPS		WT470C L1300 1 xLED42S/840 VWB	30.5 W	4199 lm

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 (Escena de luz 1)

Lista de locales

Local 4

P_{total} 610.0 W	A_{Local} 34.54 m ²	Potencia específica de conexión 17.66 W/m ² = 2.41 W/m ² /100 lx (Local)	E_{horizontal} (Plano útil) 733 lx
-------------------------------------	--	--	--

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ _{Luminaria}
20	PHILIPS		WT470C L1300 1 xLED42S/840 VWB	30.5 W	4199 lm

Local 5

P_{total} 61.0 W	A_{Local} 4.15 m ²	Potencia específica de conexión 14.71 W/m ² = 2.40 W/m ² /100 lx (Local)	E_{horizontal} (Plano útil) 613 lx
------------------------------------	---	--	--

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ _{Luminaria}
2	PHILIPS		WT470C L1300 1 xLED42S/840 VWB	30.5 W	4199 lm

Local 6

P_{total} 61.0 W	A_{Local} 4.14 m ²	Potencia específica de conexión 14.72 W/m ² = 2.74 W/m ² /100 lx (Local)	E_{horizontal} (Plano útil) 537 lx
------------------------------------	---	--	--

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ _{Luminaria}
2	PHILIPS		WT470C L1300 1 xLED42S/840 VWB	30.5 W	4199 lm

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 (Escena de luz 1)

Lista de locales

Local 7

P_{total} 91.5 W	A_{Local} 6.84 m ²	Potencia específica de conexión 13.38 W/m ² = 2.14 W/m ² /100 lx (Local)	E_{horizontal} (Plano útil) 624 lx
------------------------------------	---	--	--

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ _{Luminaria}
3	PHILIPS		WT470C L1300 1 xLED42S/840 VWB	30.5 W	4199 lm

Local 8

P_{total} 549.0 W	A_{Local} 56.20 m ²	Potencia específica de conexión 9.77 W/m ² = 1.07 W/m ² /100 lx (Local)	E_{horizontal} (Plano útil) 912 lx
-------------------------------------	--	---	--

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ _{Luminaria}
18	PHILIPS		WT470C L1300 1 xLED42S/840 VWB	30.5 W	4199 lm

Local 9

P_{total} 122.0 W	A_{Local} 40.00 m ²	Potencia específica de conexión 3.05 W/m ² = 0.19 W/m ² /100 lx (Local)	E_{horizontal} (Plano útil) 1620 lx
-------------------------------------	--	---	---

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ _{Luminaria}
4	PHILIPS		WT470C L1300 1 xLED42S/840 VWB	30.5 W	4199 lm

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 (Escena de luz 1)

Lista de locales

Local 10

P_{total} 122.0 W	A_{Local} 7.42 m ²	Potencia específica de conexión 16.44 W/m ² = 3.21 W/m ² /100 lx (Local)	E_{horizontal} (Plano útil) 512 lx
-------------------------------------	---	--	--

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ _{Luminaria}
4	PHILIPS		WT470C L1300 1 xLED42S/840 VWB	30.5 W	4199 lm

Local 11

P_{total} 91.5 W	A_{Local} 5.32 m ²	Potencia específica de conexión 17.20 W/m ² = 2.41 W/m ² /100 lx (Local)	E_{horizontal} (Plano útil) 715 lx
------------------------------------	---	--	--

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ _{Luminaria}
3	PHILIPS		WT470C L1300 1 xLED42S/840 VWB	30.5 W	4199 lm

Local 12

P_{total} 91.5 W	A_{Local} 5.32 m ²	Potencia específica de conexión 17.20 W/m ² = 2.40 W/m ² /100 lx (Local)	E_{horizontal} (Plano útil) 717 lx
------------------------------------	---	--	--

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ _{Luminaria}
3	PHILIPS		WT470C L1300 1 xLED42S/840 VWB	30.5 W	4199 lm

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 (Escena de luz 1)

Lista de locales

Local 13

P_{total} 91.5 W	A_{Local} 6.46 m ²	Potencia específica de conexión 14.16 W/m ² = 2.19 W/m ² /100 lx (Local)	E_{horizontal} (Plano útil) 645 lx
------------------------------------	---	--	--

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ _{Luminaria}
3	PHILIPS		WT470C L1300 1 xLED42S/840 VWB	30.5 W	4199 lm

Local 14

P_{total} 1525.0 W	A_{Local} 251.64 m ²	Potencia específica de conexión 6.06 W/m ² = 0.98 W/m ² /100 lx (Local)	E_{horizontal} (Plano útil) 619 lx
--------------------------------------	---	---	--

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ _{Luminaria}
50	PHILIPS		WT470C L1300 1 xLED42S/840 VWB	30.5 W	4199 lm

Local 15

P_{total} 122.0 W	A_{Local} 10.12 m ²	Potencia específica de conexión 12.06 W/m ² = 1.80 W/m ² /100 lx (Local)	E_{horizontal} (Plano útil) 669 lx
-------------------------------------	--	--	--

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ _{Luminaria}
4	PHILIPS		WT470C L1300 1 xLED42S/840 VWB	30.5 W	4199 lm

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 (Escena de luz 1)

Lista de locales

Local 16

P_{total} 122.0 W	A_{Local} 12.22 m ²	Potencia específica de conexión 9.99 W/m ² = 1.56 W/m ² /100 lx (Local)	E_{horizontal} (Plano útil) 639 lx
-------------------------------------	--	---	--

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ _{Luminaria}
4	PHILIPS		WT470C L1300 1 xLED42S/840 VWB	30.5 W	4199 lm

Local 17

P_{total} 152.5 W	A_{Local} 7.04 m ²	Potencia específica de conexión 21.65 W/m ² = 2.08 W/m ² /100 lx (Local)	E_{horizontal} (Plano útil) 1042 lx
-------------------------------------	---	--	---

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ _{Luminaria}
5	PHILIPS		WT470C L1300 1 xLED42S/840 VWB	30.5 W	4199 lm

Local 18

P_{total} 122.0 W	A_{Local} 7.02 m ²	Potencia específica de conexión 17.39 W/m ² = 2.04 W/m ² /100 lx (Local)	E_{horizontal} (Plano útil) 851 lx
-------------------------------------	---	--	--

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ _{Luminaria}
4	PHILIPS		WT470C L1300 1 xLED42S/840 VWB	30.5 W	4199 lm

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 (Escena de luz 1)

Lista de locales

Local 19

P_{total} 91.5 W	A_{Local} 11.76 m ²	Potencia específica de conexión 7.78 W/m ² = 1.55 W/m ² /100 lx (Local)	$\bar{E}_{horizontal}$ (Plano útil) 503 lx
-----------------------	-------------------------------------	---	---

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	$\Phi_{Luminaria}$
3	PHILIPS		WT470C L1300 1 xLED42S/840 VWB	30.5 W	4199 lm

Edificación 1 · Planta (nivel) 1

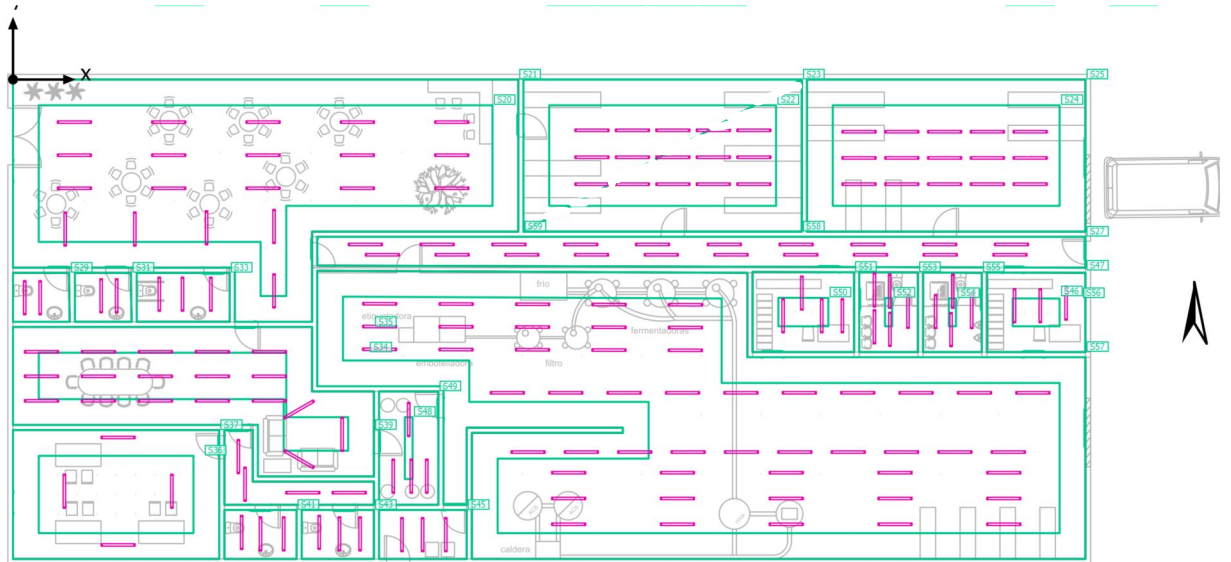
Lista de luminarias

Φ_{total} 764218 lm	P_{total} 5551.0 W	Rendimiento lumínico 137.7 lm/W
-----------------------------	-------------------------	------------------------------------

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
182	PHILIPS		WT470C L1300 1 xLED42S/840 VWB	30.5 W	4199 lm	137.7 lm/W

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 (Escena de luz 1)

Objetos de cálculo



Edificación 1 · Planta (nivel) 1 (Escena de luz 1)

Objetos de cálculo

Planos útiles

Propiedades	\bar{E} (Nominal)	E_{\min}	E_{\max}	g_1	g_2	Índice
Plano útil (Local 1) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	637 lx (≥ 500 lx) ✓	153 lx	2423 lx	0.24	0.063	S21
Plano útil (Local 2) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	791 lx (≥ 500 lx) ✓	191 lx	1349 lx	0.24	0.14	S23
Plano útil (Local 3) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	735 lx (≥ 500 lx) ✓	197 lx	1292 lx	0.27	0.15	S25
Plano útil (Local 4) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	733 lx (≥ 500 lx) ✓	210 lx	831 lx	0.29	0.25	S27
Plano útil (Local 5) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	613 lx (≥ 500 lx) ✓	462 lx	921 lx	0.75	0.50	S29
Plano útil (Local 6) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	537 lx (≥ 500 lx) ✓	450 lx	592 lx	0.84	0.76	S31
Plano útil (Local 7) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	624 lx (≥ 500 lx) ✓	486 lx	724 lx	0.78	0.67	S33
Plano útil (Local 8) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	912 lx (≥ 500 lx) ✓	299 lx	2848 lx	0.33	0.10	S35
Plano útil (Local 9) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	1620 lx (≥ 500 lx) ✓	253 lx	10177 lx	0.16	0.025	S37
Plano útil (Local 10) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	512 lx (≥ 500 lx) ✓	403 lx	609 lx	0.79	0.66	S39
Plano útil (Local 11) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	715 lx (≥ 500 lx) ✓	605 lx	816 lx	0.85	0.74	S41

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 (Escena de luz 1)

Objetos de cálculo

Propiedades	\bar{E} (Nominal)	E_{\min}	E_{\max}	g_1	g_2	Índice
Plano útil (Local 12) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	717 lx (≥ 500 lx) ✓	603 lx	814 lx	0.84	0.74	S43
Plano útil (Local 13) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	645 lx (≥ 500 lx) ✓	520 lx	745 lx	0.81	0.70	S45
Plano útil (Local 14) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	619 lx (≥ 500 lx) ✓	4.01 lx	969 lx	0.006	0.004	S47
Plano útil (Local 15) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	669 lx (≥ 500 lx) ✓	375 lx	856 lx	0.56	0.44	S49
Plano útil (Local 16) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	639 lx (≥ 500 lx) ✓	384 lx	812 lx	0.60	0.47	S51
Plano útil (Local 17) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	1042 lx (≥ 500 lx) ✓	822 lx	1194 lx	0.79	0.69	S53
Plano útil (Local 18) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	851 lx (≥ 500 lx) ✓	676 lx	984 lx	0.79	0.69	S55
Plano útil (Local 19) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	503 lx (≥ 500 lx) ✓	324 lx	635 lx	0.64	0.51	S57
Plano útil (Almacén materias primas) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	734 lx (≥ 500 lx) ✓	154 lx	1352 lx	0.21	0.11	S58
Plano útil (Área 2) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	734 lx (≥ 500 lx) ✓	154 lx	1352 lx	0.21	0.11	S59

Luz diurna

Propiedades	D_m	D_{\min}	D_{\max}	g_1	g_2	Índice
-------------	-------	------------	------------	-------	-------	--------

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 (Escena de luz 1)

Objetos de cálculo

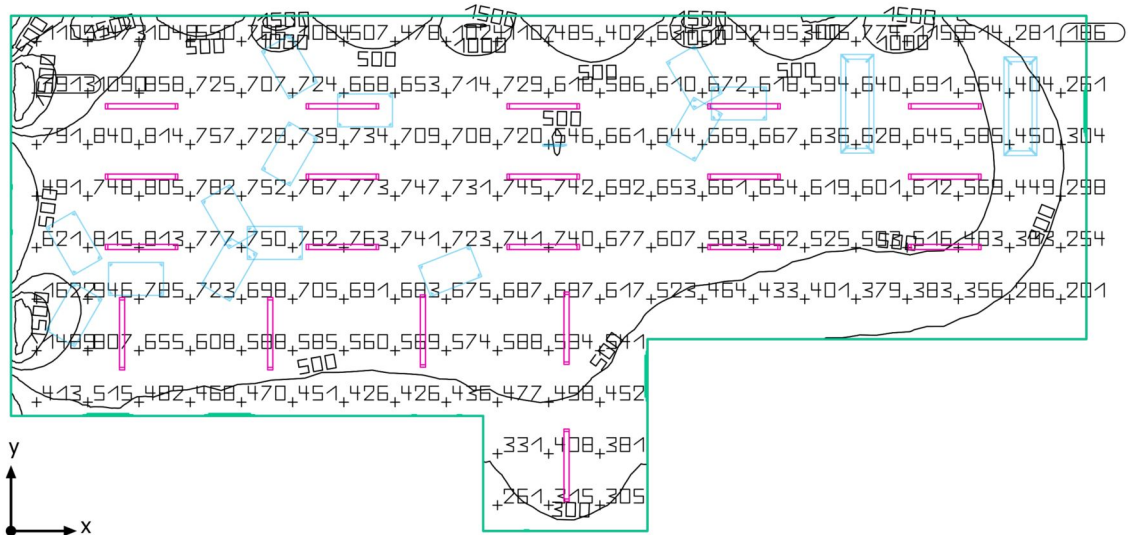
Propiedades	D _m	D _{mín}	D _{máx}	g ₁	g ₂	Índice
Superficie útil de cociente de luz diurna (Local 1) Cociente de luz diurna Altura: 0.850 m, Zona marginal: 1.000 m	1.084 %	0.116 %	5.995 %	-	-	S20
Superficie útil de cociente de luz diurna (Local 2) Cociente de luz diurna Altura: 0.850 m, Zona marginal: 1.000 m	0.000 %	0.000 %	0.000 %	-	-	S22
Superficie útil de cociente de luz diurna (Local 3) Cociente de luz diurna Altura: 0.850 m, Zona marginal: 1.000 m	0.000 %	0.000 %	0.000 %	-	-	S24
Superficie útil de cociente de luz diurna (Local 8) Cociente de luz diurna Altura: 0.850 m, Zona marginal: 1.000 m	0.244 %	0.006 %	1.792 %	-	-	S34
Superficie útil de cociente de luz diurna (Local 9) Cociente de luz diurna Altura: 0.850 m, Zona marginal: 1.000 m	1.842 %	0.478 %	4.851 %	-	-	S36
Superficie útil de cociente de luz diurna (Local 14) Cociente de luz diurna Altura: 0.850 m, Zona marginal: 1.000 m	0.000 %	0.000 %	0.000 %	-	-	S46
Superficie útil de cociente de luz diurna (Local 15) Cociente de luz diurna Altura: 0.850 m, Zona marginal: 1.000 m	0.000 %	0.000 %	0.000 %	-	-	S48
Superficie útil de cociente de luz diurna (Local 16) Cociente de luz diurna Altura: 0.850 m, Zona marginal: 1.000 m	0.000 %	0.000 %	0.000 %	-	-	S50
Superficie útil de cociente de luz diurna (Local 17) Cociente de luz diurna Altura: 0.850 m, Zona marginal: 1.000 m	0.000 %	0.000 %	0.000 %	-	-	S52
Superficie útil de cociente de luz diurna (Local 18) Cociente de luz diurna Altura: 0.850 m, Zona marginal: 1.000 m	0.000 %	0.000 %	0.000 %	-	-	S54
Superficie útil de cociente de luz diurna (Local 19) Cociente de luz diurna Altura: 0.850 m, Zona marginal: 1.000 m	0.000 %	0.000 %	0.000 %	-	-	S56

Indicaciones para planificación:

Proporción de luz diurna para Cielo medio (Luz solar directa) el 06/03/2023 a las 12:00 (Hora estándar Europa Occidental).

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 1 (Escena de luz 1)

Resumen



Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 1 (Escena de luz 1)

Resumen

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
Luz diurna	D	1.084 %	-	-
Plano útil	Ē	637 lx	≥ 500 lx	✓
	g ₁	0.24	-	-
Valores de consumo	Consumo	[1100 - 1700] kWh/a	máx. 4850 kWh/a	✓
Potencia específica de conexión	Local	4.41 W/m ²	-	-
		0.69 W/m ² /100 lx	-	-

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada, Estándar (oficina)

Indicaciones para planificación:

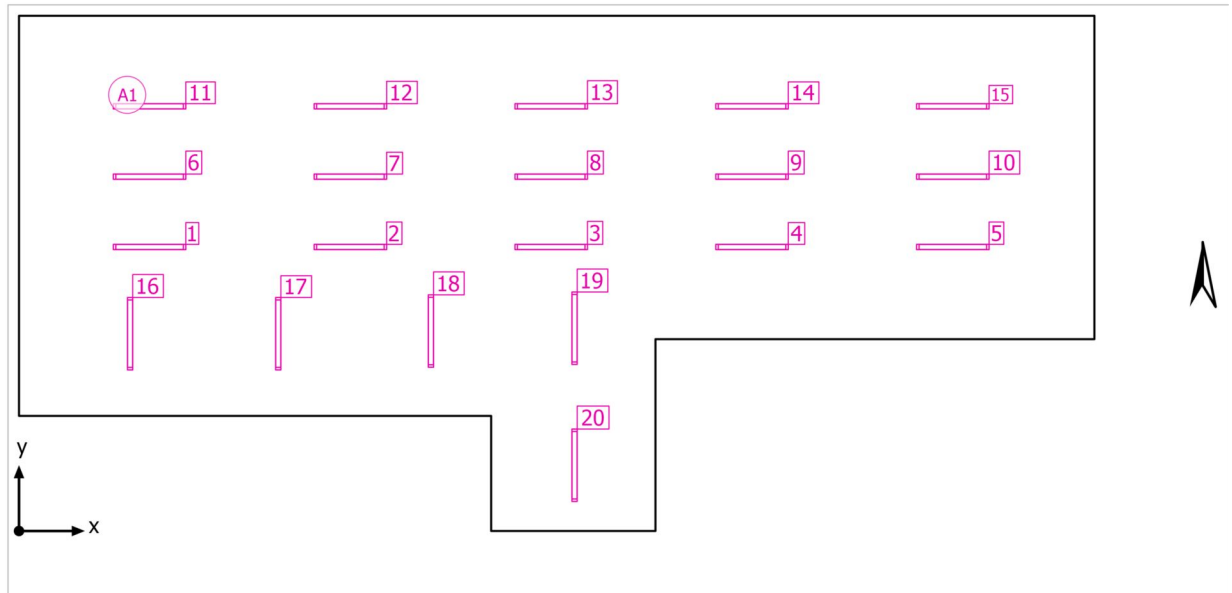
Proporción de luz diurna para Cielo medio (Luz solar directa) el 06/03/2023 a las 12:00 (Hora estándar Europa Occidental). Las condiciones del entorno para "Local 1" son limpio.

Lista de luminarias

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
20	PHILIPS		WT470C L1300 1 xLED42S/840 VWB	30.5 W	4199 lm	137.7 lm/W

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 1

Plano de situación de luminarias



Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 1

Plano de situación de luminarias



Fabricante	PHILIPS
Nº de artículo	
Nombre del artículo	WT470C L1300 1 xLED42S/840 VWB

15 x Philips WT470C L1300 1 xLED42S/840 VWB

Tipo	Disposición en campo	X	Y	Altura de montaje	Luminaria
1era Luminaria (X/Y/Z)	2.380 m, 5.181 m, 3.000 m	2.380 m	5.181 m	3.000 m	1
Dirección X	5 Uni., Centro - centro, 3.660 m	6.040 m	5.181 m	3.000 m	2
		9.700 m	5.181 m	3.000 m	3
Dirección Y	3 Uni., Centro - centro, 1.283 m	13.360 m	5.181 m	3.000 m	4
Organización	A1	17.020 m	5.181 m	3.000 m	5
		2.380 m	6.465 m	3.000 m	6
		6.040 m	6.465 m	3.000 m	7
		9.700 m	6.465 m	3.000 m	8
		13.360 m	6.465 m	3.000 m	9
		17.020 m	6.465 m	3.000 m	10
		2.380 m	7.748 m	3.000 m	11
		6.040 m	7.748 m	3.000 m	12
		9.700 m	7.748 m	3.000 m	13

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 1

Plano de situación de luminarias

X	Y	Altura de montaje	Luminaria
13.360 m	7.748 m	3.000 m	14
17.020 m	7.748 m	3.000 m	15

Luminarias individuales

X	Y	Altura de montaje	Luminaria
2.025 m	3.600 m	3.000 m	16
4.725 m	3.600 m	3.000 m	17
7.508 m	3.648 m	3.000 m	18
10.125 m	3.700 m	3.000 m	19
10.125 m	1.200 m	3.000 m	20

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 1

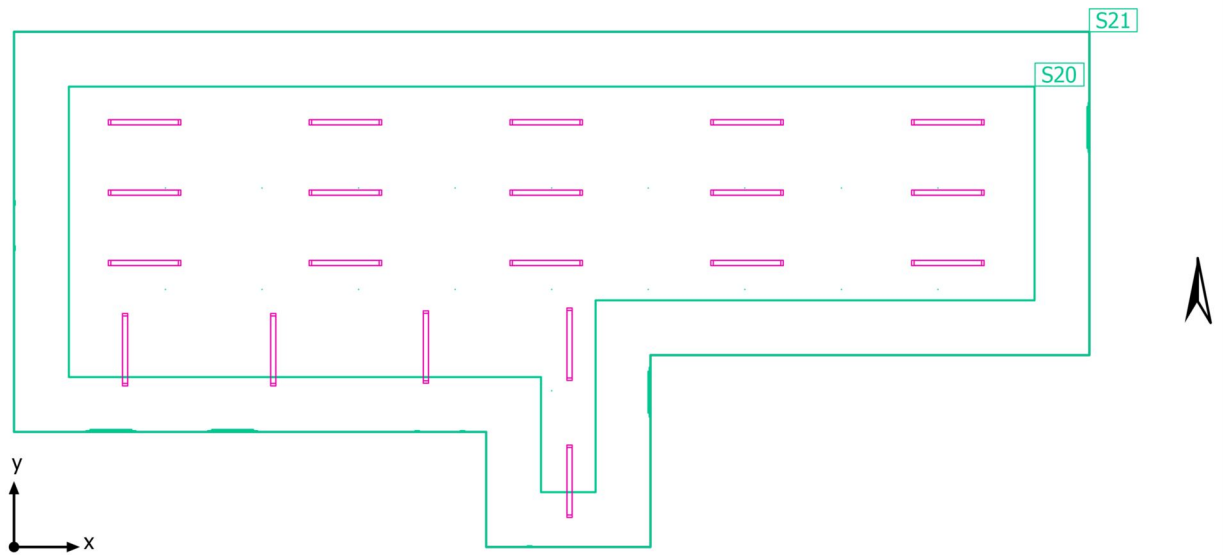
Lista de luminarias

Φ_{total} 83980 lm	P_{total} 610.0 W	Rendimiento lumínico 137.7 lm/W
----------------------------	------------------------	------------------------------------

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
20	PHILIPS		WT470C L1300 1 xLED42S/840 VWB	30.5 W	4199 lm	137.7 lm/W

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 1 (Escena de luz 1)

Objetos de cálculo



Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 1 (Escena de luz 1)

Objetos de cálculo

Planos útiles

Propiedades	\bar{E} (Nominal)	E_{\min}	E_{\max}	g_1	g_2	Índice
Plano útil (Local 1) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	637 lx (≥ 500 lx) ✓	153 lx	2423 lx	0.24	0.063	S21

Luz diurna

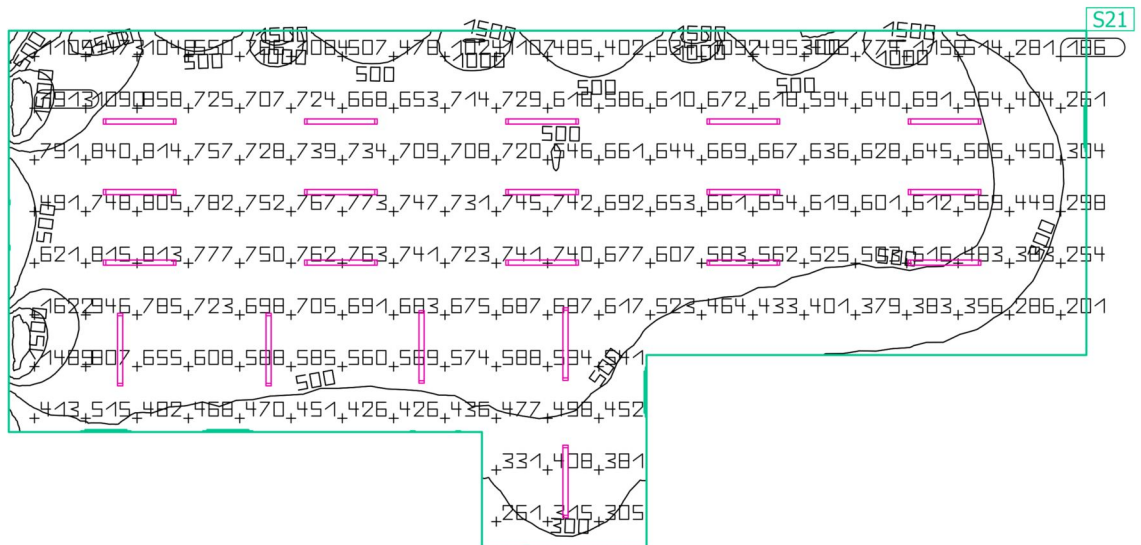
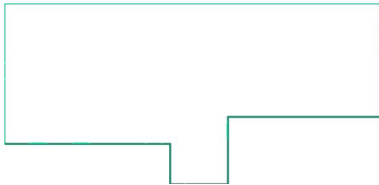
Propiedades	D_m	D_{\min}	D_{\max}	g_1	g_2	Índice
Superficie útil de cociente de luz diurna (Local 1) Cociente de luz diurna Altura: 0.850 m, Zona marginal: 1.000 m	1.084 %	0.116 %	5.995 %	-	-	S20

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada, Estándar (oficina)

Indicaciones para planificación:

Proporción de luz diurna para Cielo medio (Luz solar directa) el 06/03/2023 a las 12:00 (Hora estándar Europa Occidental). Las condiciones del entorno para "Local 1" son limpio.

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 1 (Escena de luz 1)
Plano útil (Local 1)



Propiedades	\bar{E} (Nominal)	E_{min}	E_{max}	g_1	g_2	Índice
Plano útil (Local 1)	637 lx	153 lx	2423 lx	0.24	0.063	S21
Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	(≥ 500 lx)					
Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	✓					

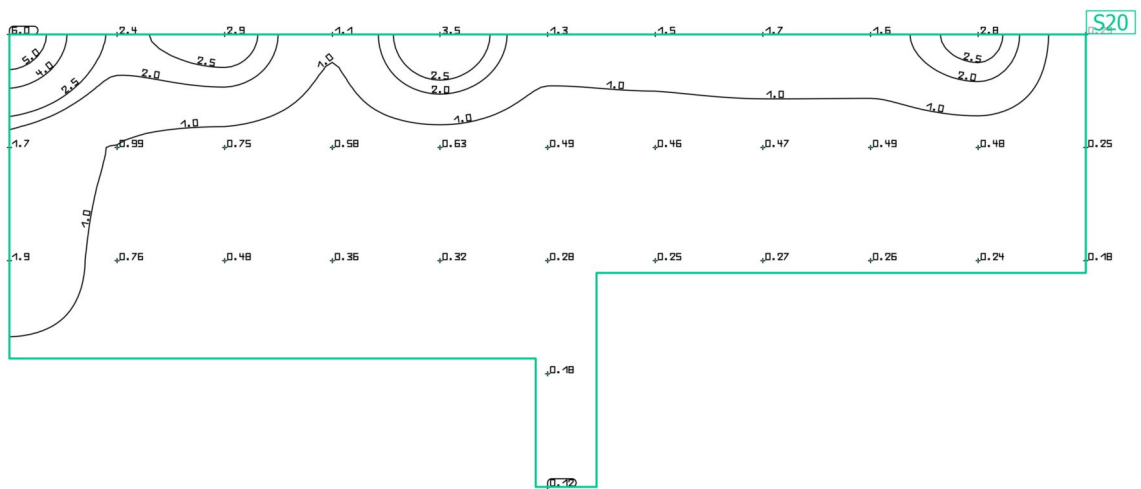
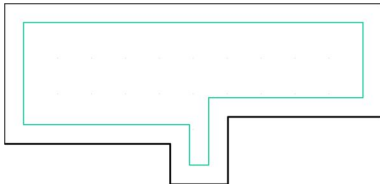
Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada, Estándar (oficina)

Indicaciones para planificación:

Proporción de luz diurna para Cielo medio (Luz solar directa) el 06/03/2023 a las 12:00 (Hora estándar Europa Occidental). Las condiciones del entorno para "Local 1" son limpio.

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 1 (Escenas de luz para el cociente de luz)

Superficie útil de cociente de luz diurna (Local 1)



Propiedades	D_m	D_{min}	D_{max}	g_1	g_2	Índice
Superficie útil de cociente de luz diurna (Local 1) Cociente de luz diurna Altura: 0.850 m, Zona marginal: 1.000 m	1.084 %	0.116 %	5.995 %	-	-	S20

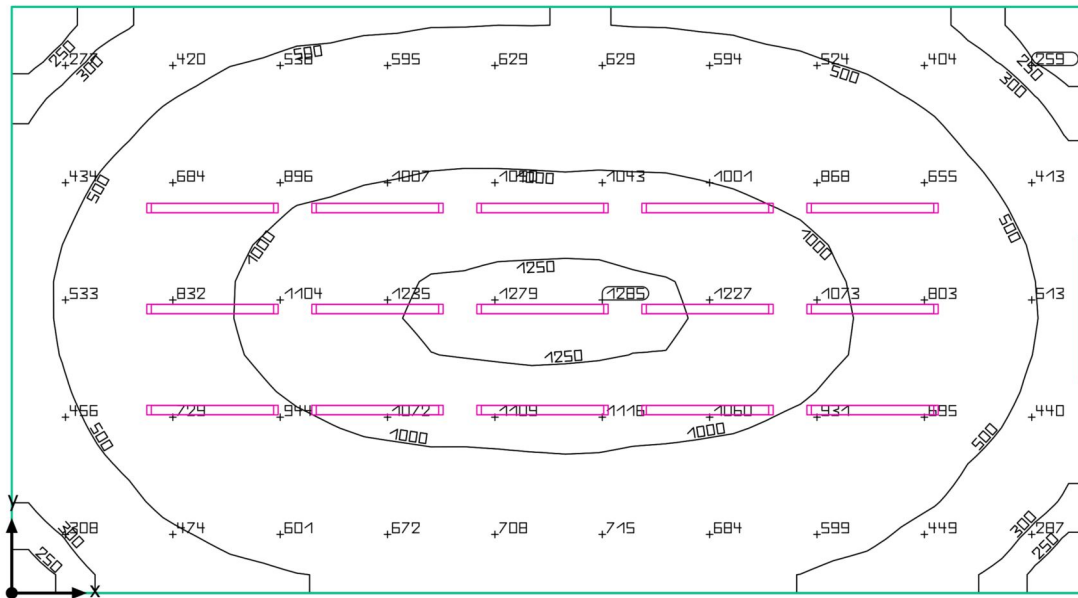
Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada, Estándar (oficina)

Indicaciones para planificación:

Proporción de luz diurna para Cielo cubierto el 06/03/2023 a las 12:00 (Hora estándar Europa Occidental). Las condiciones del entorno para "Local 1" son limpio.

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 3 (Escena de luz 1)

Resumen



Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 3 (Escena de luz 1)

Resumen

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
Luz diurna	D	0.000 %	-	-
Plano útil	Ē	735 lx	≥ 500 lx	✓
	g ₁	0.27	-	-
Valores de consumo	Consumo	1250 kWh/a	máx. 2250 kWh/a	✓
Potencia específica de conexión	Local	7.18 W/m ²	-	-
		0.98 W/m ² /100 lx	-	-

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada, Estándar (oficina)

Indicaciones para planificación:

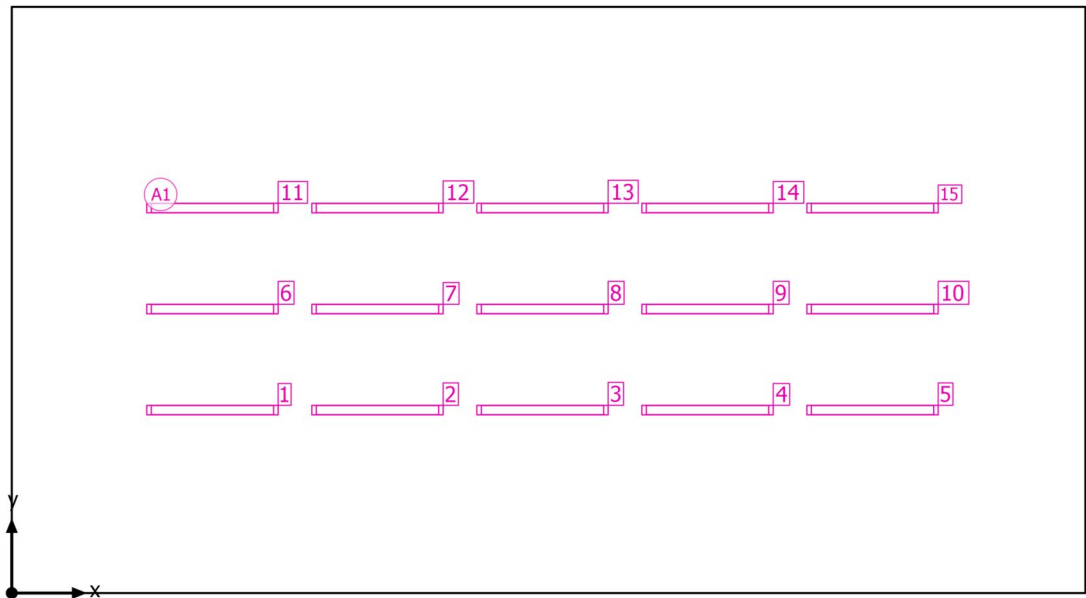
Proporción de luz diurna para Cielo medio (Luz solar directa) el 06/03/2023 a las 12:00 (Hora estándar Europa Occidental). Las condiciones del entorno para "Local 3" son limpio.

Lista de luminarias

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
15	PHILIPS		WT470C L1300 1 xLED42S/840 VWB	30.5 W	4199 lm	137.7 lm/W

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 3

Plano de situación de luminarias



Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 3

Plano de situación de luminarias



Fabricante	PHILIPS
Nº de artículo	
Nombre del artículo	WT470C L1300 1 xLED42S/840 VWB

15 x Philips WT470C L1300 1 xLED42S/840 VWB

Tipo	Disposición en campo	X	Y	Altura de montaje	Luminaria
1era Luminaria (X/Y/Z)	2.019 m, 1.842 m, 3.000 m	2.019 m	1.842 m	3.000 m	1
Dirección X	5 Uni., Centro - centro, 1.660 m	3.679 m	1.842 m	3.000 m	2
		5.339 m	1.842 m	3.000 m	3
Dirección Y	3 Uni., Centro - centro, 1.017 m	6.999 m	1.842 m	3.000 m	4
Organización	A1	8.659 m	1.842 m	3.000 m	5
		2.019 m	2.858 m	3.000 m	6
		3.679 m	2.858 m	3.000 m	7
		5.339 m	2.858 m	3.000 m	8
		6.999 m	2.858 m	3.000 m	9
		8.659 m	2.858 m	3.000 m	10
		2.019 m	3.875 m	3.000 m	11
		3.679 m	3.875 m	3.000 m	12
		5.339 m	3.875 m	3.000 m	13

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 3

Plano de situación de luminarias

X	Y	Altura de montaje	Luminaria
6.999 m	3.875 m	3.000 m	14
8.659 m	3.875 m	3.000 m	15

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 3

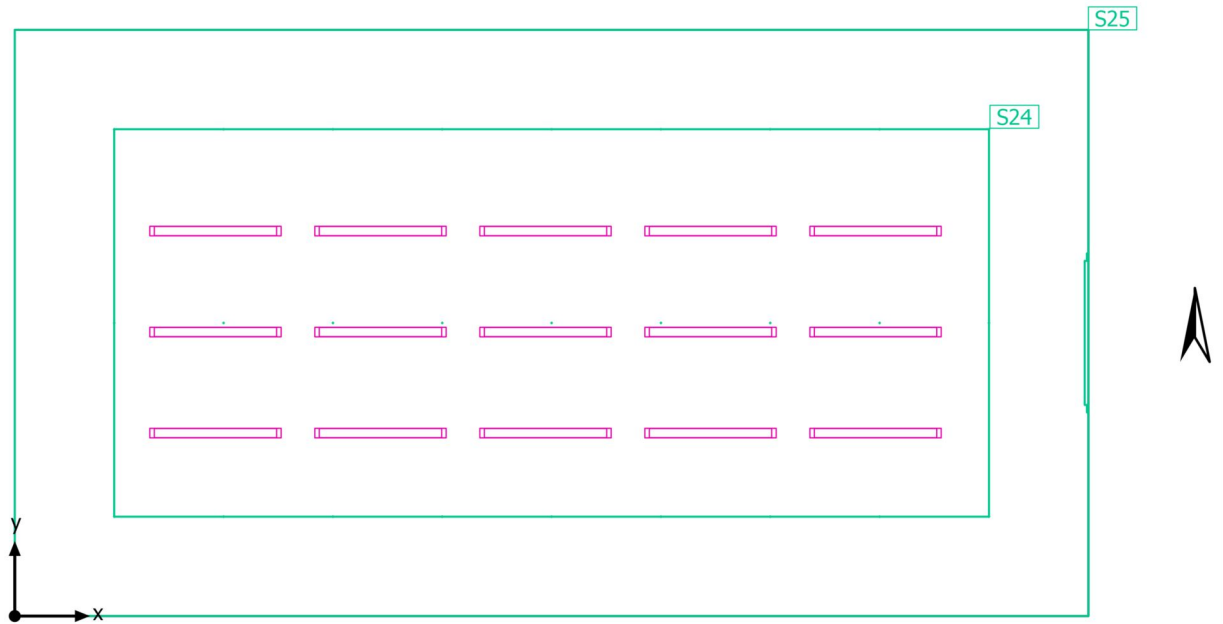
Lista de luminarias

Φ_{total} 62985 lm	P_{total} 457.5 W	Rendimiento lumínico 137.7 lm/W
----------------------------	------------------------	------------------------------------

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
15	PHILIPS		WT470C L1300 1 xLED42S/840 VWB	30.5 W	4199 lm	137.7 lm/W

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 3 (Escena de luz 1)

Objetos de cálculo



Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 3 (Escena de luz 1)

Objetos de cálculo

Planos útiles

Propiedades	\bar{E} (Nominal)	E_{\min}	E_{\max}	g_1	g_2	Índice
Plano útil (Local 3) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	735 lx (≥ 500 lx) ✓	197 lx	1292 lx	0.27	0.15	S25

Luz diurna

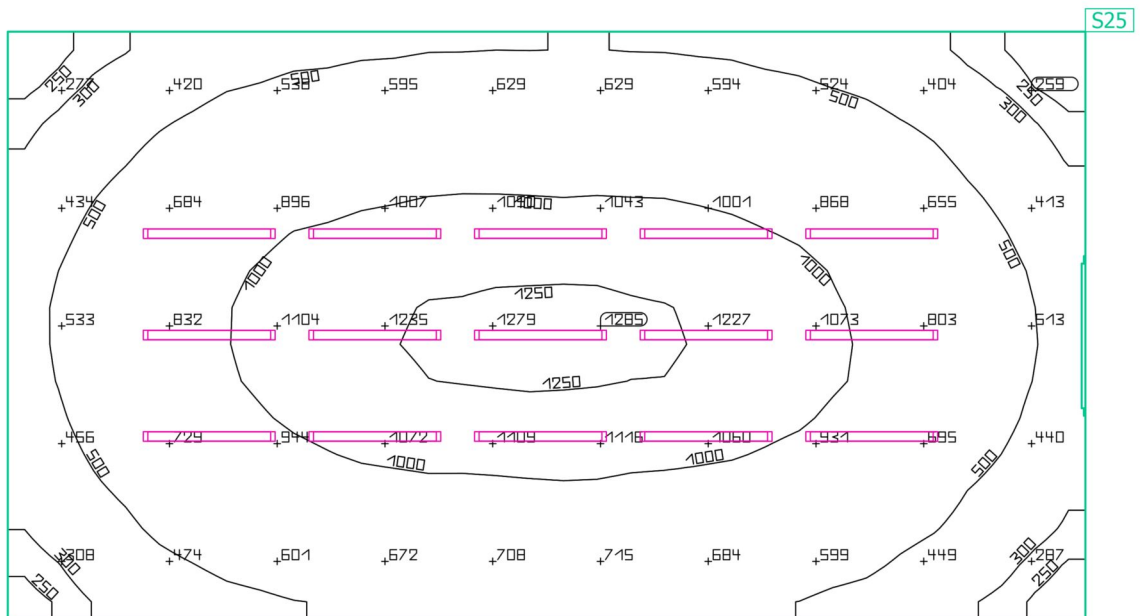
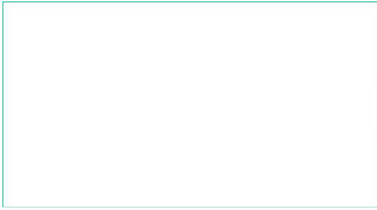
Propiedades	D_m	D_{\min}	D_{\max}	g_1	g_2	Índice
Superficie útil de cociente de luz diurna (Local 3) Cociente de luz diurna Altura: 0.850 m, Zona marginal: 1.000 m	0.000 %	0.000 %	0.000 %	-	-	S24

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada, Estándar (oficina)

Indicaciones para planificación:

Proporción de luz diurna para Cielo medio (Luz solar directa) el 06/03/2023 a las 12:00 (Hora estándar Europa Occidental). Las condiciones del entorno para "Local 3" son limpio.

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 3 (Escena de luz 1)
Plano útil (Local 3)



Propiedades	\bar{E} (Nominal)	E_{min}	E_{max}	g_1	g_2	Índice
Plano útil (Local 3)	735 lx	197 lx	1292 lx	0.27	0.15	S25
Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	≥ 500 lx					
Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	✓					

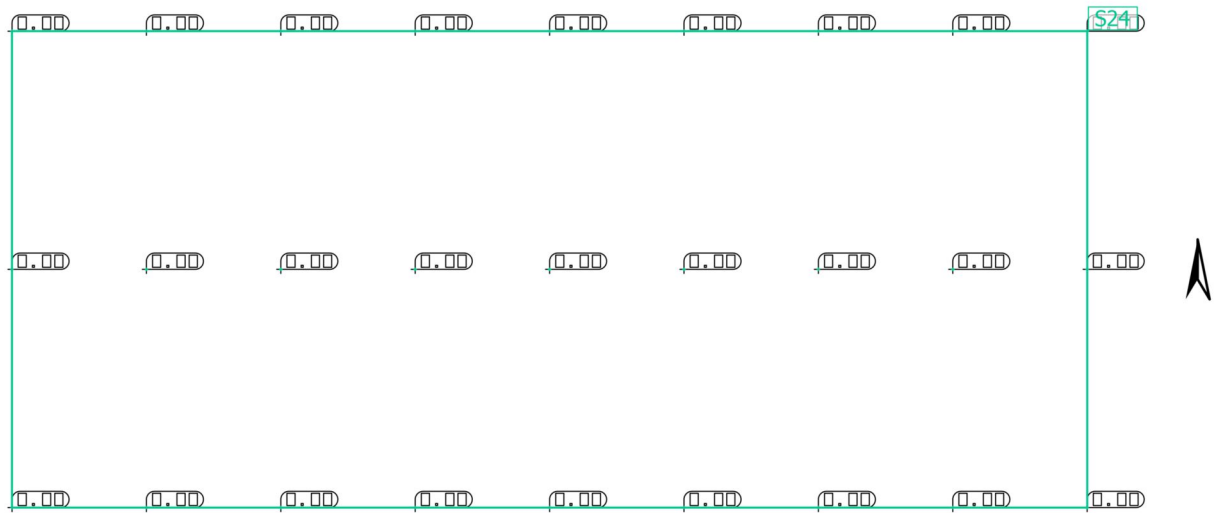
Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada, Estándar (oficina)

Indicaciones para planificación:

Proporción de luz diurna para Cielo medio (Luz solar directa) el 06/03/2023 a las 12:00 (Hora estándar Europa Occidental). Las condiciones del entorno para "Local 3" son limpio.

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 3 (Escenas de luz para el cociente de luz)

Superficie útil de cociente de luz diurna (Local 3)



Propiedades	D _m	D _{min}	D _{máx}	g ₁	g ₂	Índice
Superficie útil de cociente de luz diurna (Local 3) Cociente de luz diurna Altura: 0.850 m, Zona marginal: 1.000 m	0.000 %	0.000 %	0.000 %	-	-	S24

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada, Estándar (oficina)

Indicaciones para planificación:

Proporción de luz diurna para Cielo cubierto el 06/03/2023 a las 12:00 (Hora estándar Europa Occidental). Las condiciones del entorno para "Local 3" son limpio.

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 4 (Escena de luz 1)

Resumen



Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 4 (Escena de luz 1)

Resumen

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
Plano útil	Ē	733 lx	≥ 500 lx	✓
	g ₁	0.29	-	-
Valores de consumo	Consumo	1700 kWh/a	máx. 1250 kWh/a	✗
Potencia específica de conexión	Local	17.66 W/m ²	-	-
		2.41 W/m ² /100 lx	-	-

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada, Estándar (oficina)

Indicaciones para planificación:

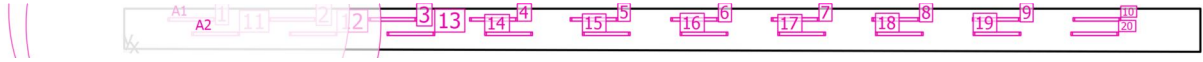
Proporción de luz diurna para Cielo medio (Luz solar directa) el 06/03/2023 a las 12:00 (Hora estándar Europa Occidental). Las condiciones del entorno para "Local 4" son limpio.

Lista de luminarias

Unid.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
20	PHILIPS		WT470C L1300 1 xLED42S/840 VWB	30.5 W	4199 lm	137.7 lm/W

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 4

Plano de situación de luminarias



Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 4

Plano de situación de luminarias



Fabricante	PHILIPS
Nº de artículo	
Nombre del artículo	WT470C L1300 1 xLED42S/840 VWB

10 x Philips WT470C L1300 1 xLED42S/840 VWB

Tipo	Disposición en línea	X	Y	Altura de montaje	Luminaria
1era Luminaria (X/Y/Z)	1.869 m, 0.901 m, 3.000 m	1.869 m	0.901 m	3.000 m	1
Dirección X	10 Uni., Centro - centro, 2.785 m	4.654 m	0.901 m	3.000 m	2
Organización	A1	7.439 m	0.901 m	3.000 m	3
		10.224 m	0.901 m	3.000 m	4
		13.009 m	0.901 m	3.000 m	5
		15.794 m	0.901 m	3.000 m	6
		18.579 m	0.901 m	3.000 m	7
		21.364 m	0.901 m	3.000 m	8
		24.149 m	0.901 m	3.000 m	9
		26.934 m	0.901 m	3.000 m	10

10 x Philips WT470C L1300 1 xLED42S/840 VWB

Tipo	Disposición en línea	X	Y	Altura de montaje	Luminaria
------	----------------------	---	---	-------------------	-----------

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 4

Plano de situación de luminarias

1era Luminaria (X/Y/Z)	2.529 m, 0.501 m, 3.000 m	X	Y	Altura de montaje	Luminaria
Dirección X	10 Uni., Centro - centro, 2.705 m	2.529 m	0.501 m	3.000 m	11
		5.234 m	0.501 m	3.000 m	12
Organización	A2	7.939 m	0.501 m	3.000 m	13
		10.644 m	0.501 m	3.000 m	14
		13.349 m	0.501 m	3.000 m	15
		16.054 m	0.501 m	3.000 m	16
		18.759 m	0.501 m	3.000 m	17
		21.464 m	0.501 m	3.000 m	18
		24.169 m	0.501 m	3.000 m	19
		26.874 m	0.501 m	3.000 m	20

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 4

Lista de luminarias

Φ_{total} 83980 lm	P_{total} 610.0 W	Rendimiento lumínico 137.7 lm/W
----------------------------	------------------------	------------------------------------

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
20	PHILIPS		WT470C L1300 1 xLED42S/840 VWB	30.5 W	4199 lm	137.7 lm/W

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 4 (Escena de luz 1)

Objetos de cálculo



Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 4 (Escena de luz 1)

Objetos de cálculo

Planos útiles

Propiedades	\bar{E} (Nominal)	E_{min}	E_{max}	g_1	g_2	Índice
Plano útil (Local 4) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	733 lx (≥ 500 lx) ✓	210 lx	831 lx	0.29	0.25	S27

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada, Estándar (oficina)

Indicaciones para planificación:

Proporción de luz diurna para Cielo medio (Luz solar directa) el 06/03/2023 a las 12:00 (Hora estándar Europa Occidental). Las condiciones del entorno para "Local 4" son limpio.

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 4 (Escena de luz 1)
Plano útil (Local 4)



Propiedades	\bar{E} (Nominal)	E_{\min}	E_{\max}	g_1	g_2	Índice
Plano útil (Local 4) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	733 lx (≥ 500 lx) ✓	210 lx	831 lx	0.29	0.25	S27

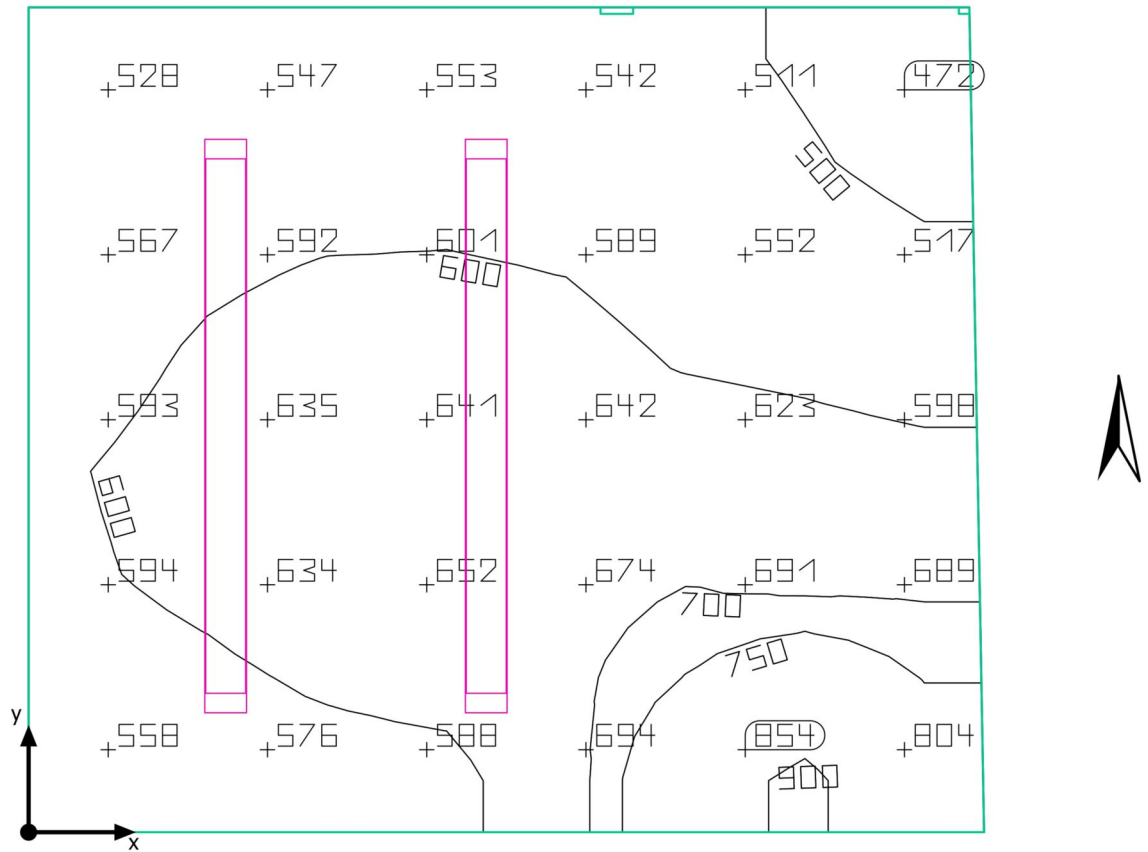
Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada, Estándar (oficina)

Indicaciones para planificación:

Proporción de luz diurna para Cielo medio (Luz solar directa) el 06/03/2023 a las 12:00 (Hora estándar Europa Occidental). Las condiciones del entorno para "Local 4" son limpio.

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 5 (Escena de luz 1)

Resumen



Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 5 (Escena de luz 1)

Resumen

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
Plano útil	Ē	613 lx	≥ 500 lx	✓
	g ₁	0.75	-	-
Valores de consumo	Consumo	170 kWh/a	máx. 150 kWh/a	✗
Potencia específica de conexión	Local	14.71 W/m ²	-	-
		2.40 W/m ² /100 lx	-	-

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada, Estándar (oficina)

Indicaciones para planificación:

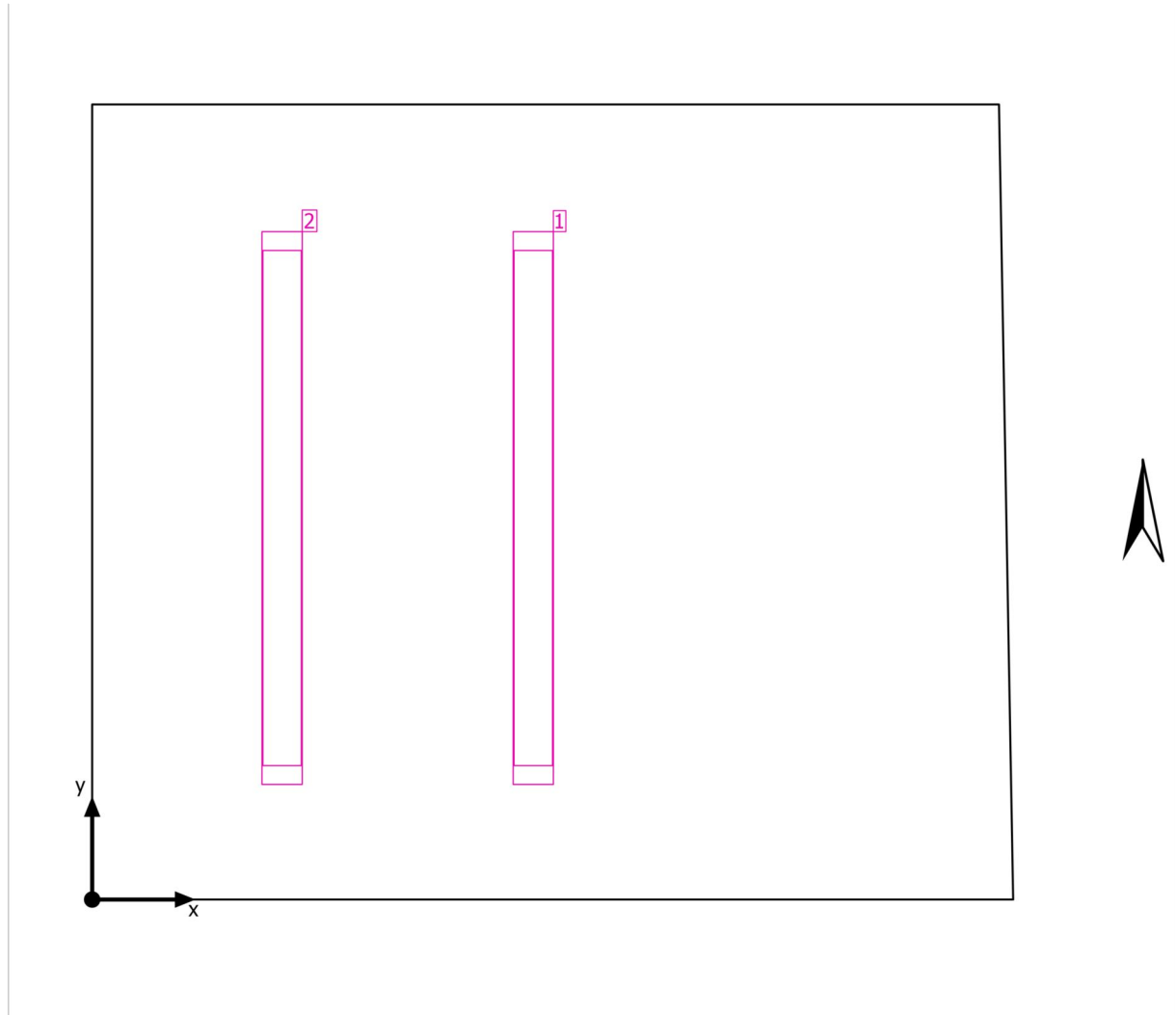
Proporción de luz diurna para Cielo medio (Luz solar directa) el 06/03/2023 a las 12:00 (Hora estándar Europa Occidental). Las condiciones del entorno para "Local 5" son limpio.

Lista de luminarias

Uní.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
2	PHILIPS		WT470C L1300 1 xLED42S/840 VWB	30.5 W	4199 lm	137.7 lm/W

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 5

Plano de situación de luminarias



Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 5

Plano de situación de luminarias



Fabricante	PHILIPS
Nº de artículo	
Nombre del artículo	WT470C L1300 1 xLED42S/840 VWB

Luminarias individuales

X	Y	Altura de montaje	Luminaria
1.054 m	0.936 m	3.000 m	1
0.454 m	0.936 m	3.000 m	2

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 5

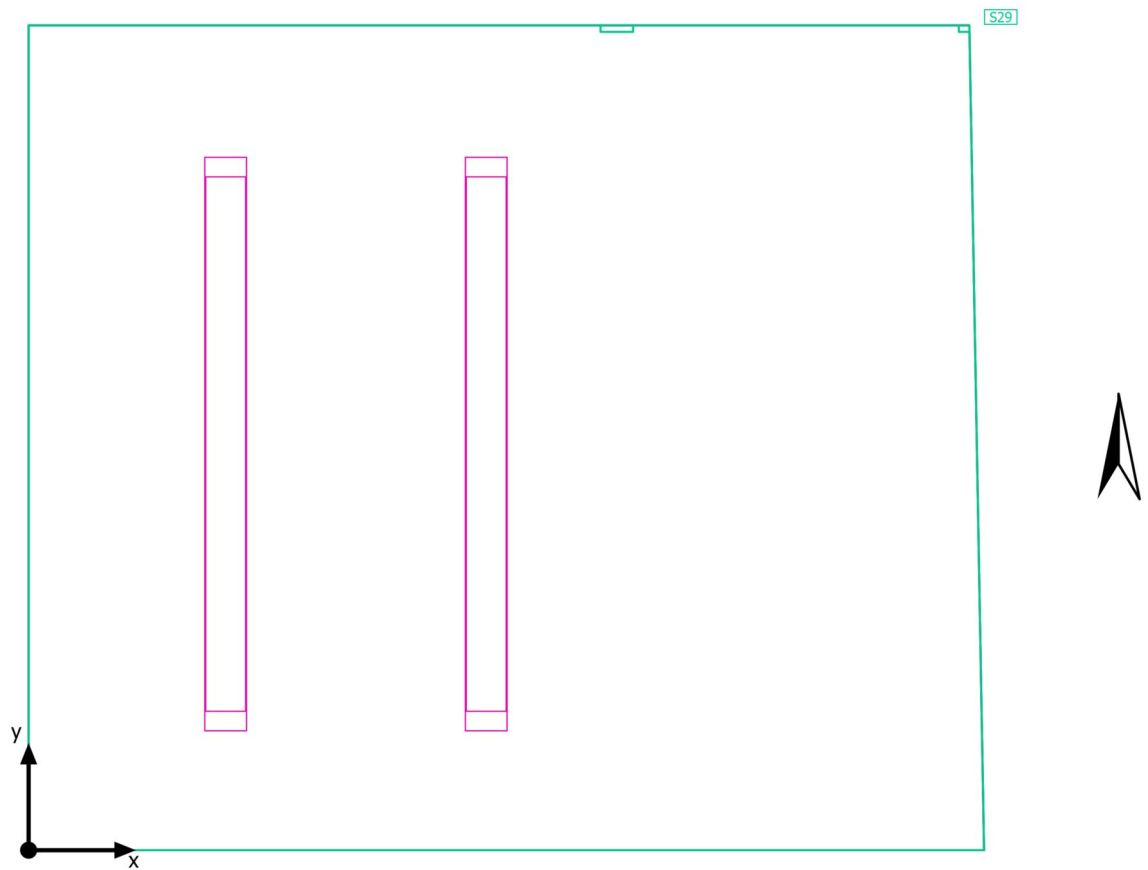
Lista de luminarias

Φ_{total} 8398 lm	P_{total} 61.0 W	Rendimiento lumínico 137.7 lm/W
---------------------------	-----------------------	------------------------------------

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
2	PHILIPS		WT470C L1300 1 xLED42S/840 VWB	30.5 W	4199 lm	137.7 lm/W

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 5 (Escena de luz 1)

Objetos de cálculo



Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 5 (Escena de luz 1)

Objetos de cálculo

Planos útiles

Propiedades	\bar{E} (Nominal)	E_{\min}	E_{\max}	g_1	g_2	Índice
Plano útil (Local 5) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	613 lx (≥ 500 lx) ✓	462 lx	921 lx	0.75	0.50	S29

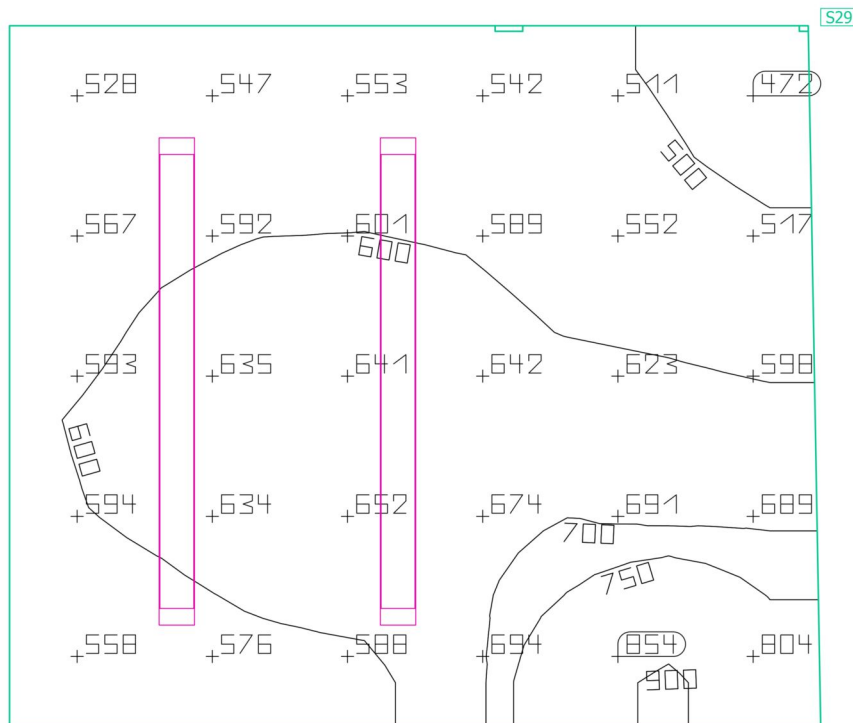
Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada, Estándar (oficina)

Indicaciones para planificación:

Proporción de luz diurna para Cielo medio (Luz solar directa) el 06/03/2023 a las 12:00 (Hora estándar Europa Occidental). Las condiciones del entorno para "Local 5" son limpio.

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 5 (Escena de luz 1)

Plano útil (Local 5)



Propiedades	\bar{E} (Nominal)	E_{min}	E_{max}	g_1	g_2	Índice
Plano útil (Local 5) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	613 lx (≥ 500 lx) ✓	462 lx	921 lx	0.75	0.50	S29

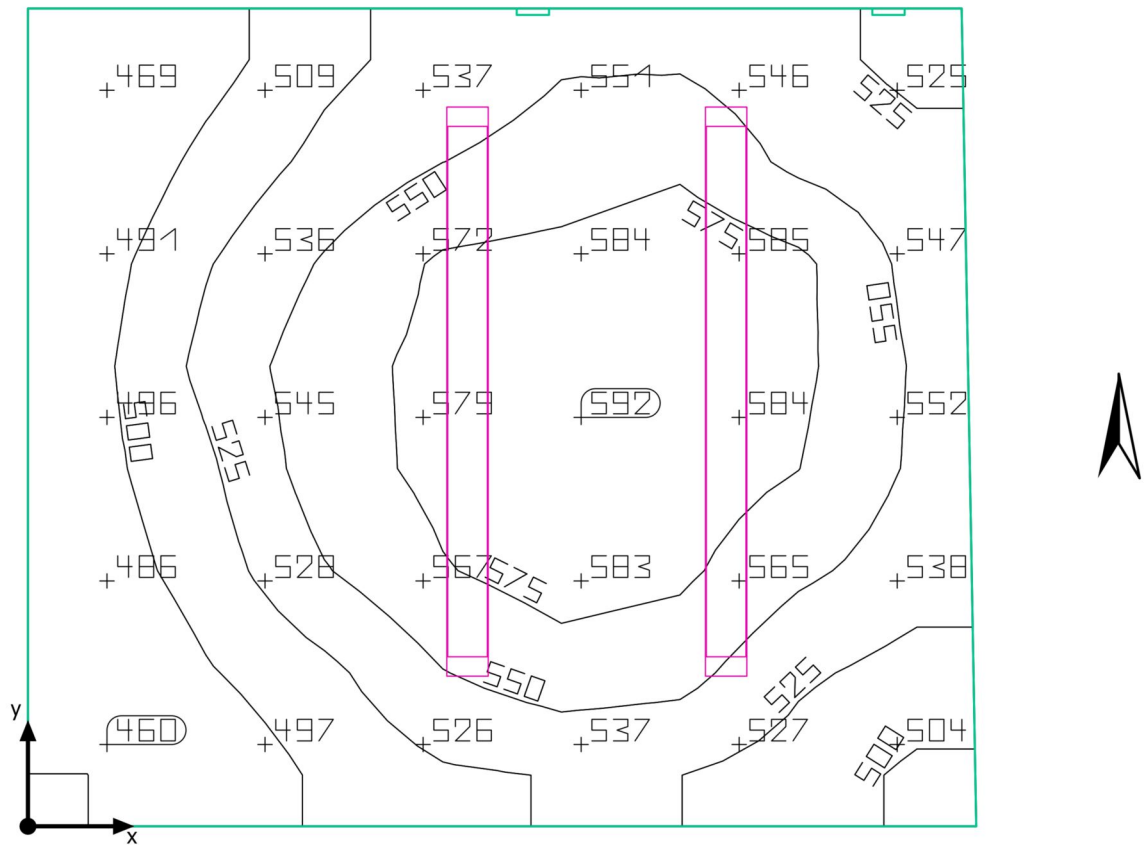
Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada, Estándar (oficina)

Indicaciones para planificación:

Proporción de luz diurna para Cielo medio (Luz solar directa) el 06/03/2023 a las 12:00 (Hora estándar Europa Occidental). Las condiciones del entorno para "Local 5" son limpio.

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 6 (Escena de luz 1)

Resumen



Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 6 (Escena de luz 1)

Resumen

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
Plano útil	Ē	537 lx	≥ 500 lx	✓
	g ₁	0.84	-	-
Valores de consumo	Consumo	170 kWh/a	máx. 150 kWh/a	✗
Potencia específica de conexión	Local	14.72 W/m ²	-	-
		2.74 W/m ² /100 lx	-	-

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada, Estándar (oficina)

Indicaciones para planificación:

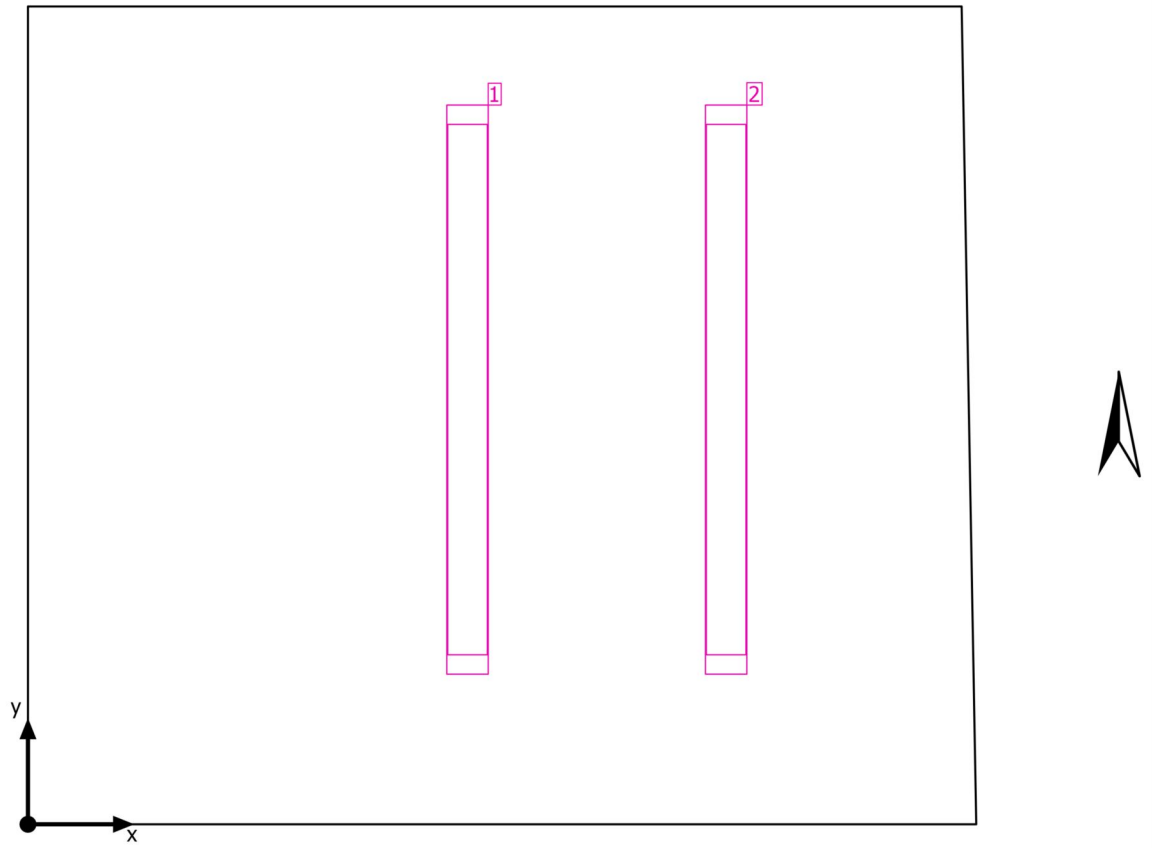
Proporción de luz diurna para Cielo medio (Luz solar directa) el 06/03/2023 a las 12:00 (Hora estándar Europa Occidental). Las condiciones del entorno para "Local 6" son limpio.

Lista de luminarias

Uní.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
2	PHILIPS		WT470C L1300 1 xLED42S/840 VWB	30.5 W	4199 lm	137.7 lm/W

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 6

Plano de situación de luminarias



Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 6

Plano de situación de luminarias



Fabricante	PHILIPS
Nº de artículo	
Nombre del artículo	WT470C L1300 1 xLED42S/840 VWB

Luminarias individuales

X	Y	Altura de montaje	Luminaria
1.020 m	1.009 m	3.000 m	1
1.620 m	1.009 m	3.000 m	2

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 6

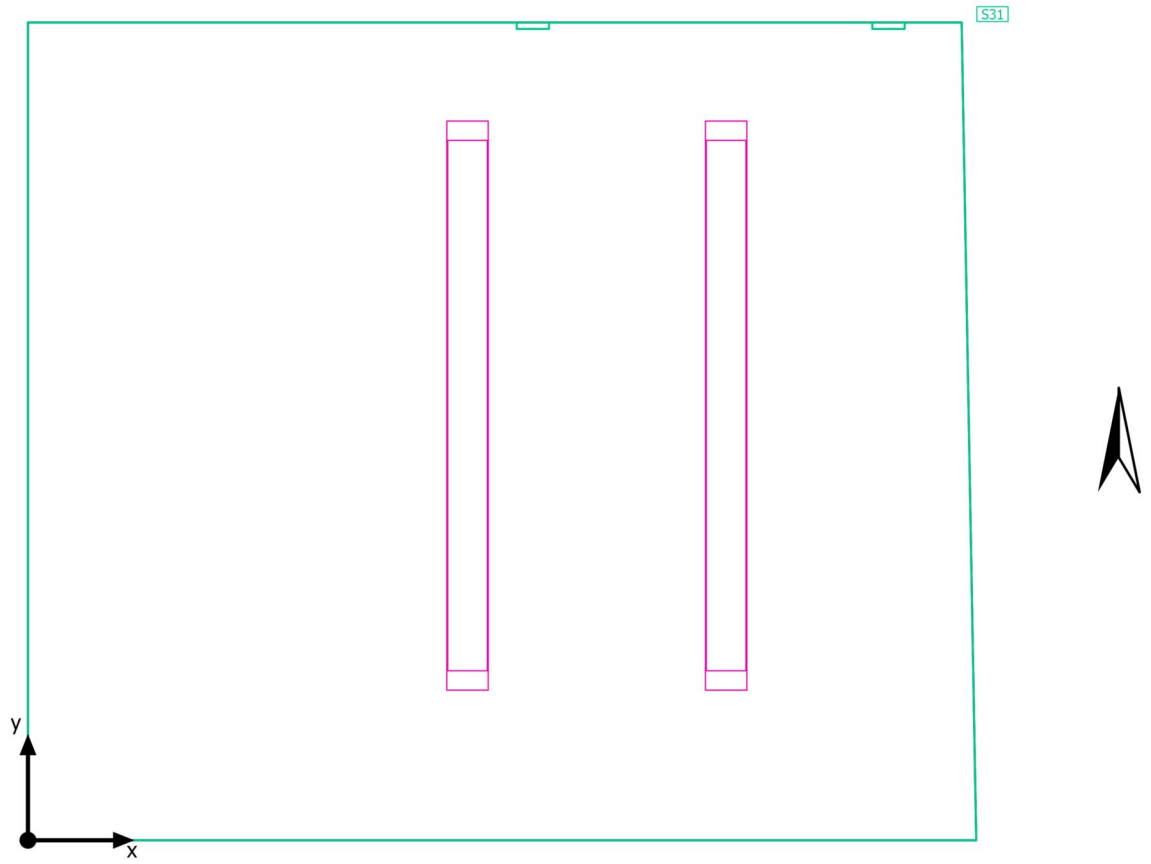
Lista de luminarias

Φ_{total} 8398 lm	P_{total} 61.0 W	Rendimiento lumínico 137.7 lm/W
---------------------------	-----------------------	------------------------------------

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
2	PHILIPS		WT470C L1300 1 xLED42S/840 VWB	30.5 W	4199 lm	137.7 lm/W

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 6 (Escena de luz 1)

Objetos de cálculo



Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 6 (Escena de luz 1)

Objetos de cálculo

Planos útiles

Propiedades	\bar{E} (Nominal)	E_{min}	E_{max}	g_1	g_2	Índice
Plano útil (Local 6) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	537 lx (≥ 500 lx) ✓	450 lx	592 lx	0.84	0.76	S31

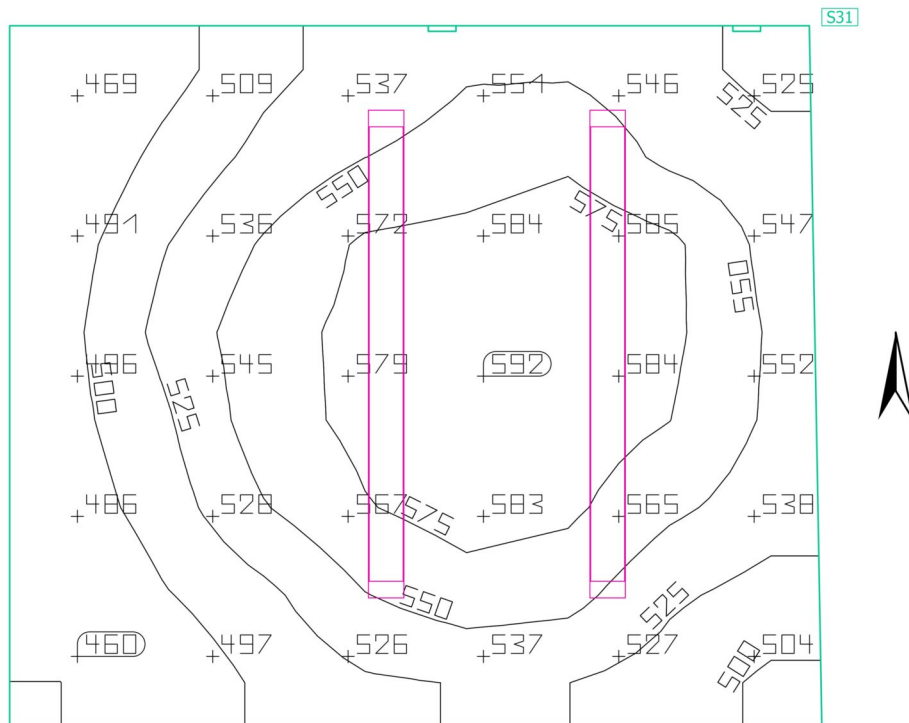
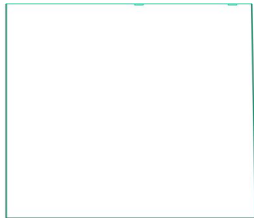
Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada, Estándar (oficina)

Indicaciones para planificación:

Proporción de luz diurna para Cielo medio (Luz solar directa) el 06/03/2023 a las 12:00 (Hora estándar Europa Occidental). Las condiciones del entorno para "Local 6" son limpio.

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 6 (Escena de luz 1)

Plano útil (Local 6)



Propiedades	\bar{E} (Nominal)	E_{min}	E_{max}	g_1	g_2	Índice
Plano útil (Local 6) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	537 lx (≥ 500 lx) ✓	450 lx	592 lx	0.84	0.76	S31

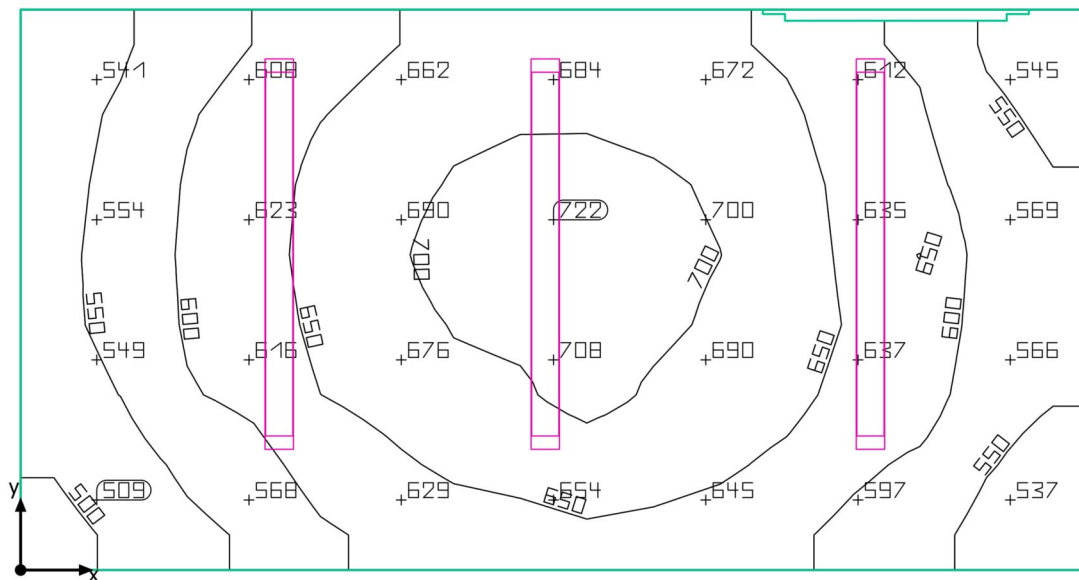
Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada, Estándar (oficina)

Indicaciones para planificación:

Proporción de luz diurna para Cielo medio (Luz solar directa) el 06/03/2023 a las 12:00 (Hora estándar Europa Occidental). Las condiciones del entorno para "Local 6" son limpio.

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 7 (Escena de luz 1)

Resumen



Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 7 (Escena de luz 1)

Resumen

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
Plano útil	Ē	624 lx	≥ 500 lx	✓
	g ₁	0.78	-	-
Valores de consumo	Consumo	250 kWh/a	máx. 250 kWh/a	✓
Potencia específica de conexión	Local	13.38 W/m ²	-	-
		2.14 W/m ² /100 lx	-	-

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada, Estándar (oficina)

Indicaciones para planificación:

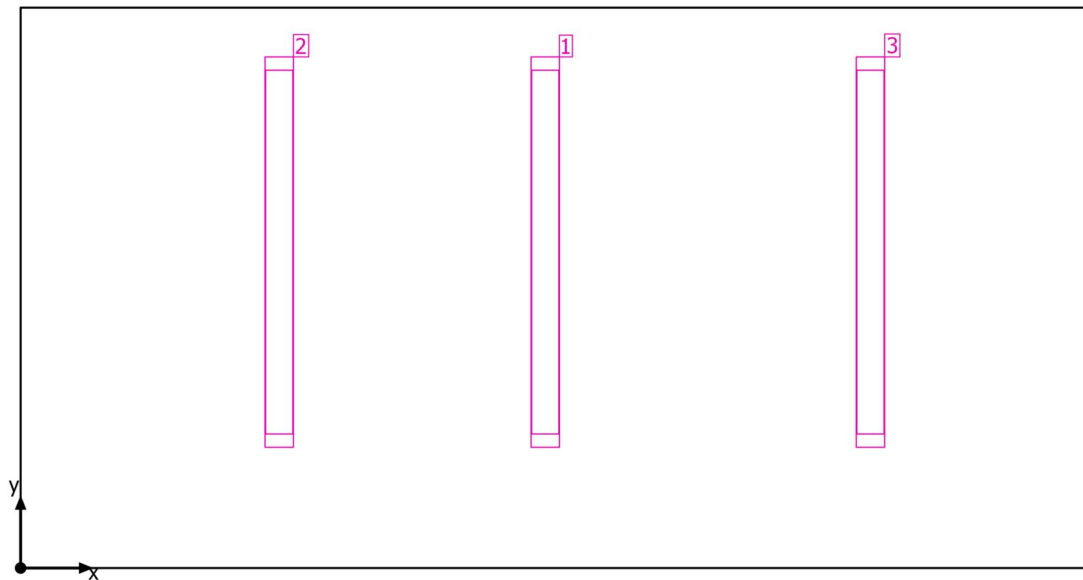
Proporción de luz diurna para Cielo medio (Luz solar directa) el 06/03/2023 a las 12:00 (Hora estándar Europa Occidental). Las condiciones del entorno para "Local 7" son limpio.

Lista de luminarias

Uní.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
3	PHILIPS		WT470C L1300 1 xLED42S/840 VWB	30.5 W	4199 lm	137.7 lm/W

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 7

Plano de situación de luminarias



Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 7

Plano de situación de luminarias



Fabricante	PHILIPS
Nº de artículo	
Nombre del artículo	WT470C L1300 1 xLED42S/840 VWB

Luminarias individuales

X	Y	Altura de montaje	Luminaria
1.775 m	1.069 m	3.000 m	1
0.875 m	1.069 m	3.000 m	2
2.875 m	1.069 m	3.000 m	3

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 7

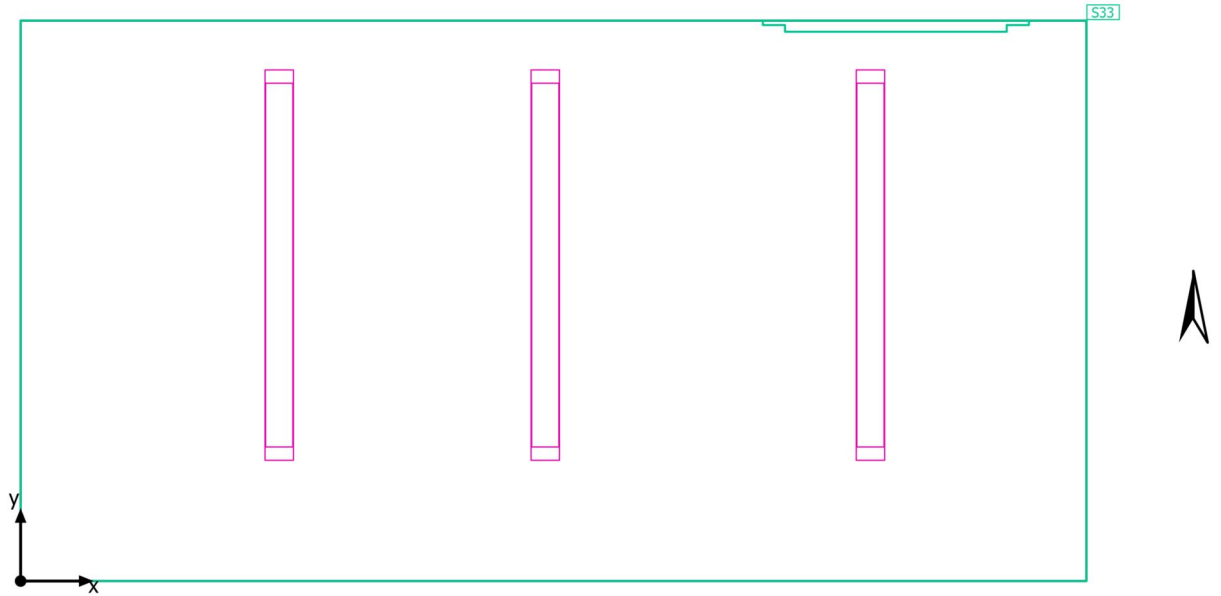
Lista de luminarias

Φ_{total} 12597 lm	P_{total} 91.5 W	Rendimiento lumínico 137.7 lm/W
----------------------------	-----------------------	------------------------------------

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
3	PHILIPS		WT470C L1300 1 xLED42S/840 VWB	30.5 W	4199 lm	137.7 lm/W

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 7 (Escena de luz 1)

Objetos de cálculo



Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 7 (Escena de luz 1)

Objetos de cálculo

Planos útiles

Propiedades	\bar{E} (Nominal)	E_{min}	E_{max}	g_1	g_2	Índice
Plano útil (Local 7) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	624 lx (≥ 500 lx) ✓	486 lx	724 lx	0.78	0.67	S33

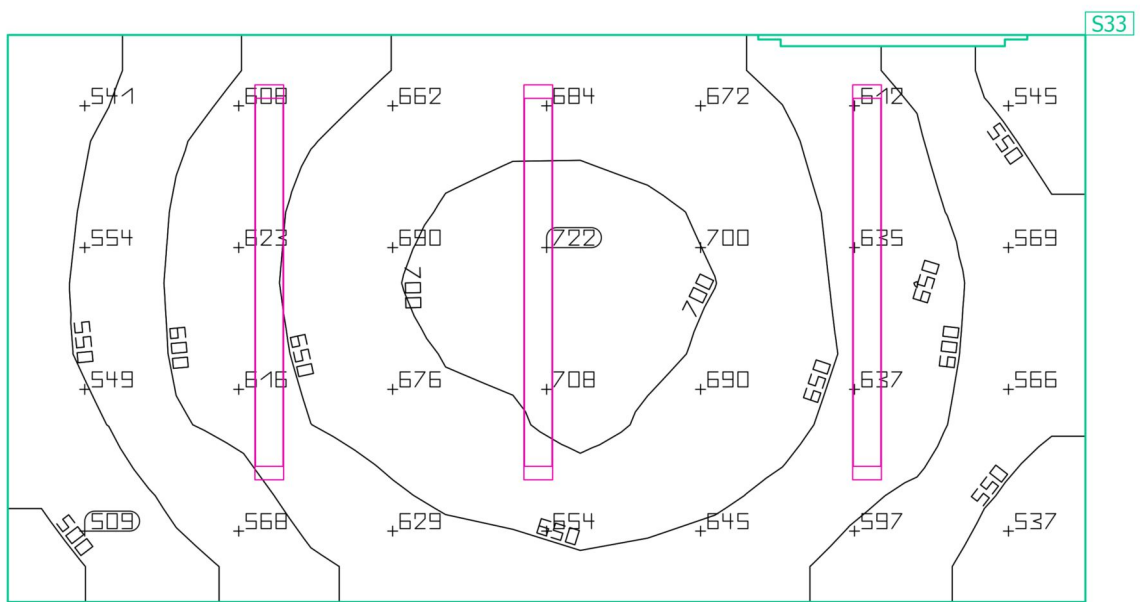
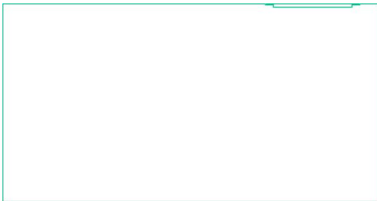
Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada, Estándar (oficina)

Indicaciones para planificación:

Proporción de luz diurna para Cielo medio (Luz solar directa) el 06/03/2023 a las 12:00 (Hora estándar Europa Occidental). Las condiciones del entorno para "Local 7" son limpio.

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 7 (Escena de luz 1)

Plano útil (Local 7)



Propiedades	\bar{E} (Nominal)	E_{min}	E_{max}	g_1	g_2	Índice
Plano útil (Local 7) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	624 lx ≥ 500 lx ✓	486 lx	724 lx	0.78	0.67	S33

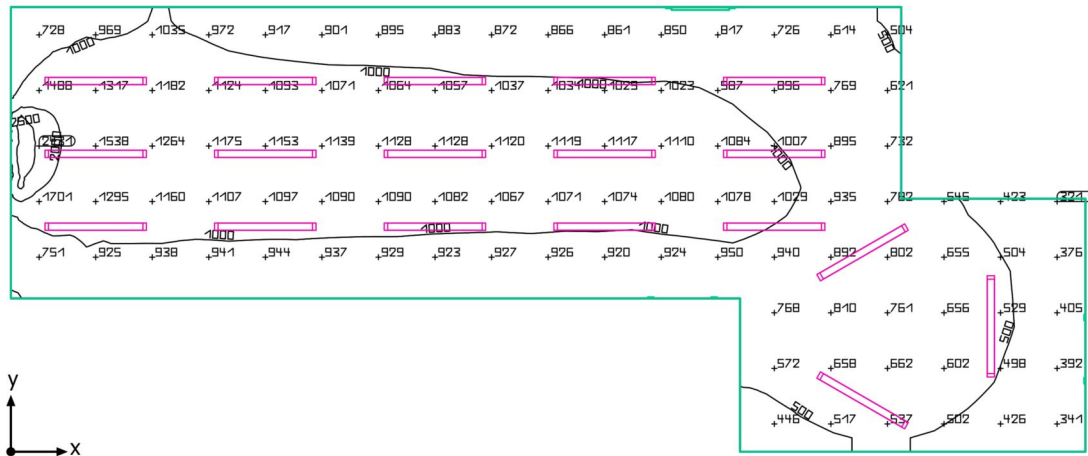
Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada, Estándar (oficina)

Indicaciones para planificación:

Proporción de luz diurna para Cielo medio (Luz solar directa) el 06/03/2023 a las 12:00 (Hora estándar Europa Occidental). Las condiciones del entorno para "Local 7" son limpio.

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 8 (Escena de luz 1)

Resumen



Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 8 (Escena de luz 1)

Resumen

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
Luz diurna	D	0.244 %	-	-
Plano útil	Ē	912 lx	≥ 500 lx	✓
	g ₁	0.33	-	-
Valores de consumo	Consumo	[1000 - 1500] kWh/a	máx. 2000 kWh/a	✓
Potencia específica de conexión	Local	9.77 W/m ²	-	-
		1.07 W/m ² /100 lx	-	-

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada, Estándar (oficina)

Indicaciones para planificación:

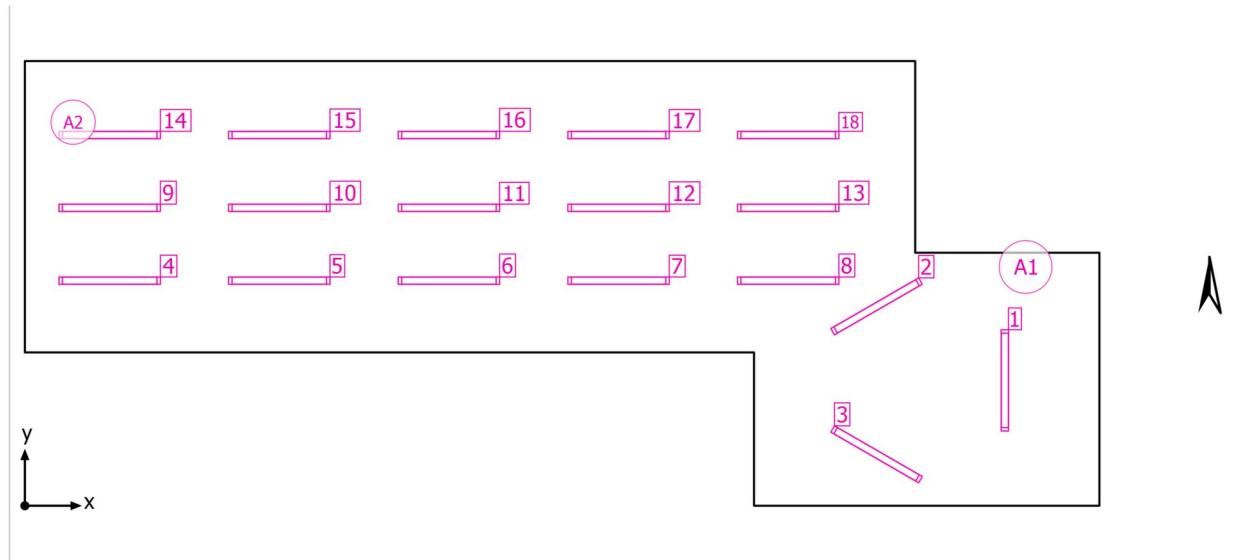
Proporción de luz diurna para Cielo medio (Luz solar directa) el 06/03/2023 a las 12:00 (Hora estándar Europa Occidental). Las condiciones del entorno para "Local 8" son limpio.

Lista de luminarias

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
18	PHILIPS		WT470C L1300 1 xLED42S/840 VWB	30.5 W	4199 lm	137.7 lm/W

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 8

Plano de situación de luminarias



Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 8

Plano de situación de luminarias



Fabricante	PHILIPS
Nº de artículo	
Nombre del artículo	WT470C L1300 1 xLED42S/840 VWB

3 x Philips WT470C L1300 1 xLED42S/840 VWB

Tipo	Disposición circular	X	Y	Altura de montaje	Luminaria
1era Luminaria (X/Y/Z)	12.768 m, 1.636 m, 3.000 m	12.768 m	1.636 m	3.000 m	1
Organización	A1	11.097 m	2.600 m	3.000 m	2
		11.097 m	0.671 m	3.000 m	3

15 x Philips WT470C L1300 1 xLED42S/840 VWB

Tipo	Disposición en campo	X	Y	Altura de montaje	Luminaria
1era Luminaria (X/Y/Z)	1.105 m, 2.936 m, 3.000 m	1.105 m	2.936 m	3.000 m	4
Dirección X	5 Uni., Centro - centro, 2.210 m	3.315 m	2.936 m	3.000 m	5
		5.525 m	2.936 m	3.000 m	6
Dirección Y	3 Uni., Centro - centro, 0.950 m	7.735 m	2.936 m	3.000 m	7
Organización	A2	9.945 m	2.936 m	3.000 m	8
		1.105 m	3.886 m	3.000 m	9

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 8

Plano de situación de luminarias

X	Y	Altura de montaje	Luminaria
3.315 m	3.886 m	3.000 m	10
5.525 m	3.886 m	3.000 m	11
7.735 m	3.886 m	3.000 m	12
9.945 m	3.886 m	3.000 m	13
1.105 m	4.836 m	3.000 m	14
3.315 m	4.836 m	3.000 m	15
5.525 m	4.836 m	3.000 m	16
7.735 m	4.836 m	3.000 m	17
9.945 m	4.836 m	3.000 m	18

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 8

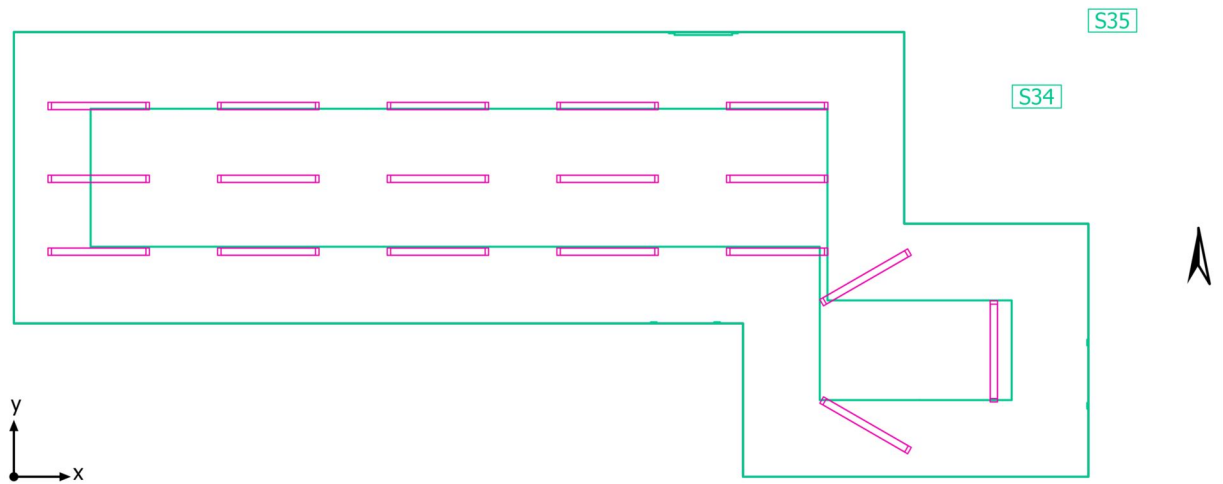
Lista de luminarias

Φ_{total} 75582 lm	P_{total} 549.0 W	Rendimiento lumínico 137.7 lm/W
----------------------------	------------------------	------------------------------------

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
18	PHILIPS		WT470C L1300 1 xLED42S/840 VWB	30.5 W	4199 lm	137.7 lm/W

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 8 (Escena de luz 1)

Objetos de cálculo



Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 8 (Escena de luz 1)

Objetos de cálculo

Planos útiles

Propiedades	\bar{E} (Nominal)	E_{\min}	E_{\max}	g_1	g_2	Índice
Plano útil (Local 8) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	912 lx (≥ 500 lx) ✓	299 lx	2848 lx	0.33	0.10	S35

Luz diurna

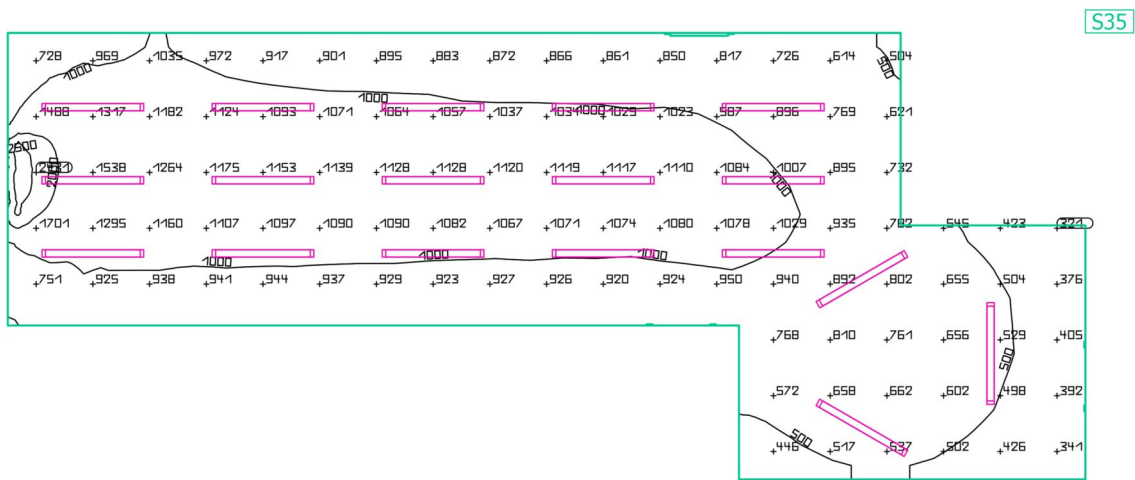
Propiedades	D_m	D_{\min}	D_{\max}	g_1	g_2	Índice
Superficie útil de cociente de luz diurna (Local 8) Cociente de luz diurna Altura: 0.850 m, Zona marginal: 1.000 m	0.244 %	0.006 %	1.792 %	-	-	S34

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada, Estándar (oficina)

Indicaciones para planificación:

Proporción de luz diurna para Cielo medio (Luz solar directa) el 06/03/2023 a las 12:00 (Hora estándar Europa Occidental). Las condiciones del entorno para "Local 8" son limpio.

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 8 (Escena de luz 1)
Plano útil (Local 8)



Propiedades	\bar{E} (Nominal)	E_{\min}	E_{\max}	g_1	g_2	Índice
Plano útil (Local 8)	912 lx	299 lx	2848 lx	0.33	0.10	S35
Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	(≥ 500 lx)					
Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	✓					

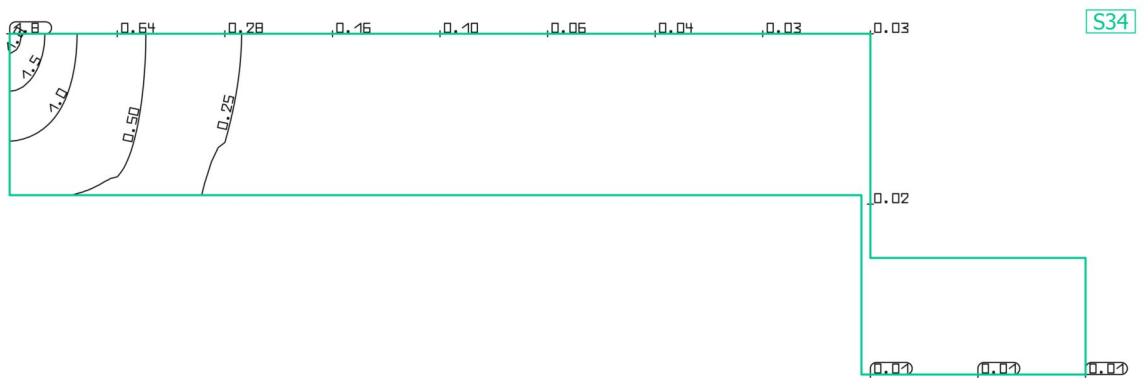
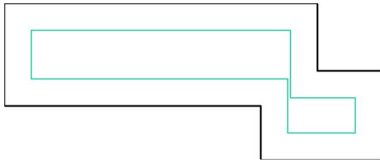
Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada, Estándar (oficina)

Indicaciones para planificación:

Proporción de luz diurna para Cielo medio (Luz solar directa) el 06/03/2023 a las 12:00 (Hora estándar Europa Occidental). Las condiciones del entorno para "Local 8" son limpio.

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 8 (Escenas de luz para el cociente de luz)

Superficie útil de cociente de luz diurna (Local 8)



Propiedades	D_m	D_{min}	$D_{m\acute{a}x}$	g_1	g_2	Índice
Superficie útil de cociente de luz diurna (Local 8) Cociente de luz diurna Altura: 0.850 m, Zona marginal: 1.000 m	0.244 %	0.006 %	1.792 %	-	-	S34

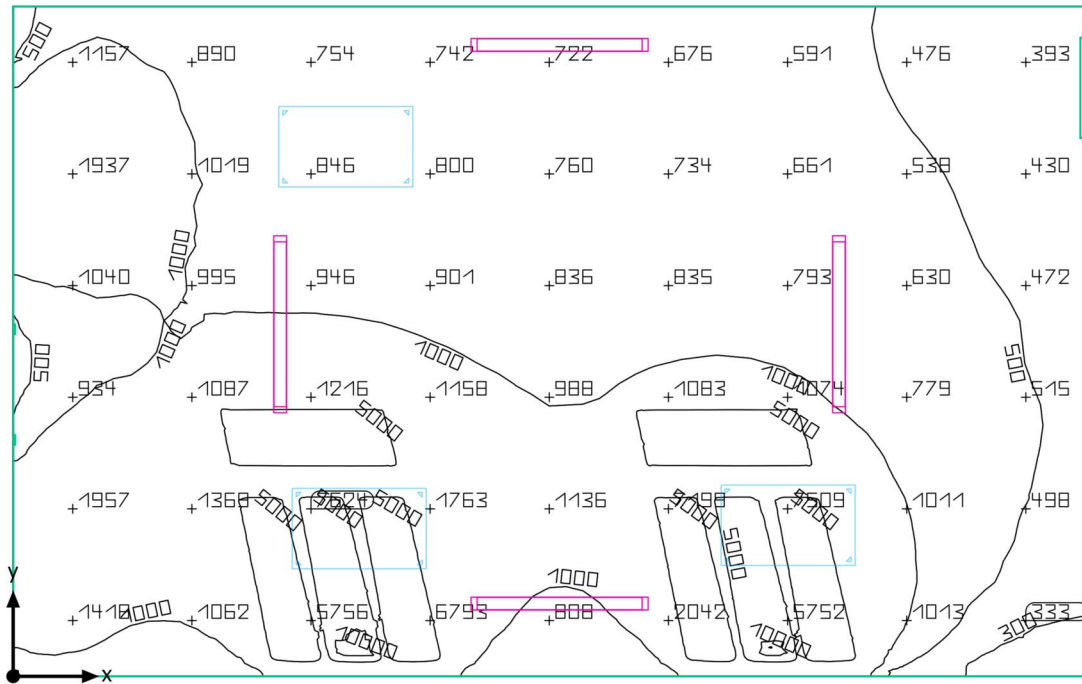
Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada, Estándar (oficina)

Indicaciones para planificación:

Proporción de luz diurna para Cielo cubierto el 06/03/2023 a las 12:00 (Hora estándar Europa Occidental). Las condiciones del entorno para "Local 8" son limpio.

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 9 (Escena de luz 1)

Resumen



Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 9 (Escena de luz 1)

Resumen

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
Luz diurna	D	1.842 %	-	-
Plano útil	Ē	1620 lx	≥ 500 lx	✓
	g ₁	0.16	-	-
Valores de consumo	Consumo	[210 - 340] kWh/a	máx. 1450 kWh/a	✓
Potencia específica de conexión	Local	3.05 W/m ²	-	-
		0.19 W/m ² /100 lx	-	-

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada, Estándar (oficina)

Indicaciones para planificación:

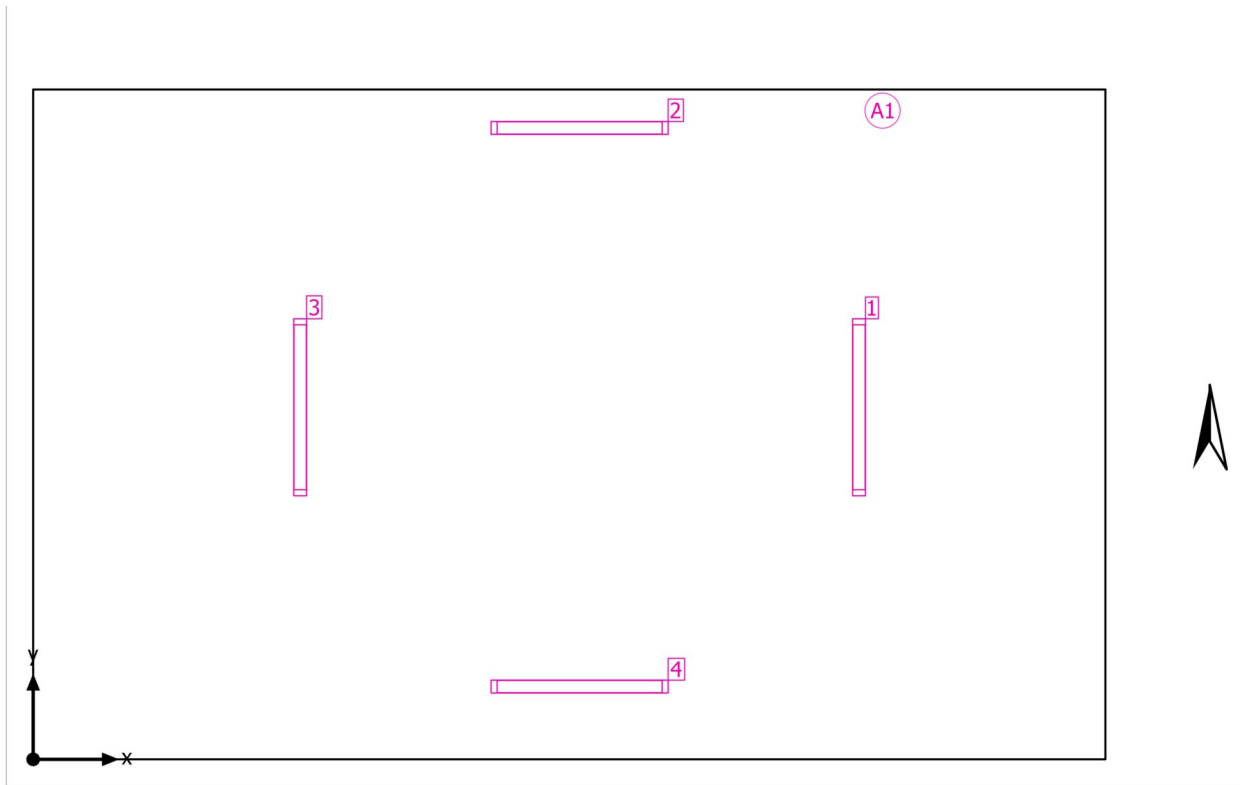
Proporción de luz diurna para Cielo medio (Luz solar directa) el 06/03/2023 a las 12:00 (Hora estándar Europa Occidental). Las condiciones del entorno para "Local 9" son limpio.

Lista de luminarias

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
4	PHILIPS		WT470C L1300 1 xLED42S/840 VWB	30.5 W	4199 lm	137.7 lm/W

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 9

Plano de situación de luminarias



Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 9

Plano de situación de luminarias



Fabricante	PHILIPS
Nº de artículo	
Nombre del artículo	WT470C L1300 1 xLED42S/840 VWB

4 x Philips WT470C L1300 1 xLED42S/840 VWB

Tipo	Disposición circular	X	Y	Altura de montaje	Luminaria
1era Luminaria (X/Y/Z)	6.162 m, 2.628 m, 3.000 m	6.162 m	2.628 m	3.000 m	1
Organización	A1	4.077 m	4.713 m	3.000 m	2
		1.992 m	2.628 m	3.000 m	3
		4.077 m	0.543 m	3.000 m	4

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 9

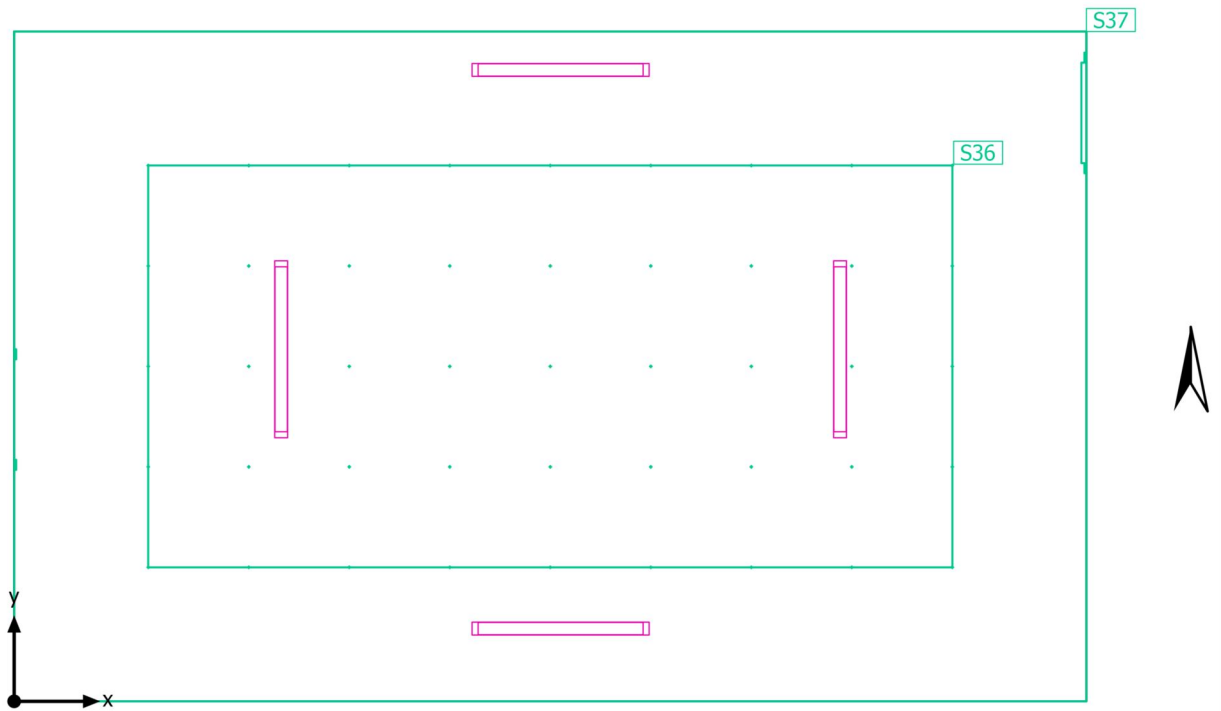
Lista de luminarias

Φ_{total} 16796 lm	P_{total} 122.0 W	Rendimiento lumínico 137.7 lm/W
----------------------------	------------------------	------------------------------------

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
4	PHILIPS		WT470C L1300 1 xLED42S/840 VWB	30.5 W	4199 lm	137.7 lm/W

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 9 (Escena de luz 1)

Objetos de cálculo



Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 9 (Escena de luz 1)

Objetos de cálculo

Planos útiles

Propiedades	\bar{E} (Nominal)	E_{\min}	E_{\max}	g_1	g_2	Índice
Plano útil (Local 9) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	1620 lx (≥ 500 lx) ✓	253 lx	10177 lx	0.16	0.025	S37

Luz diurna

Propiedades	D_m	D_{\min}	D_{\max}	g_1	g_2	Índice
Superficie útil de cociente de luz diurna (Local 9) Cociente de luz diurna Altura: 0.850 m, Zona marginal: 1.000 m	1.842 %	0.478 %	4.851 %	-	-	S36

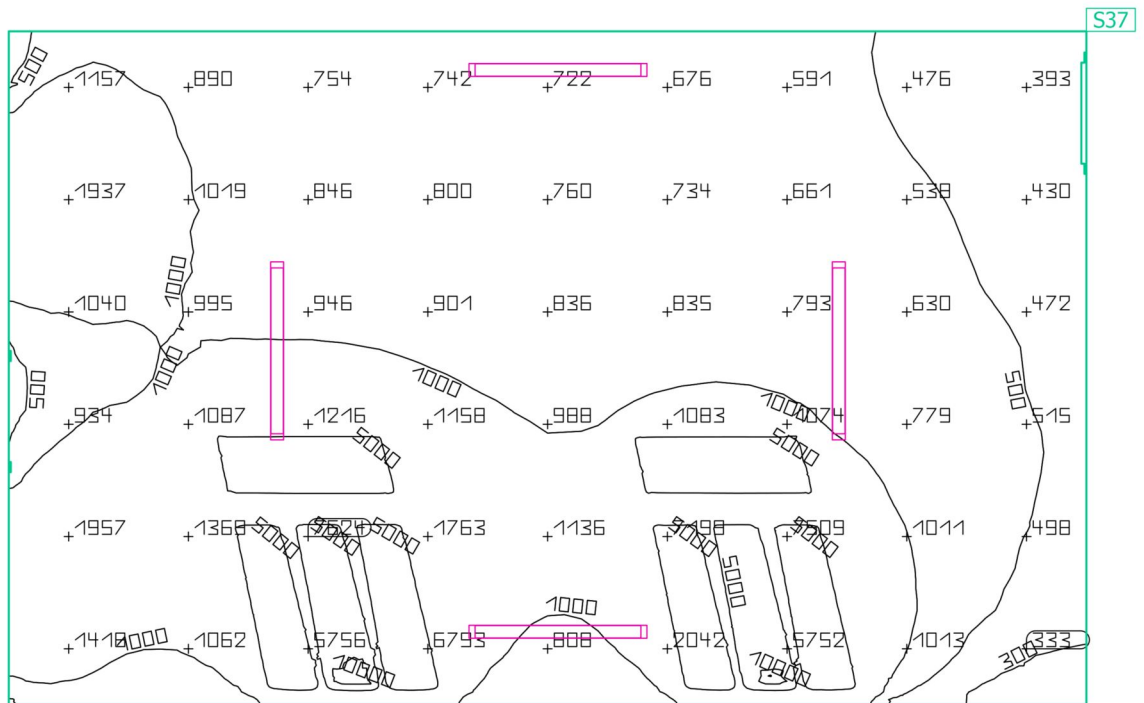
Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada, Estándar (oficina)

Indicaciones para planificación:

Proporción de luz diurna para Cielo medio (Luz solar directa) el 06/03/2023 a las 12:00 (Hora estándar Europa Occidental). Las condiciones del entorno para "Local 9" son limpio.

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 9 (Escena de luz 1)

Plano útil (Local 9)



Propiedades	\bar{E} (Nominal)	E_{min}	E_{max}	g_1	g_2	Índice
Plano útil (Local 9)	1620 lx	253 lx	10177 lx	0.16	0.025	S37
Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	≥ 500 lx					
Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	✓					

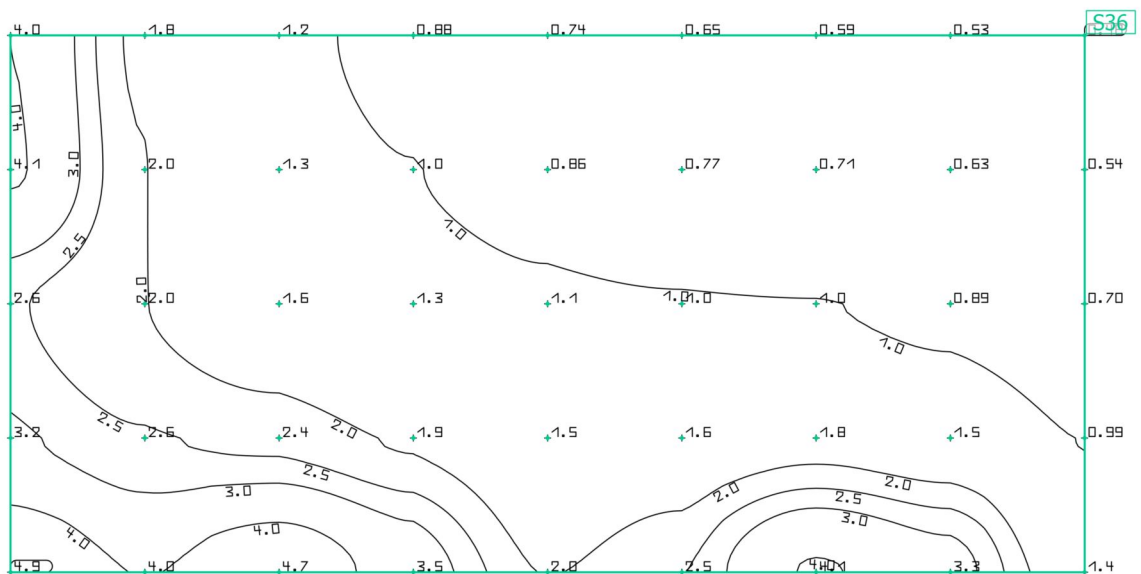
Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada, Estándar (oficina)

Indicaciones para planificación:

Proporción de luz diurna para Cielo medio (Luz solar directa) el 06/03/2023 a las 12:00 (Hora estándar Europa Occidental). Las condiciones del entorno para "Local 9" son limpio.

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 9 (Escenas de luz para el cociente de luz)

Superficie útil de cociente de luz diurna (Local 9)



Propiedades	D_m	D_{min}	D_{max}	g_1	g_2	Índice
Superficie útil de cociente de luz diurna (Local 9)	1.842 %	0.478 %	4.851 %	-	-	S36
Cociente de luz diurna						
Altura: 0.850 m, Zona marginal: 1.000 m						

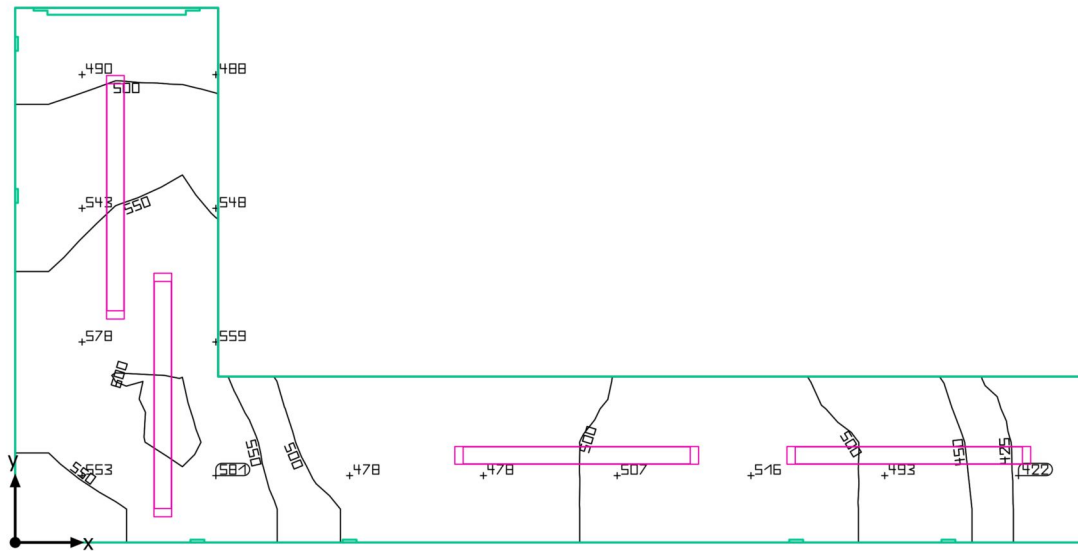
Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada, Estándar (oficina)

Indicaciones para planificación:

Proporción de luz diurna para Cielo cubierto el 06/03/2023 a las 12:00 (Hora estándar Europa Occidental). Las condiciones del entorno para "Local 9" son limpio.

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 10 (Escena de luz 1)

Resumen



Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 10 (Escena de luz 1)

Resumen

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
Plano útil	Ē	512 lx	≥ 500 lx	✓
	g ₁	0.79	-	-
Valores de consumo	Consumo	340 kWh/a	máx. 300 kWh/a	✗
Potencia específica de conexión	Local	16.44 W/m ²	-	-
		3.21 W/m ² /100 lx	-	-

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada, Estándar (oficina)

Indicaciones para planificación:

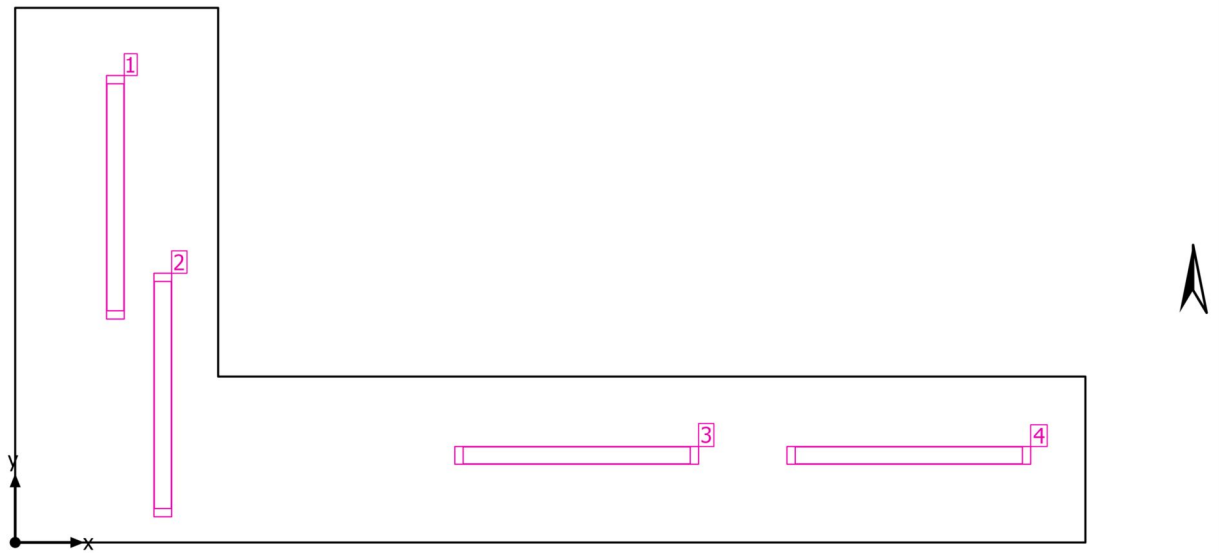
Proporción de luz diurna para Cielo medio (Luz solar directa) el 06/03/2023 a las 12:00 (Hora estándar Europa Occidental). Las condiciones del entorno para "Local 10" son limpio.

Lista de luminarias

Uní.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
4	PHILIPS		WT470C L1300 1 xLED42S/840 VWB	30.5 W	4199 lm	137.7 lm/W

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 10

Plano de situación de luminarias



Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 10

Plano de situación de luminarias



Fabricante	PHILIPS
Nº de artículo	
Nombre del artículo	WT470C L1300 1 xLED42S/840 VWB

Luminarias individuales

X	Y	Altura de montaje	Luminaria
0.543 m	1.872 m	3.000 m	1
0.800 m	0.800 m	3.000 m	2
3.043 m	0.472 m	3.000 m	3
4.843 m	0.472 m	3.000 m	4

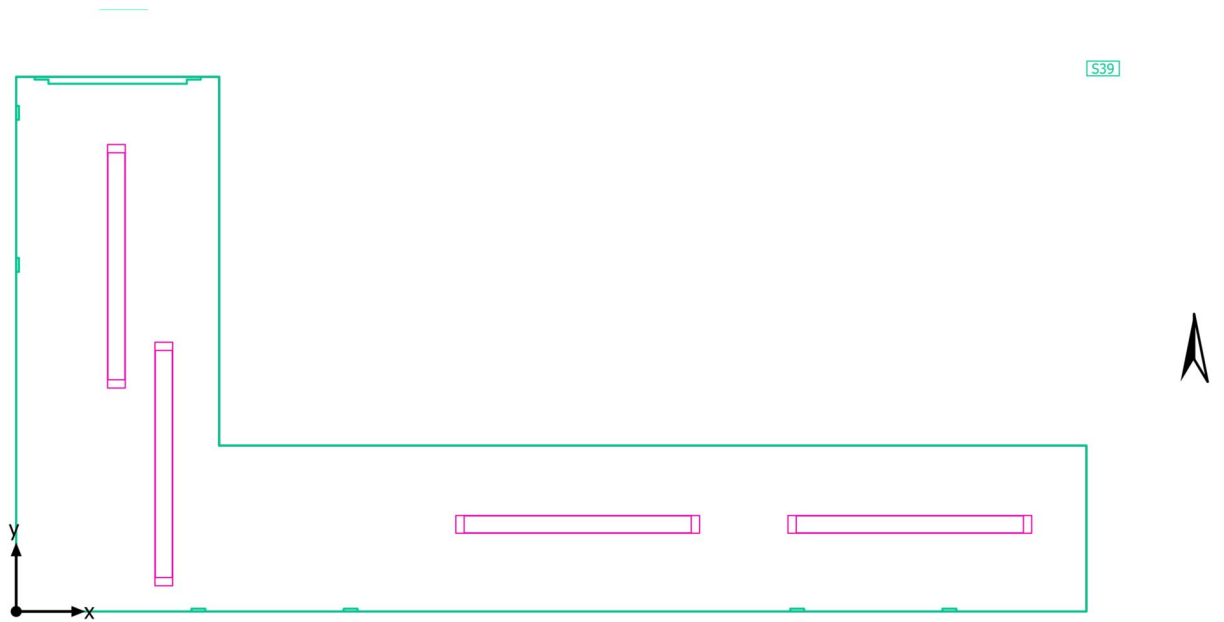
Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 10

Lista de luminarias Φ_{total}
16796 lm P_{total}
122.0 WRendimiento lumínico
137.7 lm/W

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
4	PHILIPS		WT470C L1300 1 xLED42S/840 VWB	30.5 W	4199 lm	137.7 lm/W

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 10 (Escena de luz 1)

Objetos de cálculo



Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 10 (Escena de luz 1)

Objetos de cálculo

Planos útiles

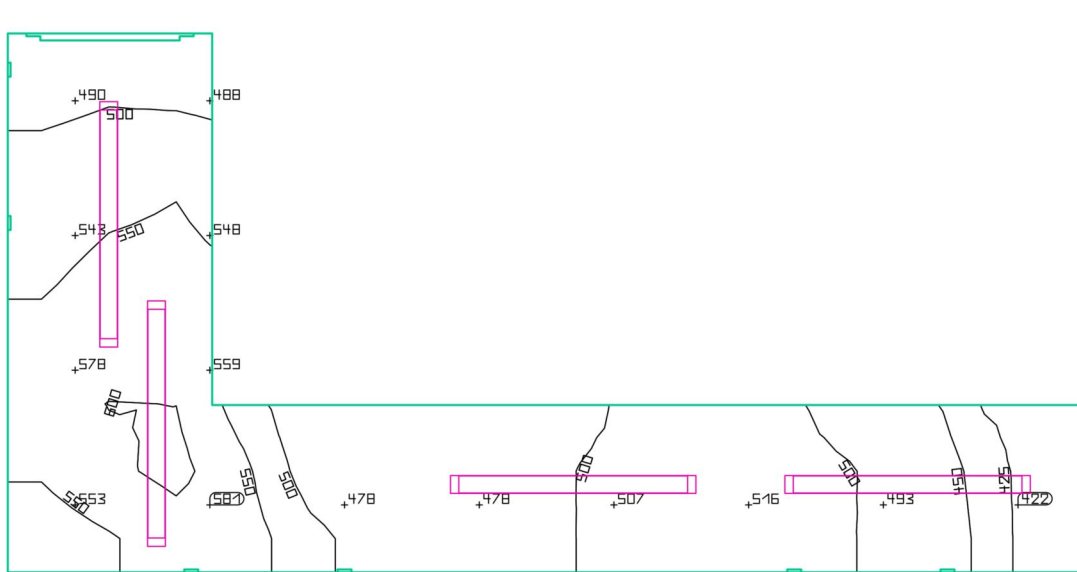
Propiedades	\bar{E} (Nominal)	E_{min}	E_{max}	g_1	g_2	Índice
Plano útil (Local 10) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	512 lx (≥ 500 lx) ✓	403 lx	609 lx	0.79	0.66	S39

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada, Estándar (oficina)

Indicaciones para planificación:

Proporción de luz diurna para Cielo medio (Luz solar directa) el 06/03/2023 a las 12:00 (Hora estándar Europa Occidental). Las condiciones del entorno para "Local 10" son limpio.

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 10 (Escena de luz 1)
Plano útil (Local 10)



Propiedades	\bar{E} (Nominal)	E_{\min}	E_{\max}	g_1	g_2	Índice
Plano útil (Local 10) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	512 lx (≥ 500 lx) ✓	403 lx	609 lx	0.79	0.66	S39

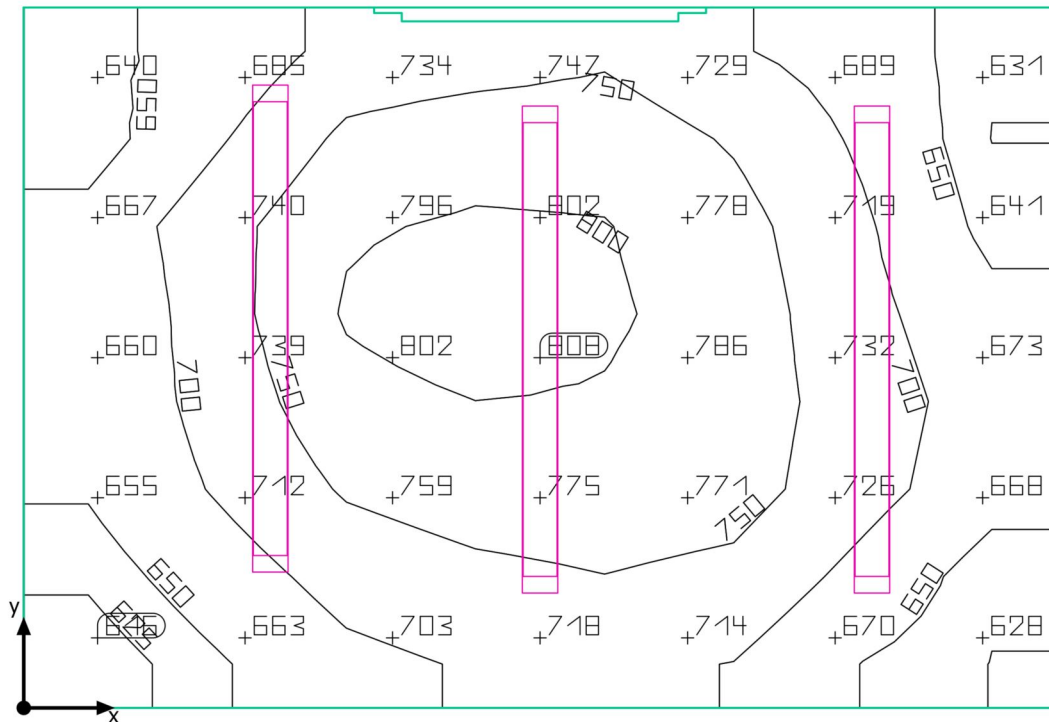
Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada, Estándar (oficina)

Indicaciones para planificación:

Proporción de luz diurna para Cielo medio (Luz solar directa) el 06/03/2023 a las 12:00 (Hora estándar Europa Occidental). Las condiciones del entorno para "Local 10" son limpio.

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 11 (Escena de luz 1)

Resumen



Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 11 (Escena de luz 1)

Resumen

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
Plano útil	Ē	715 lx	≥ 500 lx	✓
	g ₁	0.85	-	-
Valores de consumo	Consumo	250 kWh/a	máx. 200 kWh/a	✗
Potencia específica de conexión	Local	17.20 W/m ²	-	-
		2.41 W/m ² /100 lx	-	-

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada, Estándar (oficina)

Indicaciones para planificación:

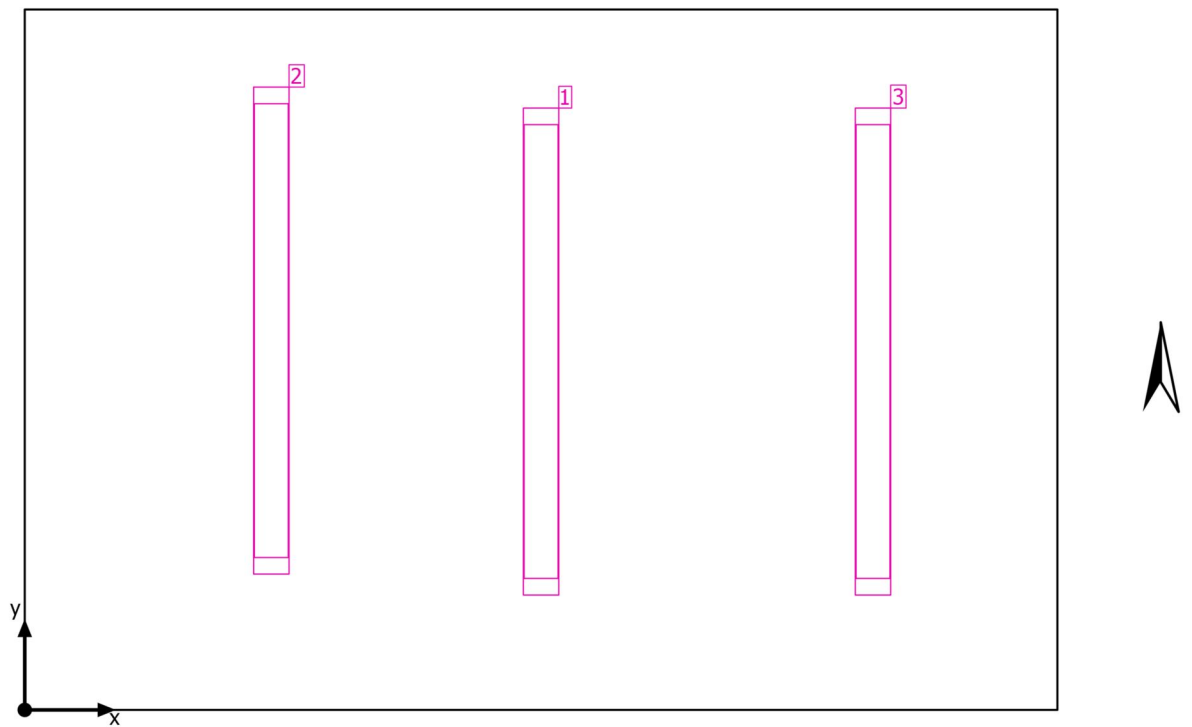
Proporción de luz diurna para Cielo medio (Luz solar directa) el 06/03/2023 a las 12:00 (Hora estándar Europa Occidental). Las condiciones del entorno para "Local 11" son limpio.

Lista de luminarias

Uní.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
3	PHILIPS		WT470C L1300 1 xLED42S/840 VWB	30.5 W	4199 lm	137.7 lm/W

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 11

Plano de situación de luminarias



Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 11

Plano de situación de luminarias



Fabricante	PHILIPS
Nº de artículo	
Nombre del artículo	WT470C L1300 1 xLED42S/840 VWB

Luminarias individuales

X	Y	Altura de montaje	Luminaria
1.400 m	0.972 m	3.000 m	1
0.669 m	1.029 m	3.000 m	2
2.300 m	0.972 m	3.000 m	3

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 11

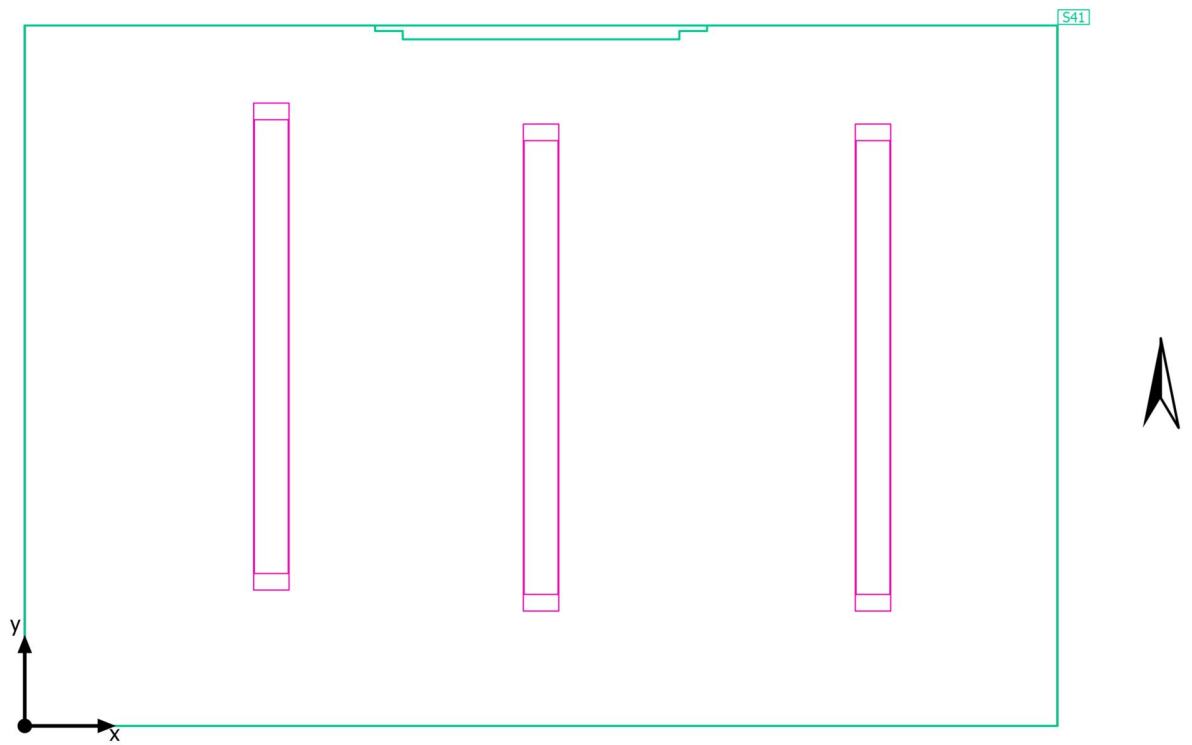
Lista de luminarias

Φ_{total} 12597 lm	P_{total} 91.5 W	Rendimiento lumínico 137.7 lm/W
----------------------------	-----------------------	------------------------------------

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
3	PHILIPS		WT470C L1300 1 xLED42S/840 VWB	30.5 W	4199 lm	137.7 lm/W

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 11 (Escena de luz 1)

Objetos de cálculo



Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 11 (Escena de luz 1)

Objetos de cálculo

Planos útiles

Propiedades	\bar{E} (Nominal)	E_{\min}	E_{\max}	g_1	g_2	Índice
Plano útil (Local 11) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	715 lx (≥ 500 lx) ✓	605 lx	816 lx	0.85	0.74	S41

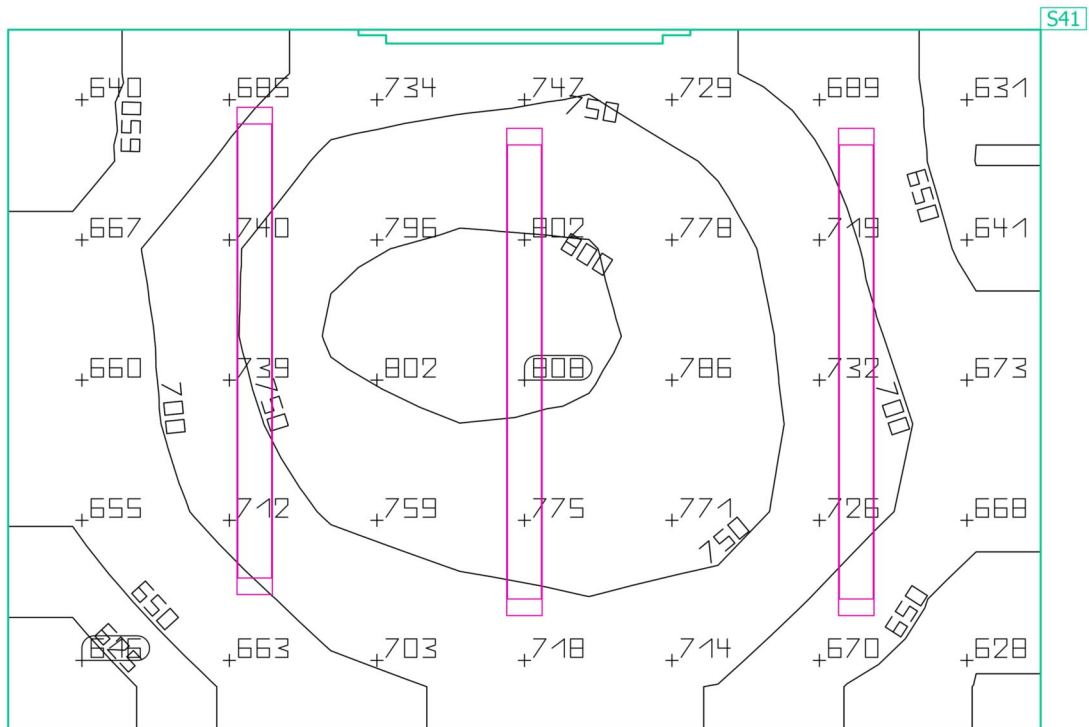
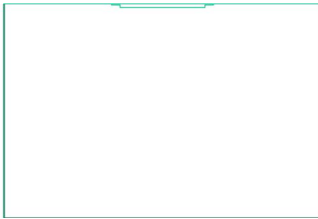
Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada, Estándar (oficina)

Indicaciones para planificación:

Proporción de luz diurna para Cielo medio (Luz solar directa) el 06/03/2023 a las 12:00 (Hora estándar Europa Occidental). Las condiciones del entorno para "Local 11" son limpio.

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 11 (Escena de luz 1)

Plano útil (Local 11)



Propiedades	\bar{E} (Nominal)	E_{min}	E_{max}	g_1	g_2	Índice
Plano útil (Local 11)	715 lx	605 lx	816 lx	0.85	0.74	S41
Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	≥ 500 lx					
Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	✓					

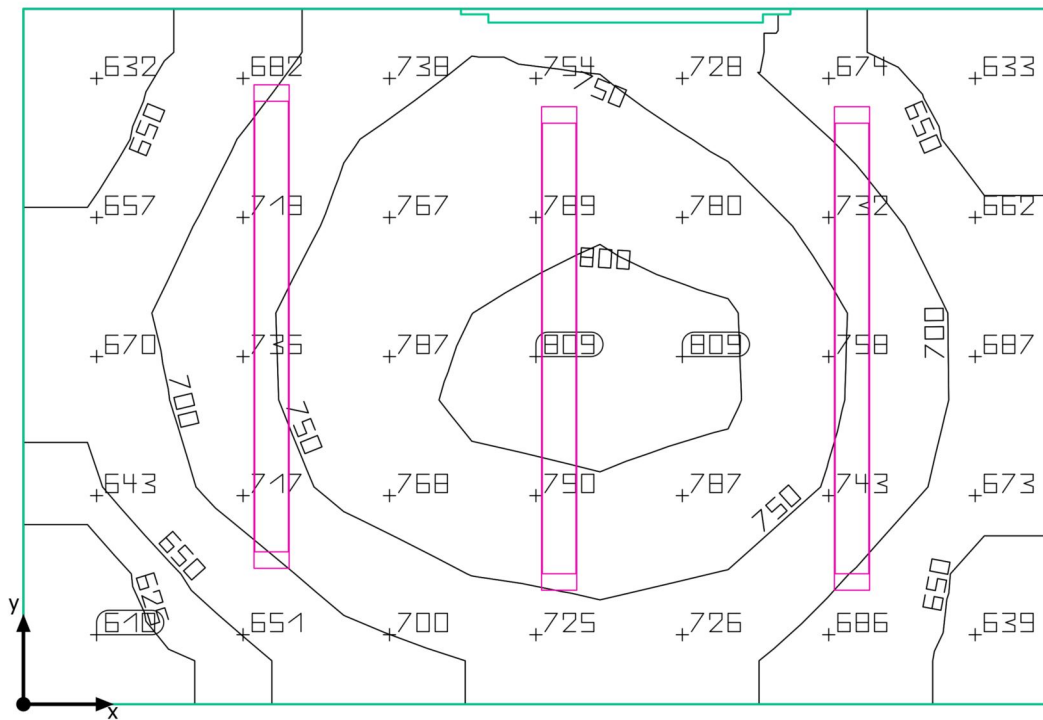
Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada, Estándar (oficina)

Indicaciones para planificación:

Proporción de luz diurna para Cielo medio (Luz solar directa) el 06/03/2023 a las 12:00 (Hora estándar Europa Occidental). Las condiciones del entorno para "Local 11" son limpio.

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 12 (Escena de luz 1)

Resumen



Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 12 (Escena de luz 1)

Resumen

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
Plano útil	Ē	717 lx	≥ 500 lx	✓
	g ₁	0.84	-	-
Valores de consumo	Consumo	250 kWh/a	máx. 200 kWh/a	✗
Potencia específica de conexión	Local	17.20 W/m ²	-	-
		2.40 W/m ² /100 lx	-	-

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada, Estándar (oficina)

Indicaciones para planificación:

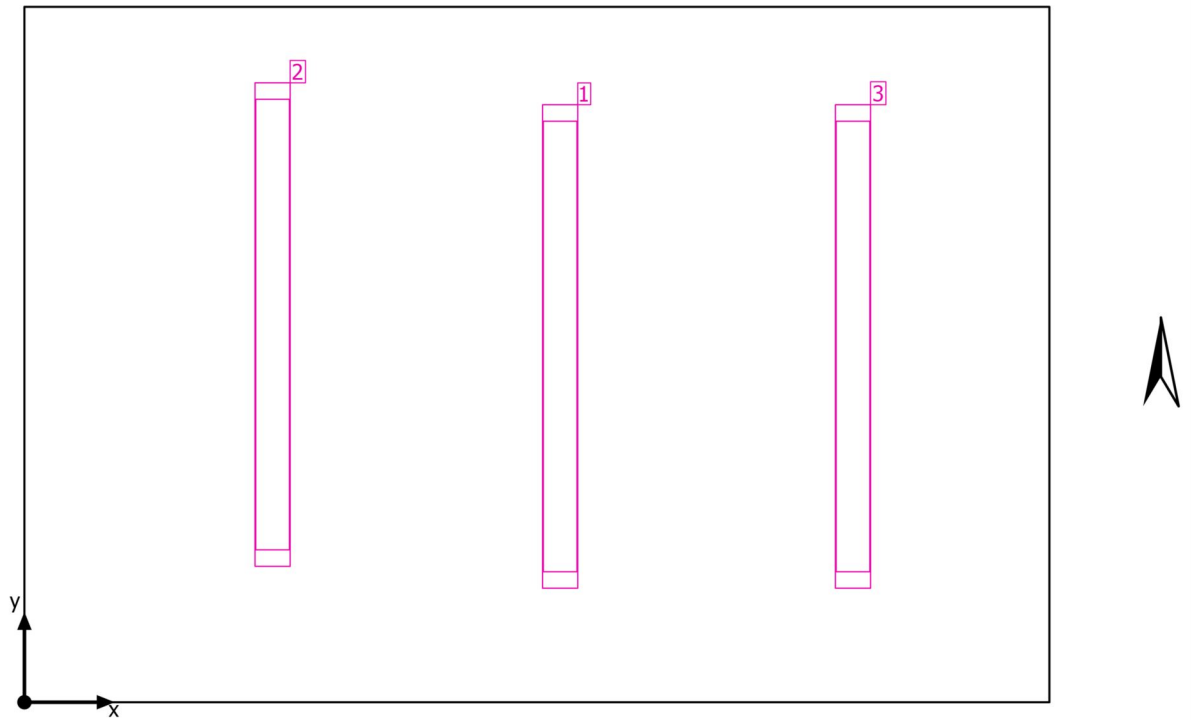
Proporción de luz diurna para Cielo medio (Luz solar directa) el 06/03/2023 a las 12:00 (Hora estándar Europa Occidental). Las condiciones del entorno para "Local 12" son limpio.

Lista de luminarias

Uní.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
3	PHILIPS		WT470C L1300 1 xLED42S/840 VWB	30.5 W	4199 lm	137.7 lm/W

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 12

Plano de situación de luminarias



Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 12

Plano de situación de luminarias



Fabricante	PHILIPS
Nº de artículo	
Nombre del artículo	WT470C L1300 1 xLED42S/840 VWB

Luminarias individuales

X	Y	Altura de montaje	Luminaria
1.463 m	0.972 m	3.000 m	1
0.678 m	1.032 m	3.000 m	2
2.263 m	0.972 m	3.000 m	3

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 12

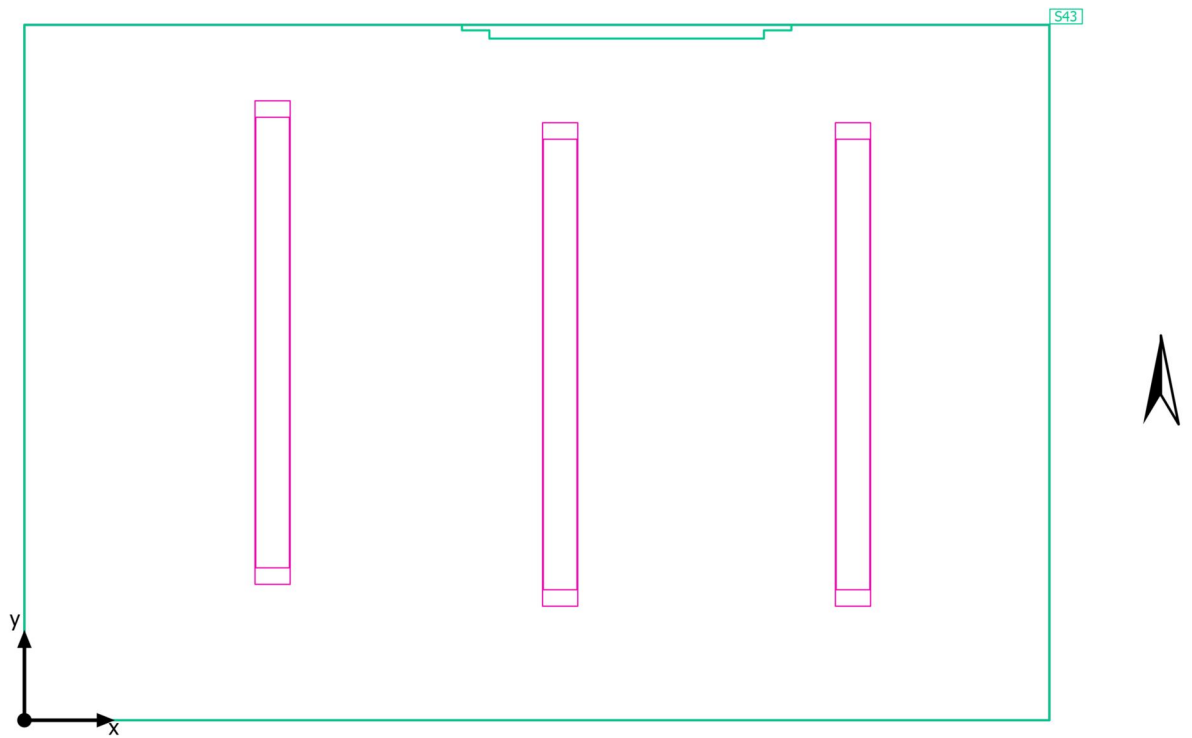
Lista de luminarias

Φ_{total} 12597 lm	P_{total} 91.5 W	Rendimiento lumínico 137.7 lm/W
----------------------------	-----------------------	------------------------------------

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
3	PHILIPS		WT470C L1300 1 xLED42S/840 VWB	30.5 W	4199 lm	137.7 lm/W

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 12 (Escena de luz 1)

Objetos de cálculo



Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 12 (Escena de luz 1)

Objetos de cálculo

Planos útiles

Propiedades	\bar{E} (Nominal)	E_{\min}	E_{\max}	g_1	g_2	Índice
Plano útil (Local 12) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	717 lx (≥ 500 lx) ✓	603 lx	814 lx	0.84	0.74	S43

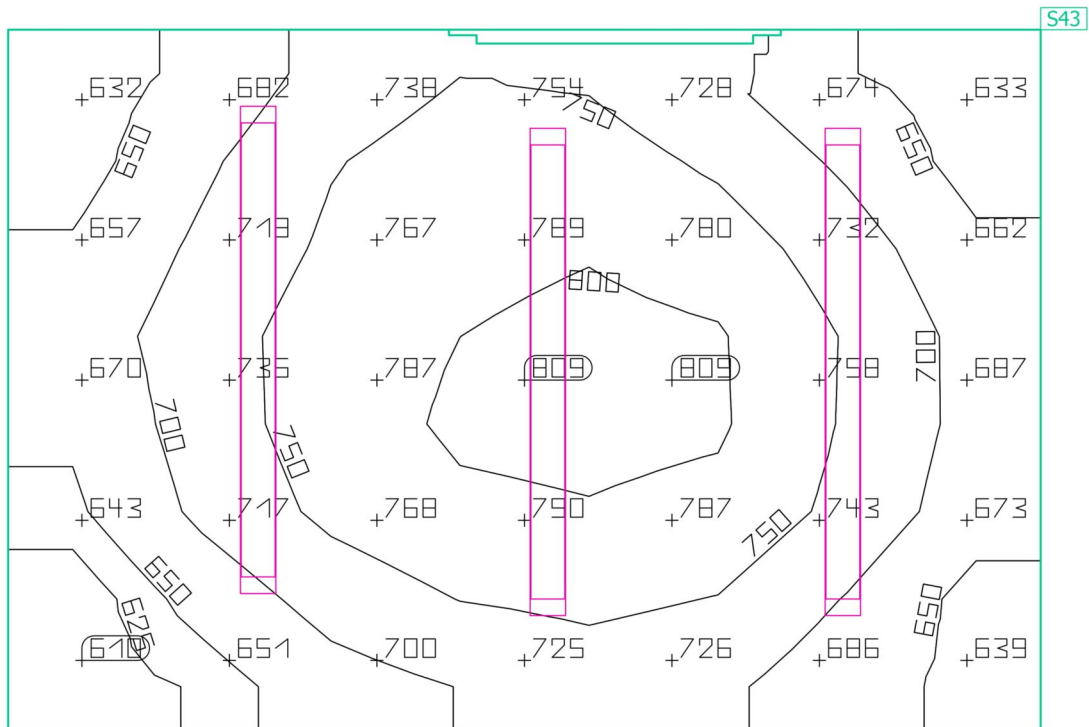
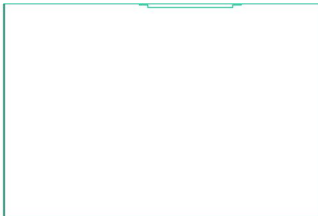
Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada, Estándar (oficina)

Indicaciones para planificación:

Proporción de luz diurna para Cielo medio (Luz solar directa) el 06/03/2023 a las 12:00 (Hora estándar Europa Occidental). Las condiciones del entorno para "Local 12" son limpio.

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 12 (Escena de luz 1)

Plano útil (Local 12)



Propiedades	\bar{E} (Nominal)	E_{min}	E_{max}	g_1	g_2	Índice
Plano útil (Local 12)	717 lx	603 lx	814 lx	0.84	0.74	S43
Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	≥ 500 lx					
Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	✓					

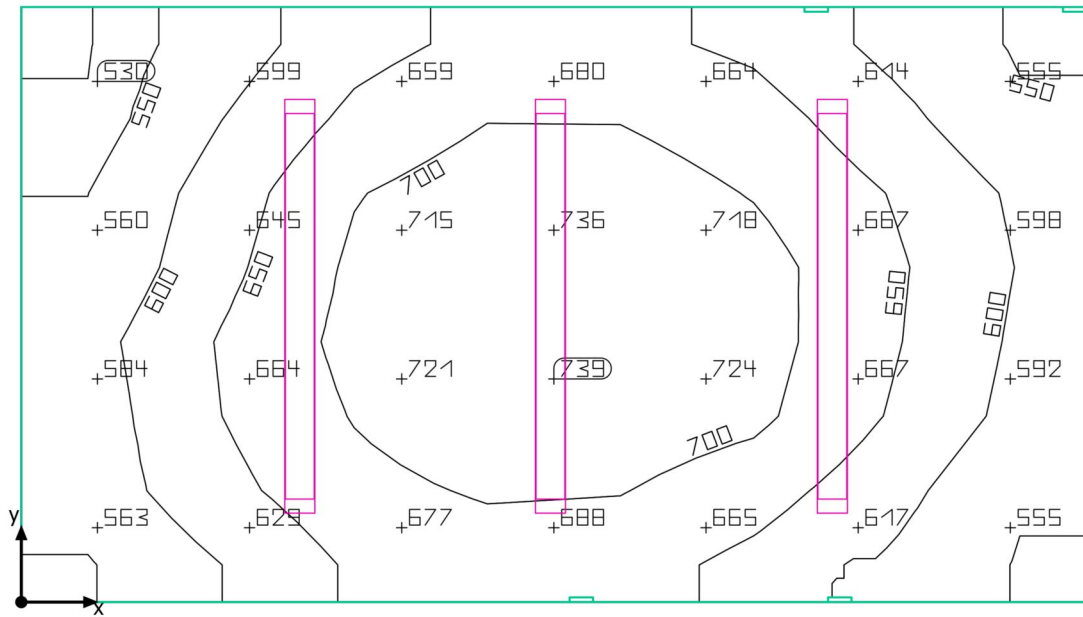
Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada, Estándar (oficina)

Indicaciones para planificación:

Proporción de luz diurna para Cielo medio (Luz solar directa) el 06/03/2023 a las 12:00 (Hora estándar Europa Occidental). Las condiciones del entorno para "Local 12" son limpio.

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 13 (Escena de luz 1)

Resumen



Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 13 (Escena de luz 1)

Resumen

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
Plano útil	Ē	645 lx	≥ 500 lx	✓
	g ₁	0.81	-	-
Valores de consumo	Consumo	250 kWh/a	máx. 250 kWh/a	✓
Potencia específica de conexión	Local	14.16 W/m ²	-	-
		2.19 W/m ² /100 lx	-	-

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada, Estándar (oficina)

Indicaciones para planificación:

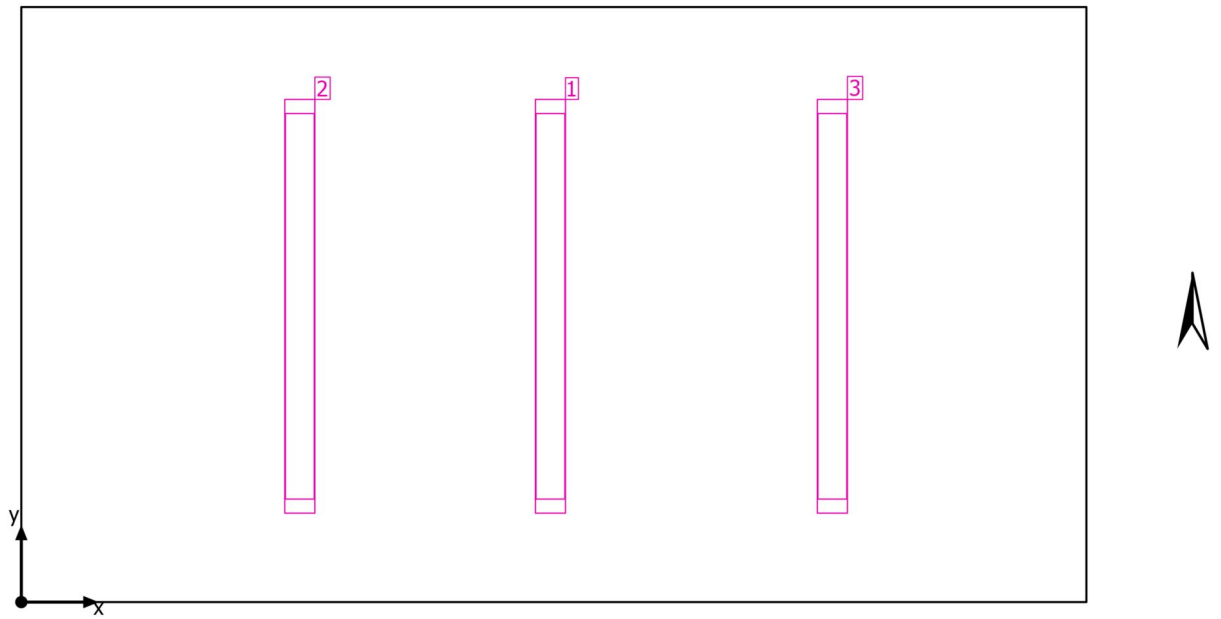
Proporción de luz diurna para Cielo medio (Luz solar directa) el 06/03/2023 a las 12:00 (Hora estándar Europa Occidental). Las condiciones del entorno para "Local 13" son limpio.

Lista de luminarias

Uní.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
3	PHILIPS		WT470C L1300 1 xLED42S/840 VWB	30.5 W	4199 lm	137.7 lm/W

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 13

Plano de situación de luminarias



Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 13

Plano de situación de luminarias



Fabricante	PHILIPS
Nº de artículo	
Nombre del artículo	WT470C L1300 1 xLED42S/840 VWB

Luminarias individuales

X	Y	Altura de montaje	Luminaria
1.689 m	0.944 m	3.000 m	1
0.889 m	0.944 m	3.000 m	2
2.589 m	0.944 m	3.000 m	3

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 13

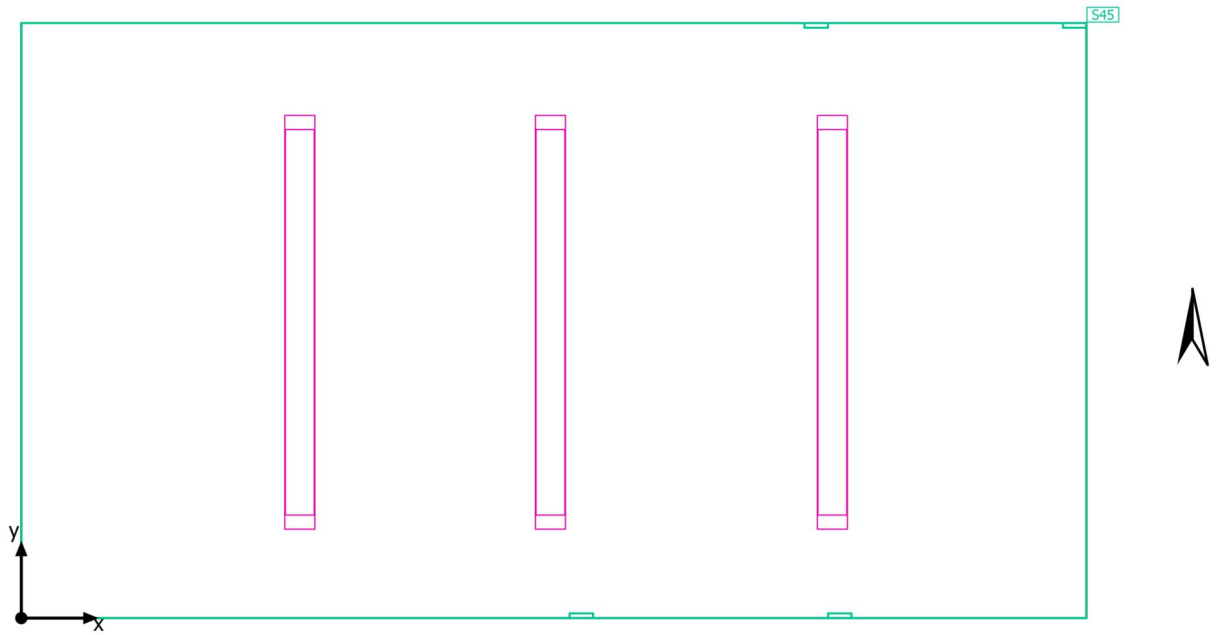
Lista de luminarias

Φ_{total} 12597 lm	P_{total} 91.5 W	Rendimiento lumínico 137.7 lm/W
----------------------------	-----------------------	------------------------------------

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
3	PHILIPS		WT470C L1300 1 xLED42S/840 VWB	30.5 W	4199 lm	137.7 lm/W

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 13 (Escena de luz 1)

Objetos de cálculo



Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 13 (Escena de luz 1)

Objetos de cálculo

Planos útiles

Propiedades	\bar{E} (Nominal)	E_{min}	E_{max}	g_1	g_2	Índice
Plano útil (Local 13) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	645 lx (≥ 500 lx) ✓	520 lx	745 lx	0.81	0.70	S45

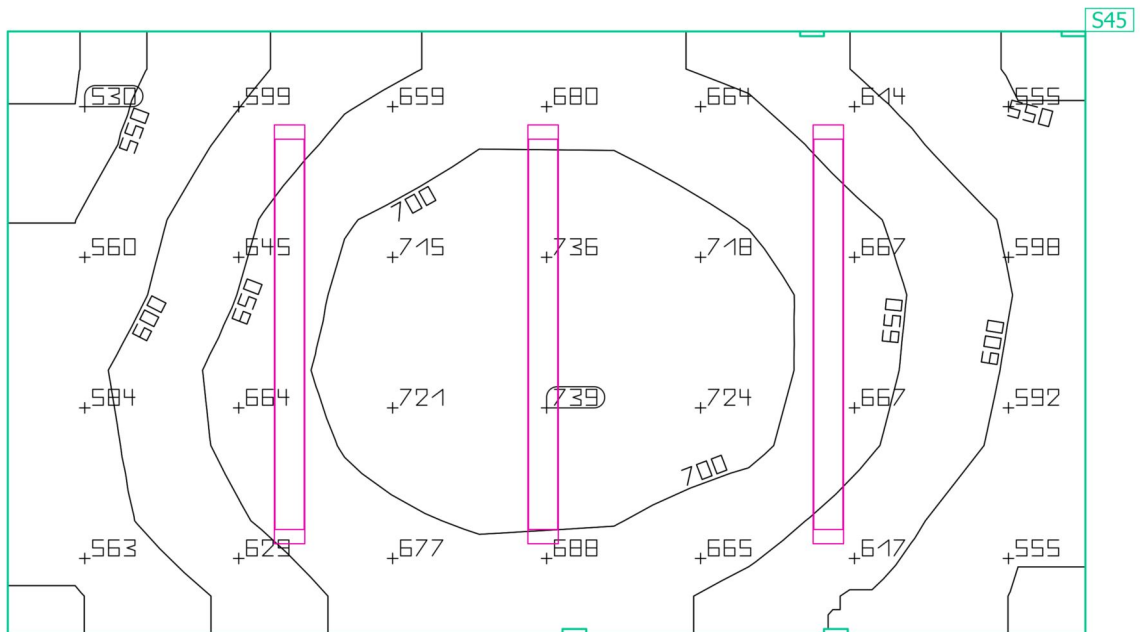
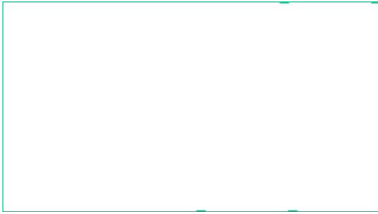
Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada, Estándar (oficina)

Indicaciones para planificación:

Proporción de luz diurna para Cielo medio (Luz solar directa) el 06/03/2023 a las 12:00 (Hora estándar Europa Occidental). Las condiciones del entorno para "Local 13" son limpio.

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 13 (Escena de luz 1)

Plano útil (Local 13)



Propiedades	\bar{E} (Nominal)	E_{min}	E_{max}	g_1	g_2	Índice
Plano útil (Local 13) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	645 lx (≥ 500 lx) ✓	520 lx	745 lx	0.81	0.70	S45

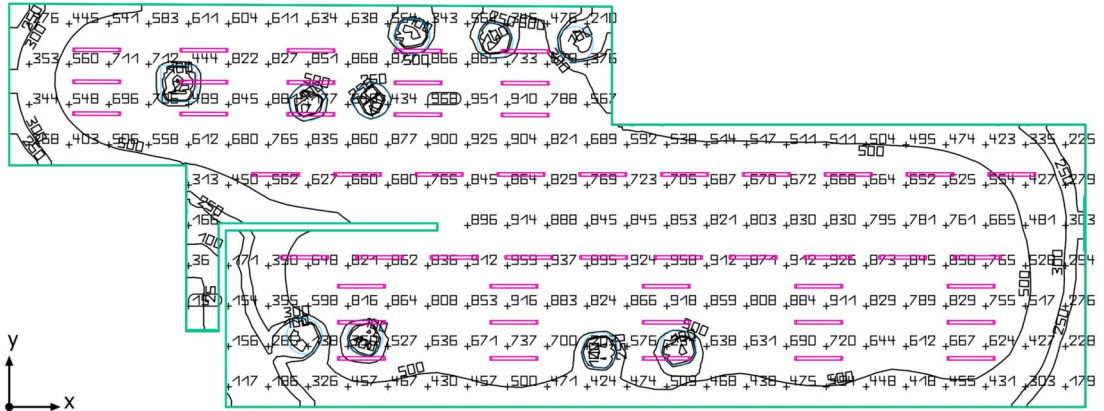
Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada, Estándar (oficina)

Indicaciones para planificación:

Proporción de luz diurna para Cielo medio (Luz solar directa) el 06/03/2023 a las 12:00 (Hora estándar Europa Occidental). Las condiciones del entorno para "Local 13" son limpio.

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 14 (Escena de luz 1)

Resumen



Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 14 (Escena de luz 1)

Resumen

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
Luz diurna	D	0.000 %	-	-
Plano útil	Ē	619 lx	≥ 500 lx	✓
	g ₁	0.006	-	-
Valores de consumo	Consumo	4200 kWh/a	máx. 8850 kWh/a	✓
Potencia específica de conexión	Local	6.06 W/m ²	-	-
		0.98 W/m ² /100 lx	-	-

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada, Estándar (oficina)

Indicaciones para planificación:

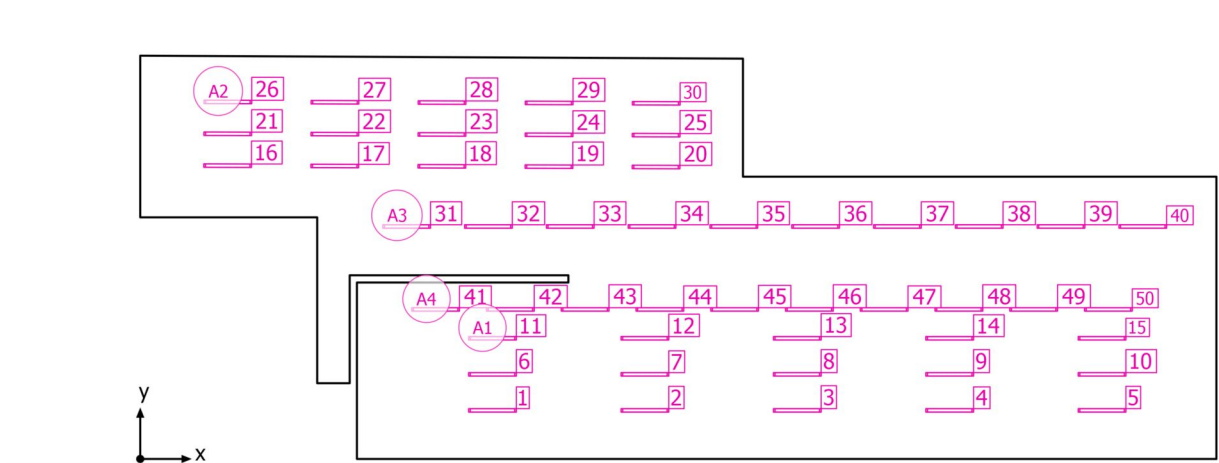
Proporción de luz diurna para Cielo medio (Luz solar directa) el 06/03/2023 a las 12:00 (Hora estándar Europa Occidental). Las condiciones del entorno para "Local 14" son limpio.

Lista de luminarias

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
50	PHILIPS		WT470C L1300 1 xLED42S/840 VWB	30.5 W	4199 lm	137.7 lm/W

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 14

Plano de situación de luminarias



Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 14

Plano de situación de luminarias



Fabricante	PHILIPS
Nº de artículo	
Nombre del artículo	WT470C L1300 1 xLED42S/840 VWB

15 x Philips WT470C L1300 1 xLED42S/840 VWB

Tipo	Disposición en campo	X	Y	Altura de montaje	Luminaria
1era Luminaria (X/Y/Z)	9.754 m, 1.346 m, 3.000 m	9.754 m	1.346 m	3.000 m	1
Dirección X	5 Uni., Centro - centro, 4.220 m	13.974 m	1.346 m	3.000 m	2
		18.194 m	1.346 m	3.000 m	3
Dirección Y	3 Uni., Centro - centro, 1.000 m	22.414 m	1.346 m	3.000 m	4
		26.634 m	1.346 m	3.000 m	5
Organización	A1	9.754 m	2.346 m	3.000 m	6
		13.974 m	2.346 m	3.000 m	7
		18.194 m	2.346 m	3.000 m	8
		22.414 m	2.346 m	3.000 m	9
		26.634 m	2.346 m	3.000 m	10
		9.754 m	3.346 m	3.000 m	11
		13.974 m	3.346 m	3.000 m	12
		18.194 m	3.346 m	3.000 m	13

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 14

Plano de situación de luminarias

X	Y	Altura de montaje	Luminaria
22.414 m	3.346 m	3.000 m	14
26.634 m	3.346 m	3.000 m	15

15 x Philips WT470C L1300 1 xLED42S/840 VWB

Tipo	Disposición en campo	X	Y	Altura de montaje	Luminaria
1era Luminaria (X/Y/Z)	2.420 m, 8.133 m, 3.000 m	2.420 m	8.133 m	3.000 m	16
Dirección X	5 Uni., Centro - centro, 2.966 m	5.386 m	8.124 m	3.000 m	17
		8.352 m	8.114 m	3.000 m	18
Dirección Y	3 Uni., Centro - centro, 0.883 m	11.317 m	8.105 m	3.000 m	19
		14.283 m	8.095 m	3.000 m	20
		2.423 m	9.016 m	3.000 m	21
Organización	A2	5.389 m	9.007 m	3.000 m	22
		8.354 m	8.997 m	3.000 m	23
		11.320 m	8.988 m	3.000 m	24
		14.286 m	8.979 m	3.000 m	25
		2.426 m	9.900 m	3.000 m	26
		5.391 m	9.890 m	3.000 m	27
		8.357 m	9.881 m	3.000 m	28
		11.323 m	9.871 m	3.000 m	29
		14.289 m	9.862 m	3.000 m	30

10 x Philips WT470C L1300 1 xLED42S/840 VWB

Tipo	Disposición en línea	X	Y	Altura de montaje	Luminaria
------	----------------------	---	---	-------------------	-----------

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 14

Plano de situación de luminarias

1era Luminaria (X/Y/Z)	7.377 m, 6.446 m, 3.000 m	X	Y	Altura de montaje	Luminaria
Dirección X	10 Uni., Centro - centro, 2.265 m	7.377 m	6.446 m	3.000 m	31
Organización	A3	9.642 m	6.446 m	3.000 m	32
		11.907 m	6.446 m	3.000 m	33
		14.172 m	6.446 m	3.000 m	34
		16.437 m	6.446 m	3.000 m	35
		18.702 m	6.446 m	3.000 m	36
		20.967 m	6.446 m	3.000 m	37
		23.232 m	6.446 m	3.000 m	38
		25.497 m	6.446 m	3.000 m	39
		27.762 m	6.446 m	3.000 m	40

10 x Philips WT470C L1300 1 xLED42S/840 VWB

Tipo	Disposición en línea	X	Y	Altura de montaje	Luminaria
1era Luminaria (X/Y/Z)	8.179 m, 4.146 m, 3.000 m	8.179 m	4.146 m	3.000 m	41
Dirección X	10 Uni., Centro - centro, 2.070 m	10.249 m	4.146 m	3.000 m	42
Organización	A4	12.319 m	4.146 m	3.000 m	43
		14.389 m	4.146 m	3.000 m	44
		16.459 m	4.146 m	3.000 m	45
		18.529 m	4.146 m	3.000 m	46
		20.599 m	4.146 m	3.000 m	47
		22.669 m	4.146 m	3.000 m	48
		24.739 m	4.146 m	3.000 m	49
		26.809 m	4.146 m	3.000 m	50

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 14

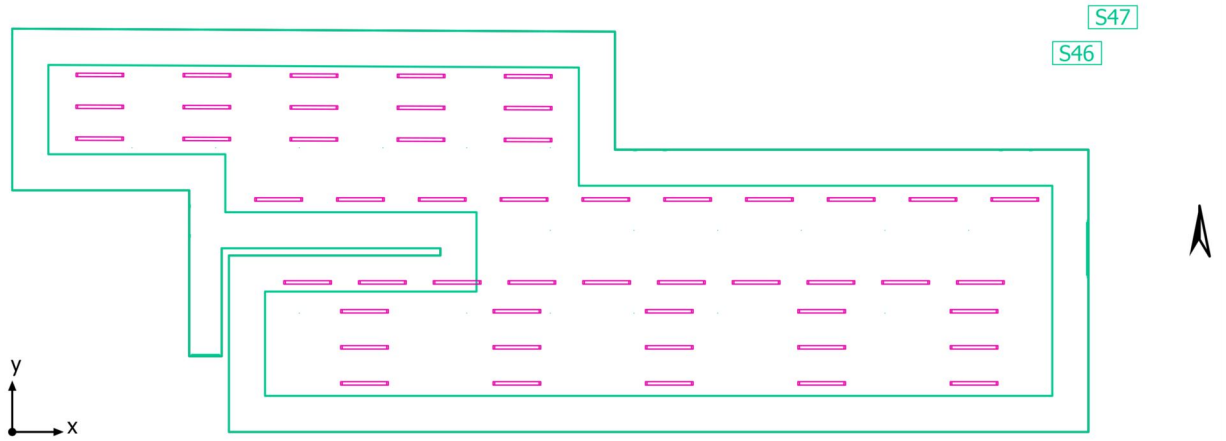
Lista de luminarias

Φ_{total} 209950 lm	P_{total} 1525.0 W	Rendimiento lumínico 137.7 lm/W
-----------------------------	-------------------------	------------------------------------

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
50	PHILIPS		WT470C L1300 1 xLED42S/840 VWB	30.5 W	4199 lm	137.7 lm/W

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 14 (Escena de luz 1)

Objetos de cálculo



Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 14 (Escena de luz 1)

Objetos de cálculo

Planos útiles

Propiedades	\bar{E} (Nominal)	E_{\min}	E_{\max}	g_1	g_2	Índice
Plano útil (Local 14) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	619 lx (≥ 500 lx) ✓	4.01 lx	969 lx	0.006	0.004	S47

Luz diurna

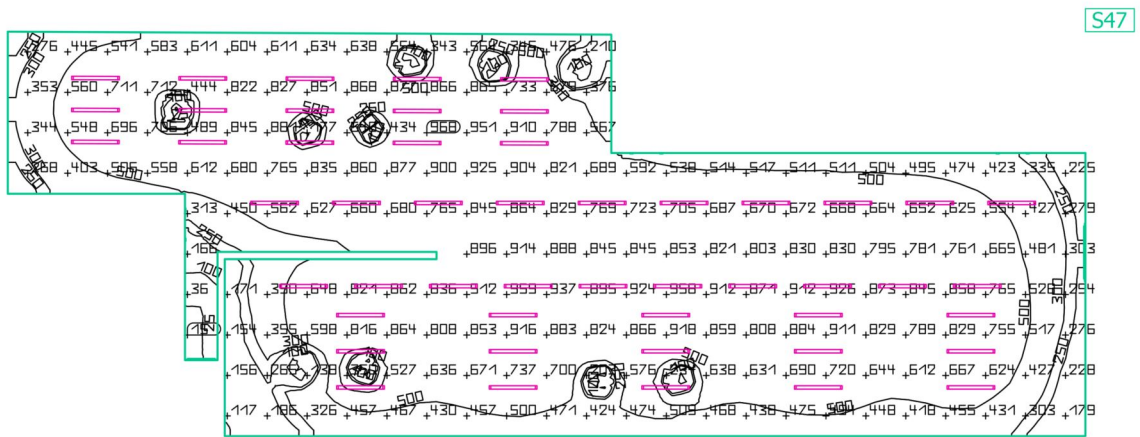
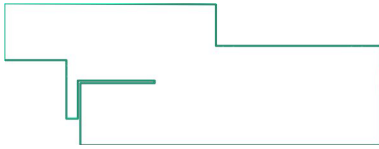
Propiedades	D_m	D_{\min}	D_{\max}	g_1	g_2	Índice
Superficie útil de cociente de luz diurna (Local 14) Cociente de luz diurna Altura: 0.850 m, Zona marginal: 1.000 m	0.000 %	0.000 %	0.000 %	-	-	S46

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada, Estándar (oficina)

Indicaciones para planificación:

Proporción de luz diurna para Cielo medio (Luz solar directa) el 06/03/2023 a las 12:00 (Hora estándar Europa Occidental). Las condiciones del entorno para "Local 14" son limpio.

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 14 (Escena de luz 1)
Plano útil (Local 14)



Propiedades	\bar{E} (Nominal)	E_{min}	E_{max}	g_1	g_2	Índice
Plano útil (Local 14)	619 lx	4.01 lx	969 lx	0.006	0.004	S47
Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	(≥ 500 lx)					
Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	✓					

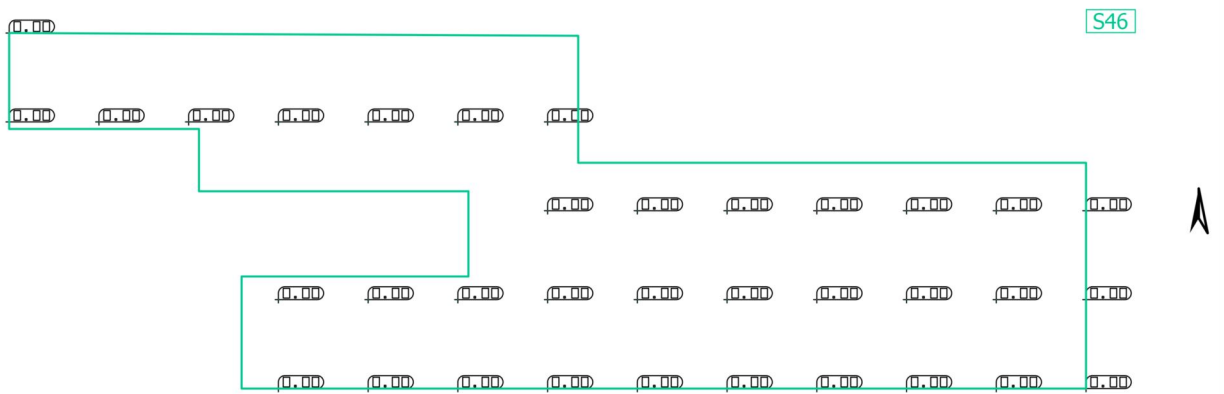
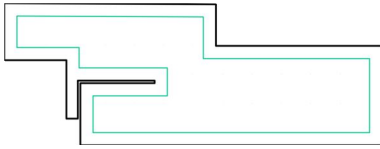
Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada, Estándar (oficina)

Indicaciones para planificación:

Proporción de luz diurna para Cielo medio (Luz solar directa) el 06/03/2023 a las 12:00 (Hora estándar Europa Occidental). Las condiciones del entorno para "Local 14" son limpio.

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 14 (Escenas de luz para el cociente de luz)

Superficie útil de cociente de luz diurna (Local 14)



Propiedades	D_m	D_{min}	$D_{máx}$	g_1	g_2	Índice
Superficie útil de cociente de luz diurna (Local 14)	0.000 %	0.000 %	0.000 %	-	-	S46
Cociente de luz diurna						
Altura: 0.850 m, Zona marginal: 1.000 m						

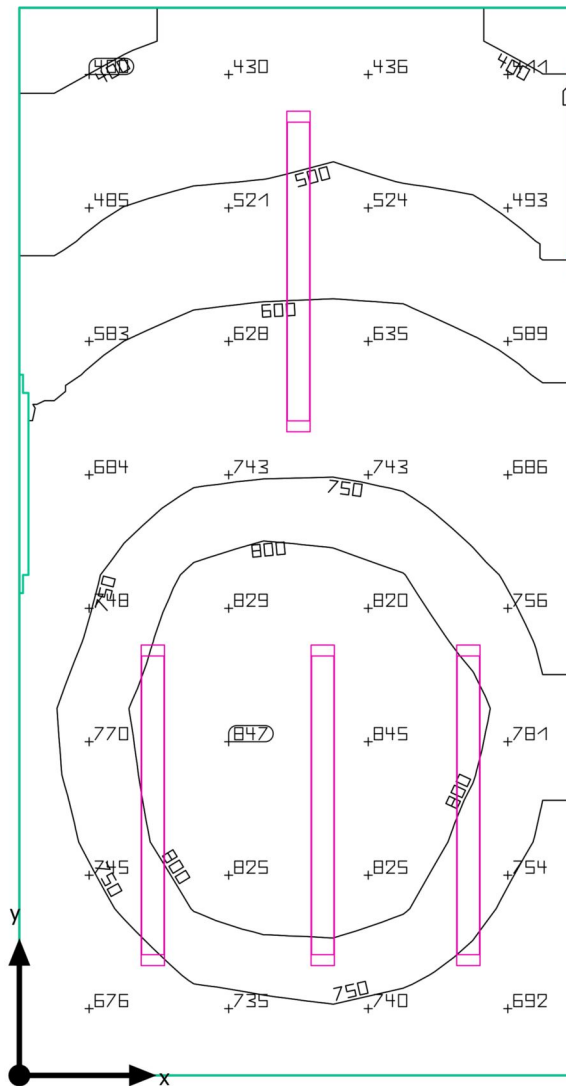
Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada, Estándar (oficina)

Indicaciones para planificación:

Proporción de luz diurna para Cielo cubierto el 06/03/2023 a las 12:00 (Hora estándar Europa Occidental). Las condiciones del entorno para "Local 14" son limpio.

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 15 (Escena de luz 1)

Resumen



Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 15 (Escena de luz 1)

Resumen

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
Luz diurna	D	0.000 %	-	-
Plano útil	Ē	669 lx	≥ 500 lx	✓
	g ₁	0.56	-	-
Valores de consumo	Consumo	340 kWh/a	máx. 400 kWh/a	✓
Potencia específica de conexión	Local	12.06 W/m ²	-	-
		1.80 W/m ² /100 lx	-	-

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada, Estándar (oficina)

Indicaciones para planificación:

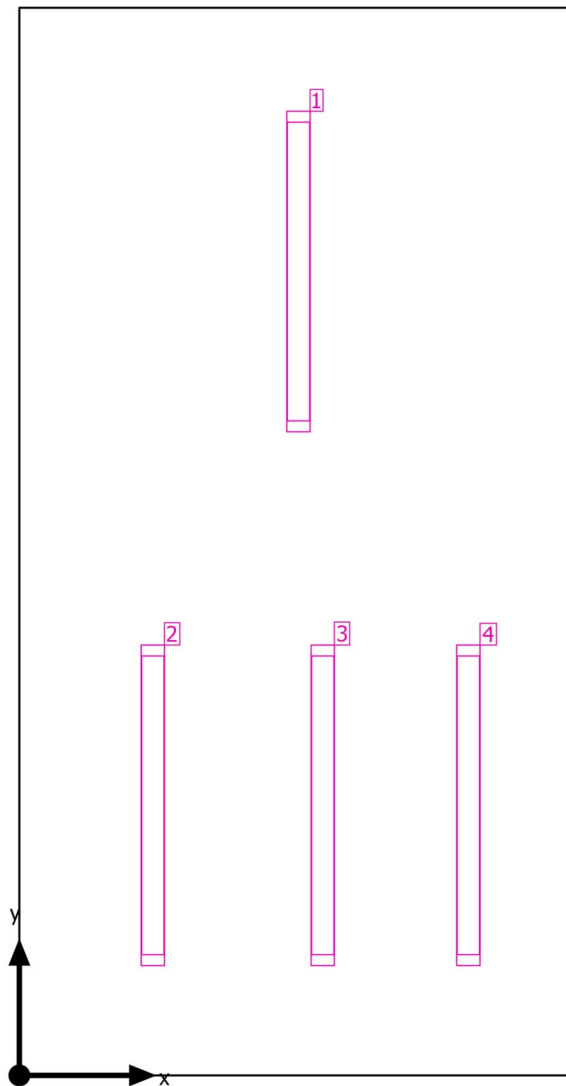
Proporción de luz diurna para Cielo medio (Luz solar directa) el 06/03/2023 a las 12:00 (Hora estándar Europa Occidental). Las condiciones del entorno para "Local 15" son limpio.

Lista de luminarias

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
4	PHILIPS		WT470C L1300 1 xLED42S/840 VWB	30.5 W	4199 lm	137.7 lm/W

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 15

Plano de situación de luminarias



Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 15

Plano de situación de luminarias



Fabricante	PHILIPS
Nº de artículo	
Nombre del artículo	WT470C L1300 1 xLED42S/840 VWB

Luminarias individuales

X	Y	Altura de montaje	Luminaria
1.150 m	3.313 m	3.000 m	1
0.550 m	1.113 m	3.000 m	2
1.250 m	1.113 m	3.000 m	3
1.850 m	1.113 m	3.000 m	4

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 15

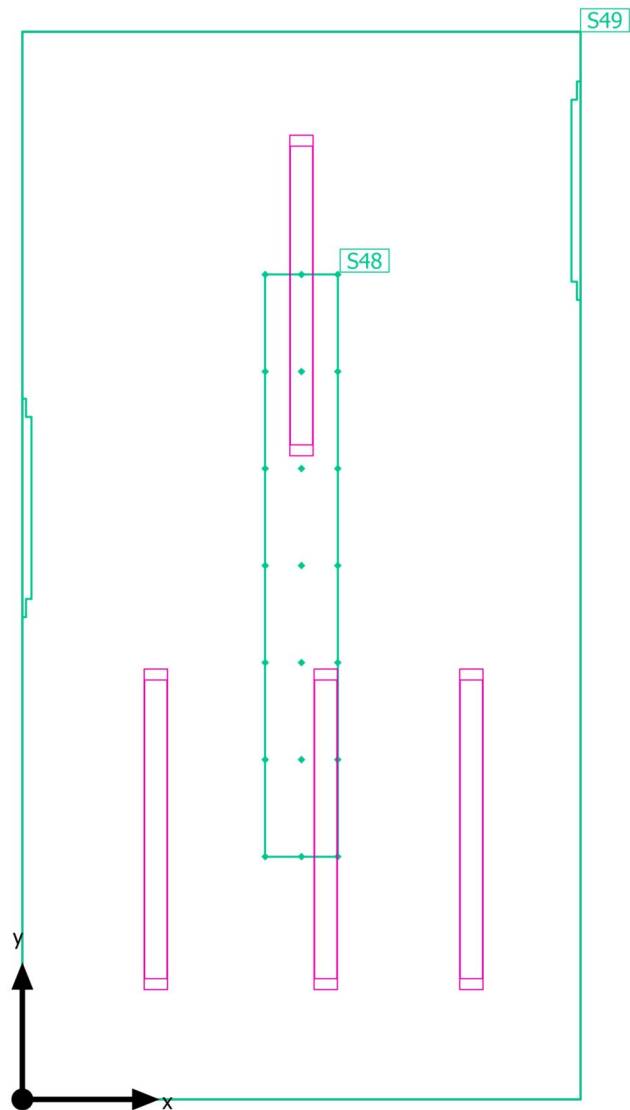
Lista de luminarias

Φ_{total} 16796 lm	P_{total} 122.0 W	Rendimiento lumínico 137.7 lm/W
----------------------------	------------------------	------------------------------------

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
4	PHILIPS		WT470C L1300 1 xLED42S/840 VWB	30.5 W	4199 lm	137.7 lm/W

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 15 (Escena de luz 1)

Objetos de cálculo



Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 15 (Escena de luz 1)

Objetos de cálculo

Planos útiles

Propiedades	\bar{E} (Nominal)	E_{\min}	E_{\max}	g_1	g_2	Índice
Plano útil (Local 15) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	669 lx (≥ 500 lx) ✓	375 lx	856 lx	0.56	0.44	S49

Luz diurna

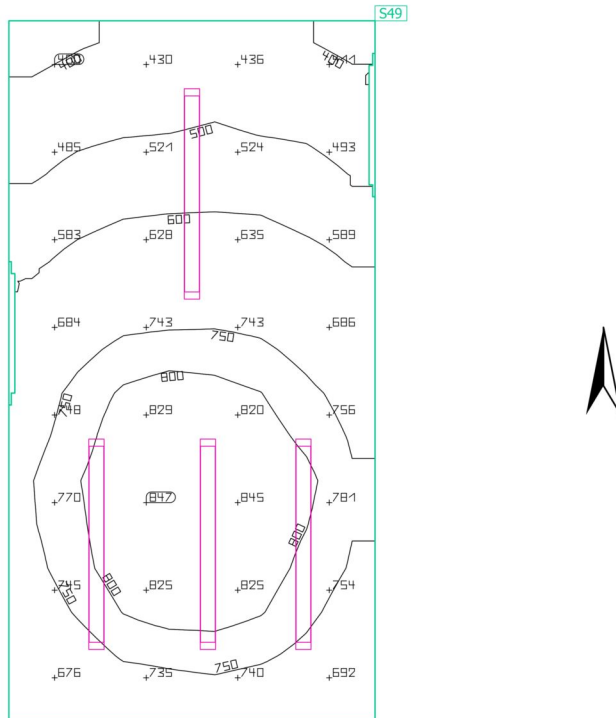
Propiedades	D_m	D_{\min}	D_{\max}	g_1	g_2	Índice
Superficie útil de cociente de luz diurna (Local 15) Cociente de luz diurna Altura: 0.850 m, Zona marginal: 1.000 m	0.000 %	0.000 %	0.000 %	-	-	S48

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada, Estándar (oficina)

Indicaciones para planificación:

Proporción de luz diurna para Cielo medio (Luz solar directa) el 06/03/2023 a las 12:00 (Hora estándar Europa Occidental). Las condiciones del entorno para "Local 15" son limpio.

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 15 (Escena de luz 1)
Plano útil (Local 15)



Propiedades	\bar{E} (Nominal)	E_{\min}	E_{\max}	g_1	g_2	Índice
Plano útil (Local 15) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	669 lx (≥ 500 lx) ✓	375 lx	856 lx	0.56	0.44	S49

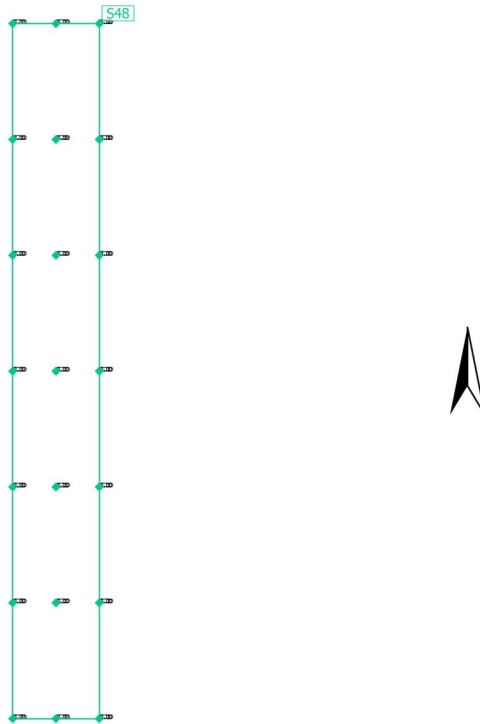
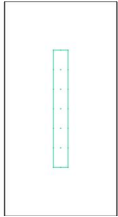
Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada, Estándar (oficina)

Indicaciones para planificación:

Proporción de luz diurna para Cielo medio (Luz solar directa) el 06/03/2023 a las 12:00 (Hora estándar Europa Occidental). Las condiciones del entorno para "Local 15" son limpio.

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 15 (Escenas de luz para el cociente de luz)

Superficie útil de cociente de luz diurna (Local 15)



Propiedades	D_m	D_{min}	$D_{máx}$	g_1	g_2	Índice
Superficie útil de cociente de luz diurna (Local 15) Cociente de luz diurna Altura: 0.850 m, Zona marginal: 1.000 m	0.000 %	0.000 %	0.000 %	-	-	S48

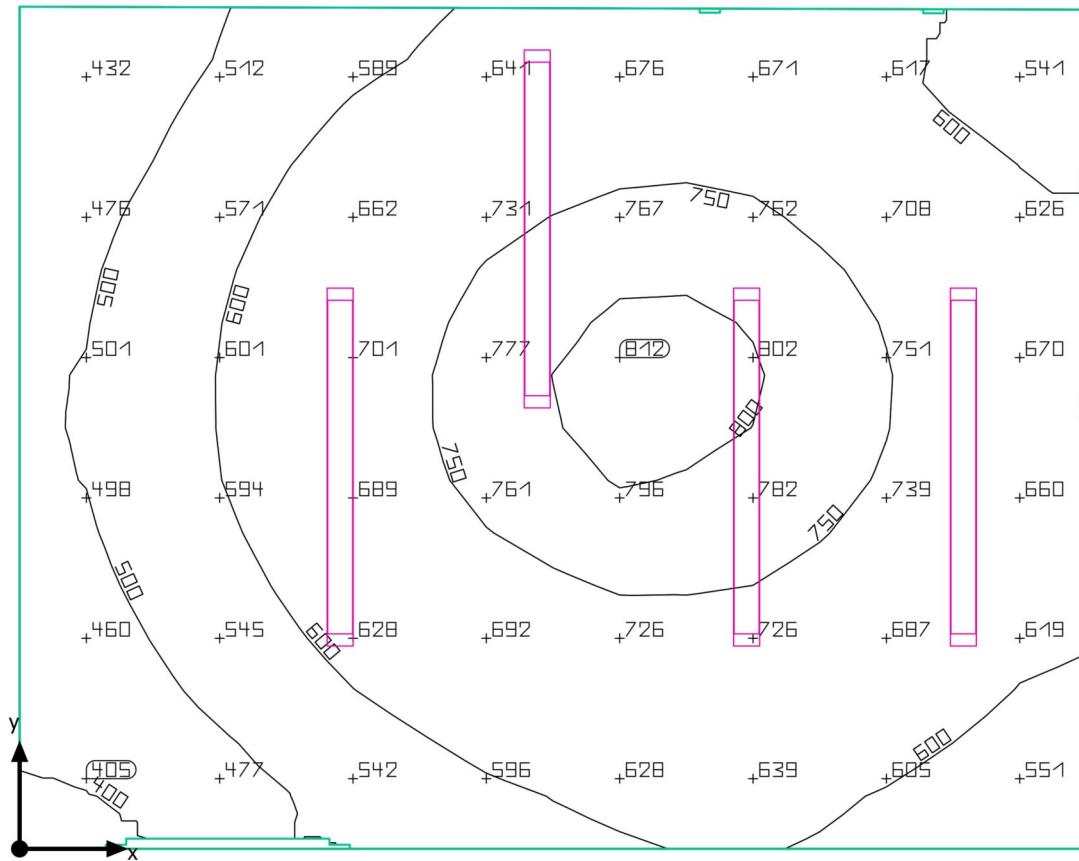
Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada, Estándar (oficina)

Indicaciones para planificación:

Proporción de luz diurna para Cielo cubierto el 06/03/2023 a las 12:00 (Hora estándar Europa Occidental). Las condiciones del entorno para "Local 15" son limpio.

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 16 (Escena de luz 1)

Resumen



Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 16 (Escena de luz 1)

Resumen

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
Luz diurna	D	0.000 %	-	-
Plano útil	Ē	639 lx	≥ 500 lx	✓
	g ₁	0.60	-	-
Valores de consumo	Consumo	340 kWh/a	máx. 450 kWh/a	✓
Potencia específica de conexión	Local	9.99 W/m ²	-	-
		1.56 W/m ² /100 lx	-	-

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada, Estándar (oficina)

Indicaciones para planificación:

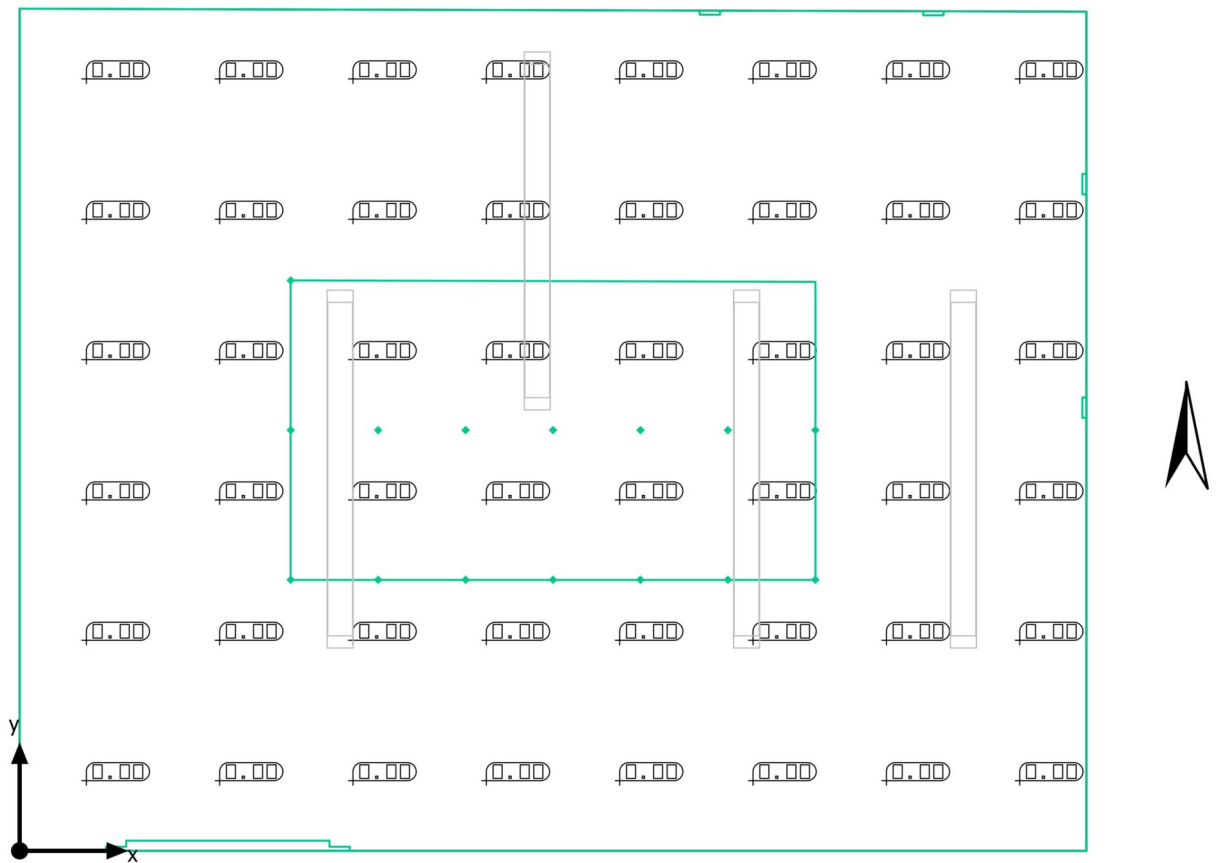
Proporción de luz diurna para Cielo medio (Luz solar directa) el 06/03/2023 a las 12:00 (Hora estándar Europa Occidental). Las condiciones del entorno para "Local 16" son limpio.

Lista de luminarias

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
4	PHILIPS		WT470C L1300 1 xLED42S/840 VWB	30.5 W	4199 lm	137.7 lm/W

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 16 (Escenas de luz para el cociente de luz)

Resumen



Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 16 (Escenas de luz para el cociente de luz)

Resumen

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
Luz diurna	D	0.000 %	-	-
Plano útil	Ē	0.00 lx	≥ 500 lx	✗
	g ₁	-	-	-
Valores de consumo	Consumo	0 kWh/a	máx. 450 kWh/a	✓
Potencia específica de conexión	Local	0.00 W/m ²	-	-

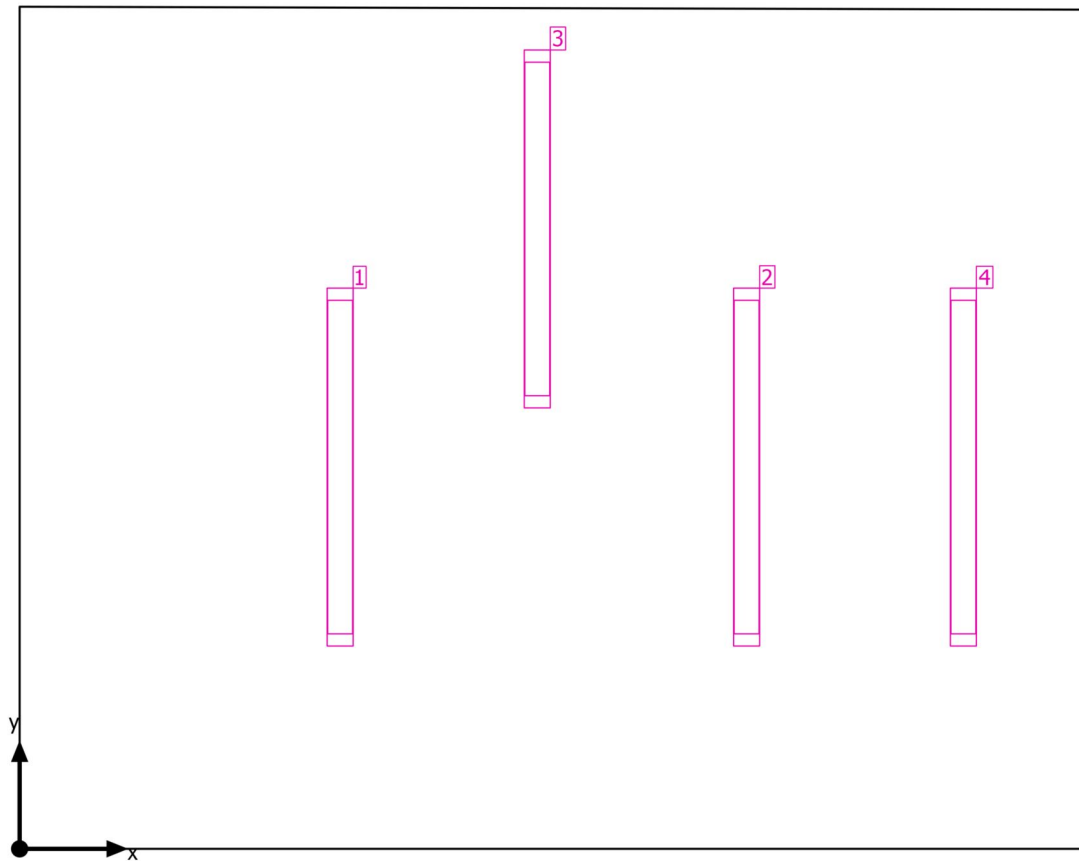
Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada, Estándar (oficina)

Indicaciones para planificación:

Proporción de luz diurna para Cielo cubierto el 06/03/2023 a las 12:00 (Hora estándar Europa Occidental). Las condiciones del entorno para "Local 16" son limpio.

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 16

Plano de situación de luminarias



Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 16

Plano de situación de luminarias



Fabricante	PHILIPS
Nº de artículo	
Nombre del artículo	WT470C L1300 1 xLED42S/840 VWB

Luminarias individuales

X	Y	Altura de montaje	Luminaria
1.183 m	1.409 m	3.000 m	1
2.683 m	1.409 m	3.000 m	2
1.910 m	2.288 m	3.000 m	3
3.483 m	1.409 m	3.000 m	4

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 16

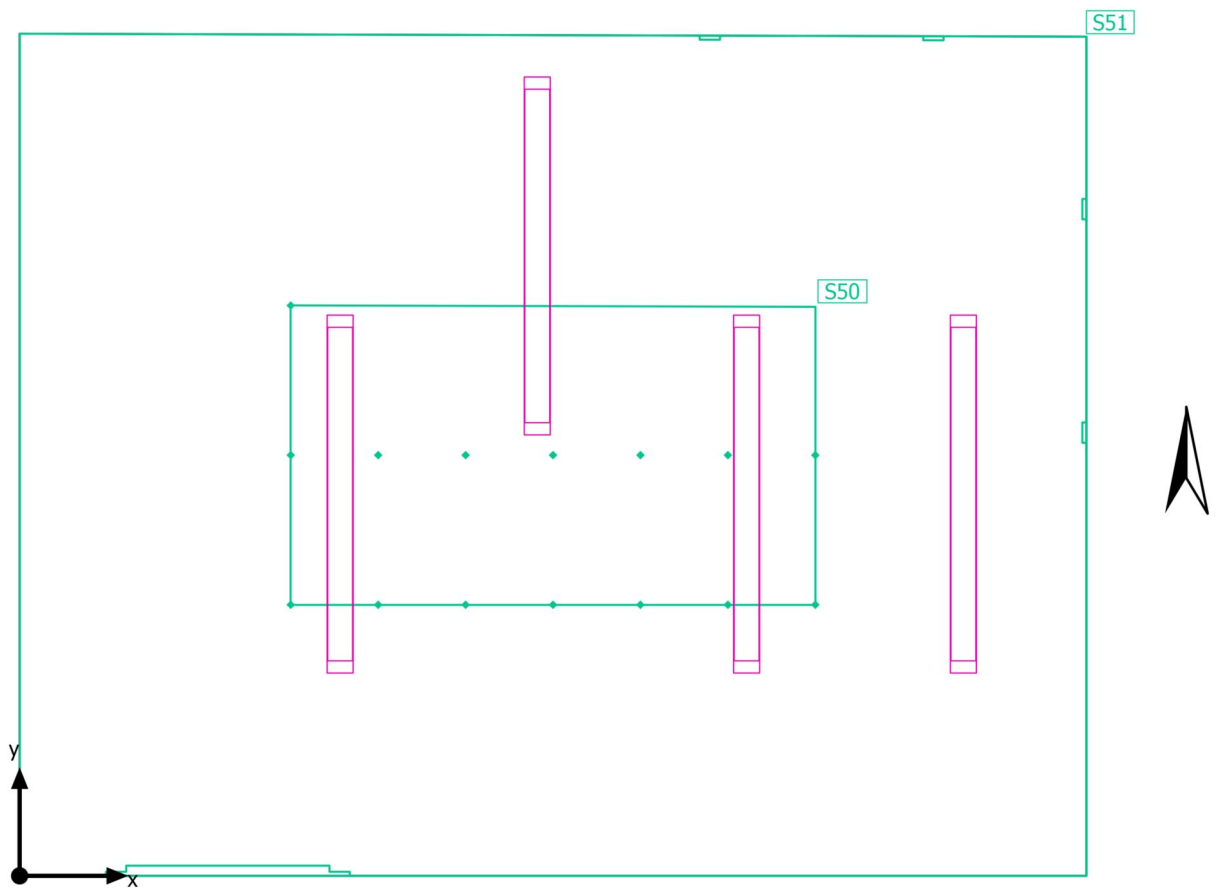
Lista de luminarias

Φ_{total} 16796 lm	P_{total} 122.0 W	Rendimiento lumínico 137.7 lm/W
----------------------------	------------------------	------------------------------------

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
4	PHILIPS		WT470C L1300 1 xLED42S/840 VWB	30.5 W	4199 lm	137.7 lm/W

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 16 (Escena de luz 1)

Objetos de cálculo



Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 16 (Escena de luz 1)

Objetos de cálculo

Planos útiles

Propiedades	\bar{E} (Nominal)	E_{\min}	E_{\max}	g_1	g_2	Índice
Plano útil (Local 16) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	639 lx (≥ 500 lx) ✓	384 lx	812 lx	0.60	0.47	S51

Luz diurna

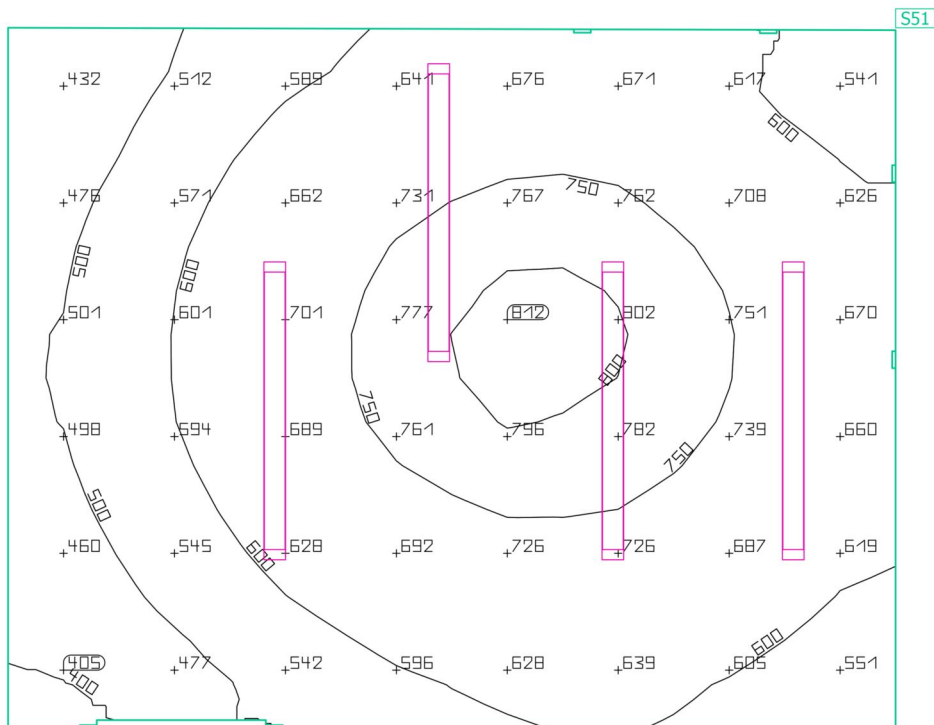
Propiedades	D_m	D_{\min}	D_{\max}	g_1	g_2	Índice
Superficie útil de cociente de luz diurna (Local 16) Cociente de luz diurna Altura: 0.850 m, Zona marginal: 1.000 m	0.000 %	0.000 %	0.000 %	-	-	S50

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada, Estándar (oficina)

Indicaciones para planificación:

Proporción de luz diurna para Cielo medio (Luz solar directa) el 06/03/2023 a las 12:00 (Hora estándar Europa Occidental). Las condiciones del entorno para "Local 16" son limpio.

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 16 (Escena de luz 1)
Plano útil (Local 16)



Propiedades	\bar{E} (Nominal)	E_{min}	E_{max}	g_1	g_2	Índice
Plano útil (Local 16) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	639 lx (≥ 500 lx) ✓	384 lx	812 lx	0.60	0.47	S51

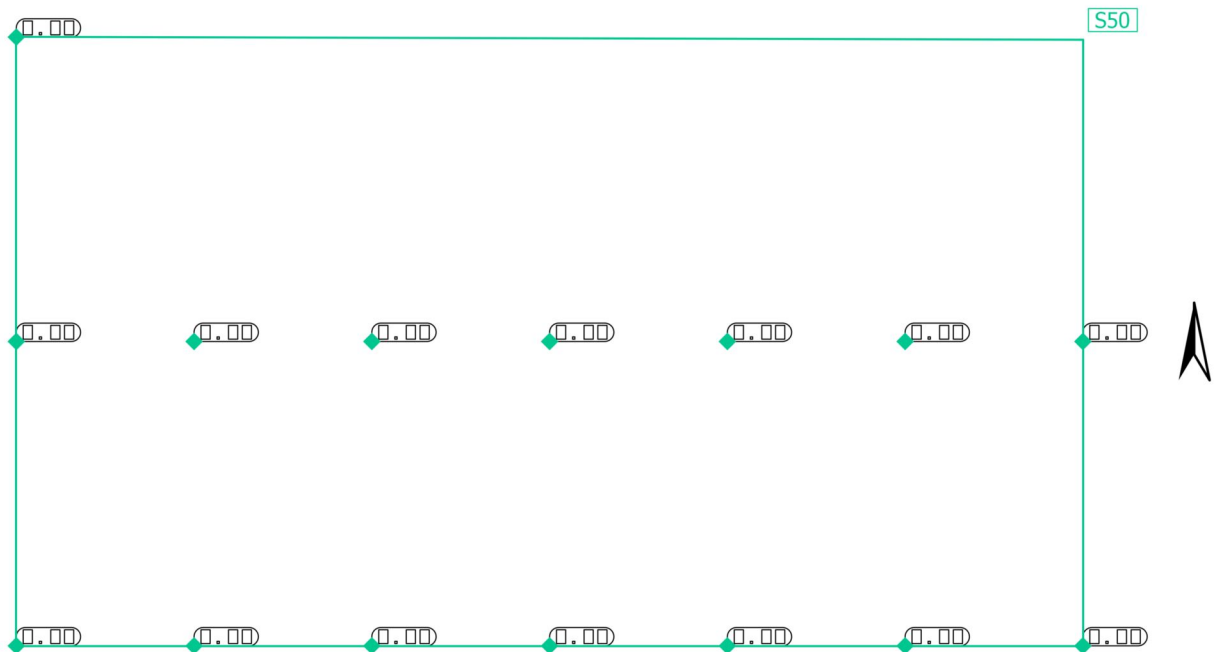
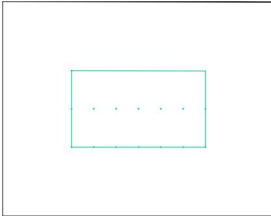
Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada, Estándar (oficina)

Indicaciones para planificación:

Proporción de luz diurna para Cielo medio (Luz solar directa) el 06/03/2023 a las 12:00 (Hora estándar Europa Occidental). Las condiciones del entorno para "Local 16" son limpio.

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 16 (Escenas de luz para el cociente de luz)

Superficie útil de cociente de luz diurna (Local 16)



Propiedades	D_m	D_{min}	$D_{m\acute{a}x}$	g_1	g_2	Índice
Superficie útil de cociente de luz diurna (Local 16)	0.000 %	0.000 %	0.000 %	-	-	S50
Cociente de luz diurna						
Altura: 0.850 m, Zona marginal: 1.000 m						

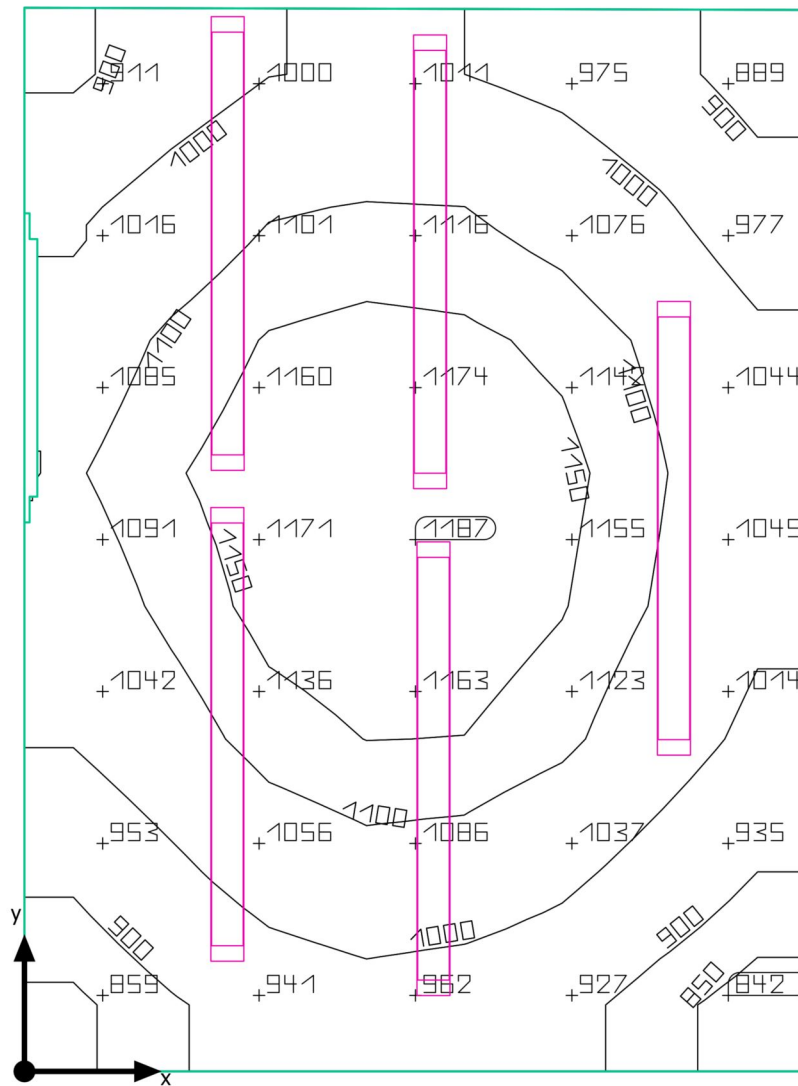
Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada, Estándar (oficina)

Indicaciones para planificación:

Proporción de luz diurna para Cielo cubierto el 06/03/2023 a las 12:00 (Hora estándar Europa Occidental). Las condiciones del entorno para "Local 16" son limpio.

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 17 (Escena de luz 1)

Resumen



Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 17 (Escena de luz 1)

Resumen

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
Luz diurna	D	0.000 %	-	-
Plano útil	Ē	1042 lx	≥ 500 lx	✓
	g ₁	0.79	-	-
Valores de consumo	Consumo	420 kWh/a	máx. 250 kWh/a	✗
Potencia específica de conexión	Local	21.65 W/m ²	-	-
		2.08 W/m ² /100 lx	-	-

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada, Estándar (oficina)

Indicaciones para planificación:

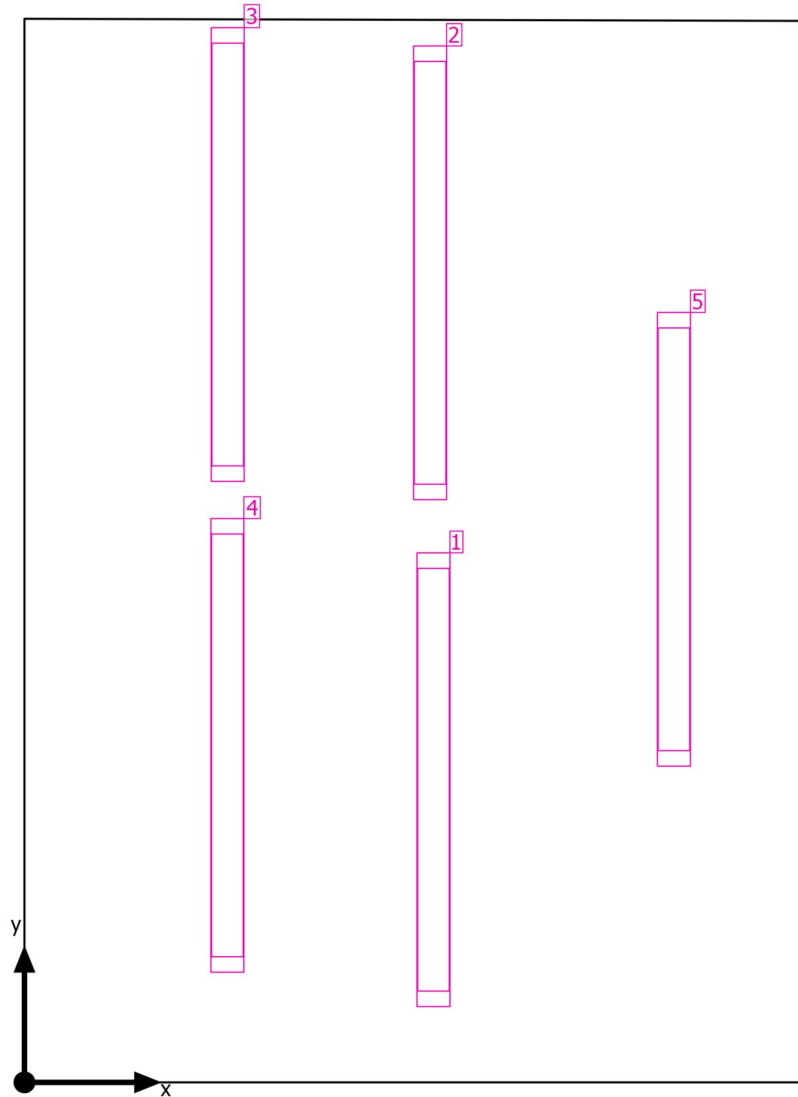
Proporción de luz diurna para Cielo medio (Luz solar directa) el 06/03/2023 a las 12:00 (Hora estándar Europa Occidental). Las condiciones del entorno para "Local 17" son limpio.

Lista de luminarias

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
5	PHILIPS		WT470C L1300 1 xLED42S/840 VWB	30.5 W	4199 lm	137.7 lm/W

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 17

Plano de situación de luminarias



Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 17

Plano de situación de luminarias



Fabricante	PHILIPS
Nº de artículo	
Nombre del artículo	WT470C L1300 1 xLED42S/840 VWB

Luminarias individuales

X	Y	Altura de montaje	Luminaria
1.191 m	0.881 m	3.000 m	1
1.181 m	2.357 m	3.000 m	2
0.592 m	2.411 m	3.000 m	3
0.591 m	0.981 m	3.000 m	4
1.891 m	1.581 m	3.000 m	5

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 17

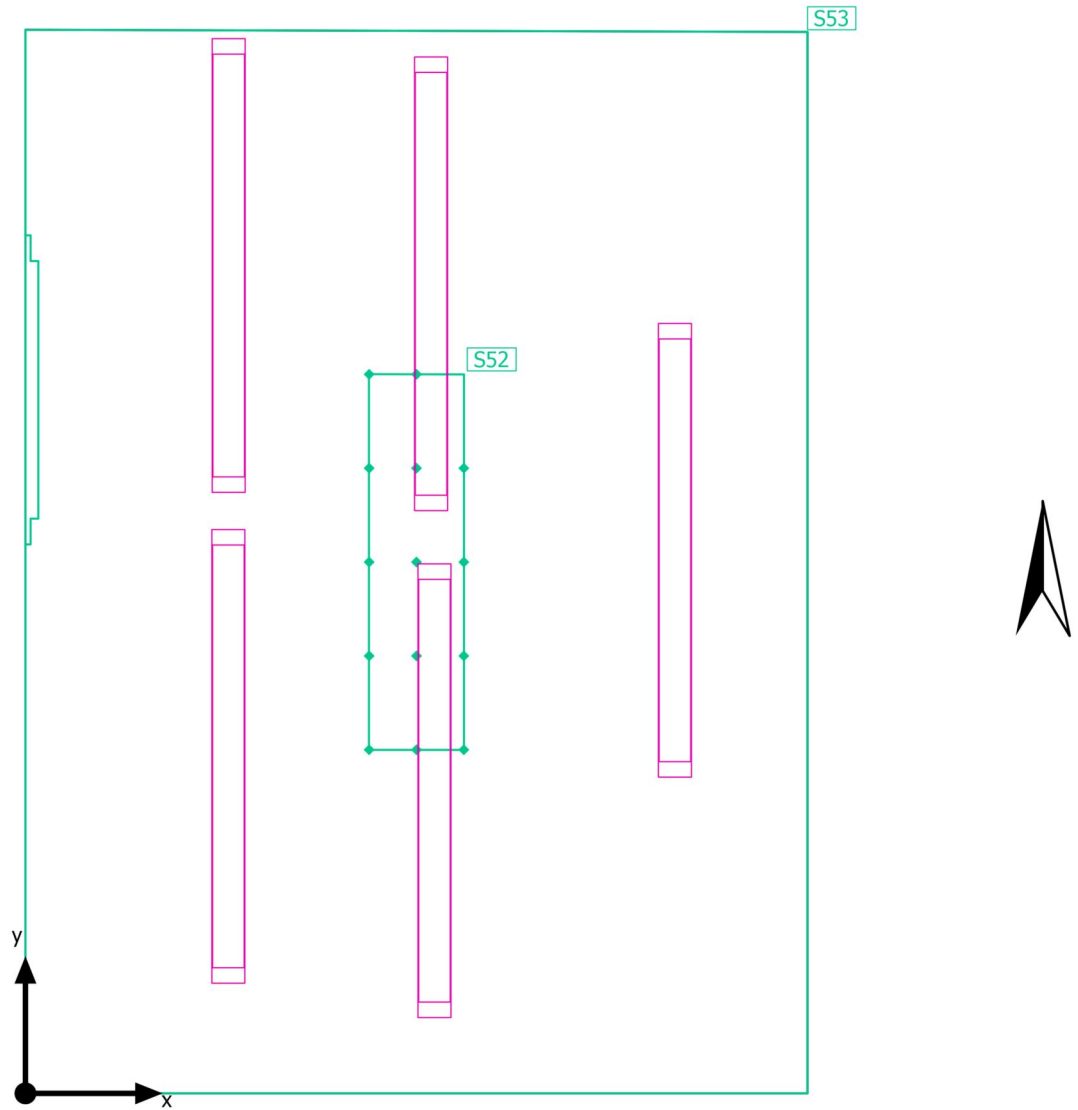
Lista de luminarias

Φ_{total} 20995 lm	P_{total} 152.5 W	Rendimiento lumínico 137.7 lm/W
----------------------------	------------------------	------------------------------------

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
5	PHILIPS		WT470C L1300 1 xLED42S/840 VWB	30.5 W	4199 lm	137.7 lm/W

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 17 (Escena de luz 1)

Objetos de cálculo



Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 17 (Escena de luz 1)

Objetos de cálculo

Planos útiles

Propiedades	\bar{E} (Nominal)	E_{\min}	E_{\max}	g_1	g_2	Índice
Plano útil (Local 17) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	1042 lx (≥ 500 lx) ✓	822 lx	1194 lx	0.79	0.69	S53

Luz diurna

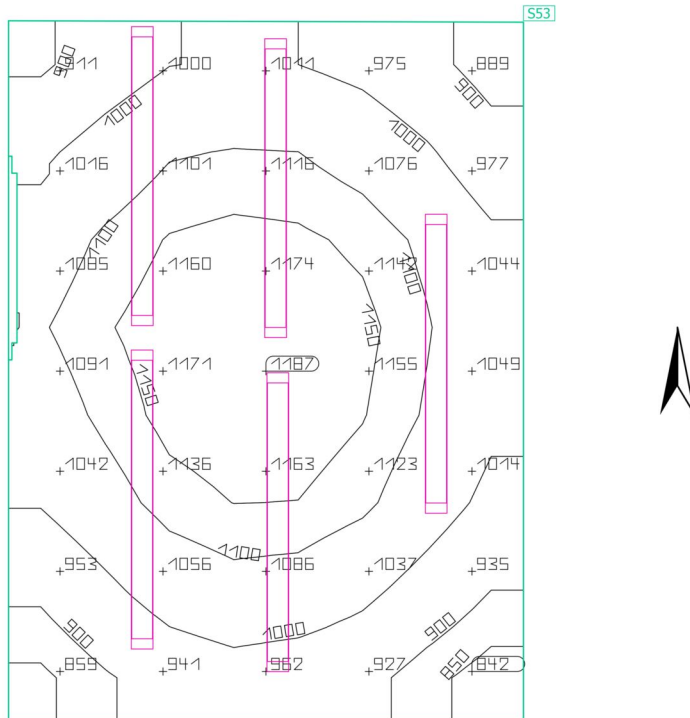
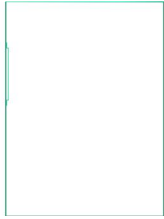
Propiedades	D_m	D_{\min}	D_{\max}	g_1	g_2	Índice
Superficie útil de cociente de luz diurna (Local 17) Cociente de luz diurna Altura: 0.850 m, Zona marginal: 1.000 m	0.000 %	0.000 %	0.000 %	-	-	S52

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada, Estándar (oficina)

Indicaciones para planificación:

Proporción de luz diurna para Cielo medio (Luz solar directa) el 06/03/2023 a las 12:00 (Hora estándar Europa Occidental). Las condiciones del entorno para "Local 17" son limpio.

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 17 (Escena de luz 1)
Plano útil (Local 17)



Propiedades	\bar{E} (Nominal)	E_{\min}	E_{\max}	g_1	g_2	Índice
Plano útil (Local 17)	1042 lx	822 lx	1194 lx	0.79	0.69	S53
Iluminancia perpendicular (Adaptativamente)	(≥ 500 lx)					
Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	✓					

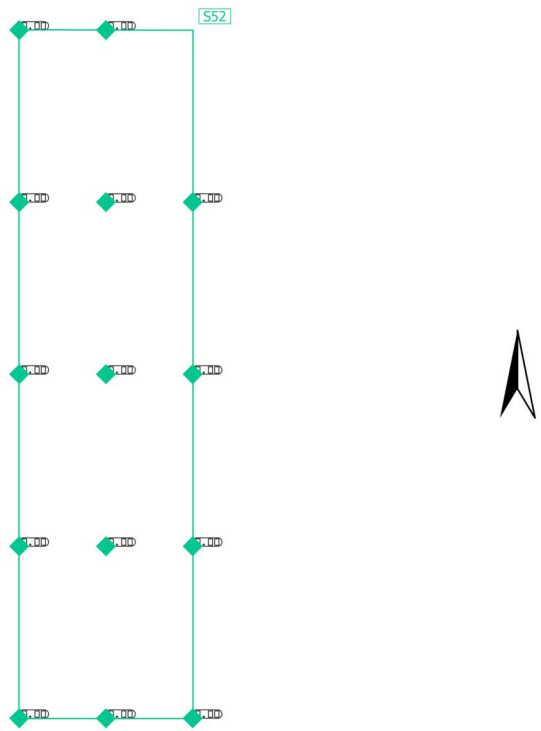
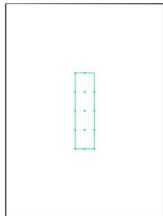
Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada, Estándar (oficina)

Indicaciones para planificación:

Proporción de luz diurna para Cielo medio (Luz solar directa) el 06/03/2023 a las 12:00 (Hora estándar Europa Occidental). Las condiciones del entorno para "Local 17" son limpio.

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 17 (Escenas de luz para el cociente de luz)

Superficie útil de cociente de luz diurna (Local 17)



Propiedades	D_m	D_{min}	$D_{m\acute{a}x}$	g_1	g_2	Índice
Superficie útil de cociente de luz diurna (Local 17) Cociente de luz diurna Altura: 0.850 m, Zona marginal: 1.000 m	0.000 %	0.000 %	0.000 %	-	-	S52

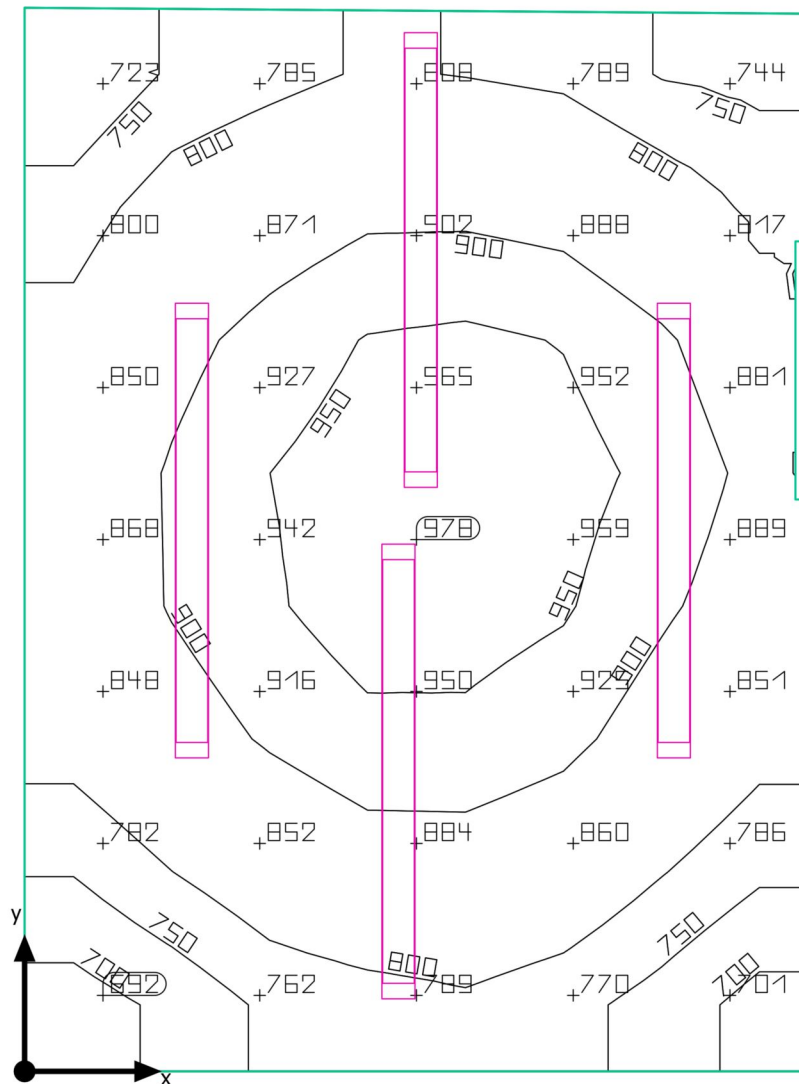
Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada, Estándar (oficina)

Indicaciones para planificación:

Proporción de luz diurna para Cielo cubierto el 06/03/2023 a las 12:00 (Hora estándar Europa Occidental). Las condiciones del entorno para "Local 17" son limpio.

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 18 (Escena de luz 1)

Resumen



Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 18 (Escena de luz 1)

Resumen

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
Luz diurna	D	0.000 %	-	-
Plano útil	Ē	851 lx	≥ 500 lx	✓
	g ₁	0.79	-	-
Valores de consumo	Consumo	340 kWh/a	máx. 250 kWh/a	✗
Potencia específica de conexión	Local	17.39 W/m ²	-	-
		2.04 W/m ² /100 lx	-	-

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada, Estándar (oficina)

Indicaciones para planificación:

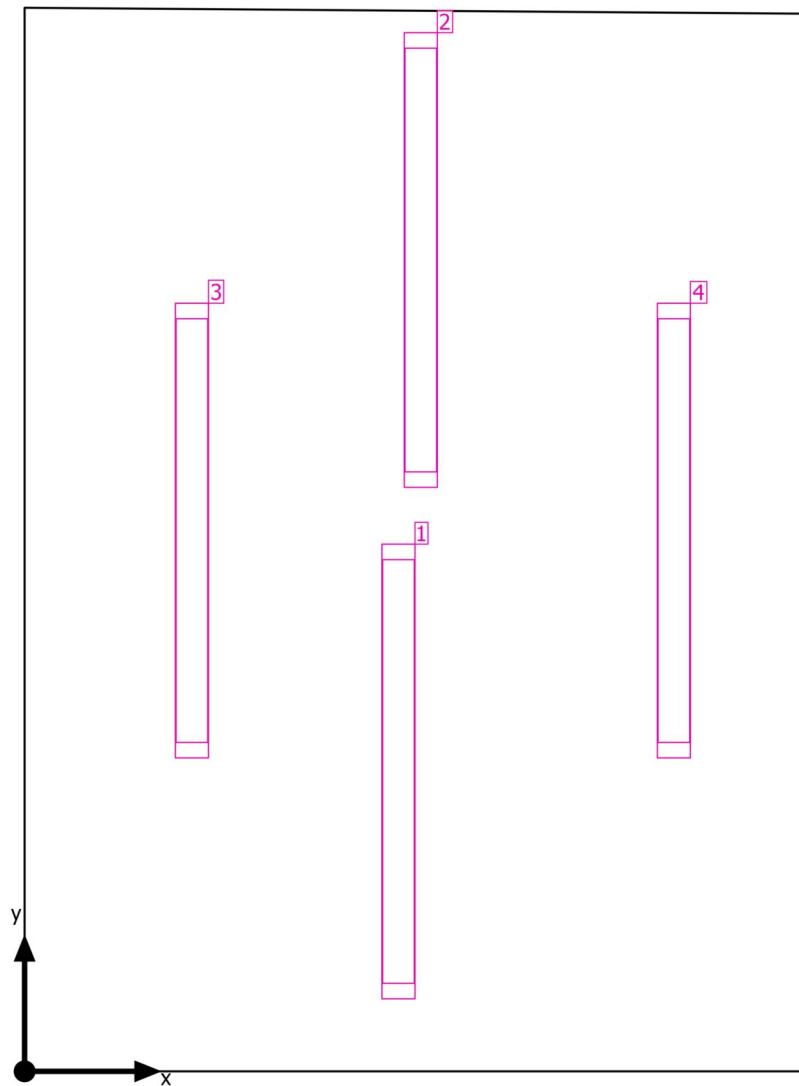
Proporción de luz diurna para Cielo medio (Luz solar directa) el 06/03/2023 a las 12:00 (Hora estándar Europa Occidental). Las condiciones del entorno para "Local 18" son limpio.

Lista de luminarias

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
4	PHILIPS		WT470C L1300 1 xLED42S/840 VWB	30.5 W	4199 lm	137.7 lm/W

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 18

Plano de situación de luminarias



Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 18

Plano de situación de luminarias



Fabricante	PHILIPS
Nº de artículo	
Nombre del artículo	WT470C L1300 1 xLED42S/840 VWB

Luminarias individuales

X	Y	Altura de montaje	Luminaria
1.086 m	0.871 m	3.000 m	1
1.151 m	2.357 m	3.000 m	2
0.486 m	1.571 m	3.000 m	3
1.886 m	1.571 m	3.000 m	4

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 18

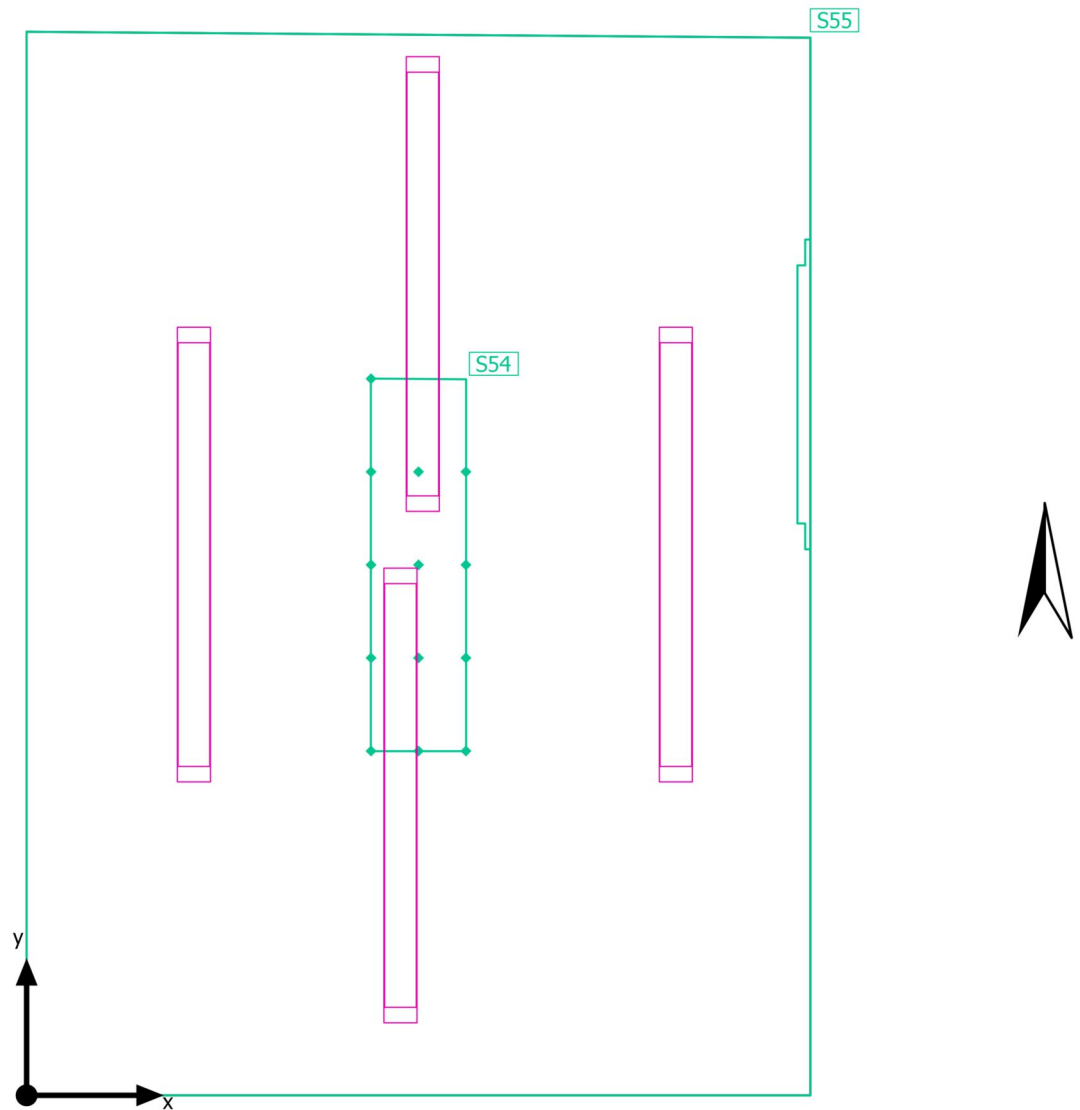
Lista de luminarias

Φ_{total} 16796 lm	P_{total} 122.0 W	Rendimiento lumínico 137.7 lm/W
----------------------------	------------------------	------------------------------------

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
4	PHILIPS		WT470C L1300 1 xLED42S/840 VWB	30.5 W	4199 lm	137.7 lm/W

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 18 (Escena de luz 1)

Objetos de cálculo



Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 18 (Escena de luz 1)

Objetos de cálculo

Planos útiles

Propiedades	\bar{E} (Nominal)	E_{\min}	E_{\max}	g_1	g_2	Índice
Plano útil (Local 18) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	851 lx (≥ 500 lx) ✓	676 lx	984 lx	0.79	0.69	S55

Luz diurna

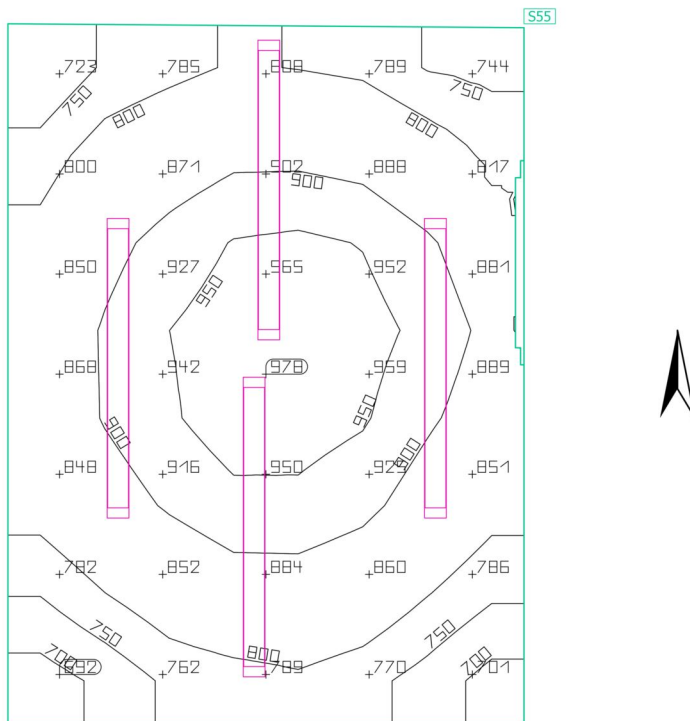
Propiedades	D_m	D_{\min}	D_{\max}	g_1	g_2	Índice
Superficie útil de cociente de luz diurna (Local 18) Cociente de luz diurna Altura: 0.850 m, Zona marginal: 1.000 m	0.000 %	0.000 %	0.000 %	-	-	S54

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada, Estándar (oficina)

Indicaciones para planificación:

Proporción de luz diurna para Cielo medio (Luz solar directa) el 06/03/2023 a las 12:00 (Hora estándar Europa Occidental). Las condiciones del entorno para "Local 18" son limpio.

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 18 (Escena de luz 1)
Plano útil (Local 18)



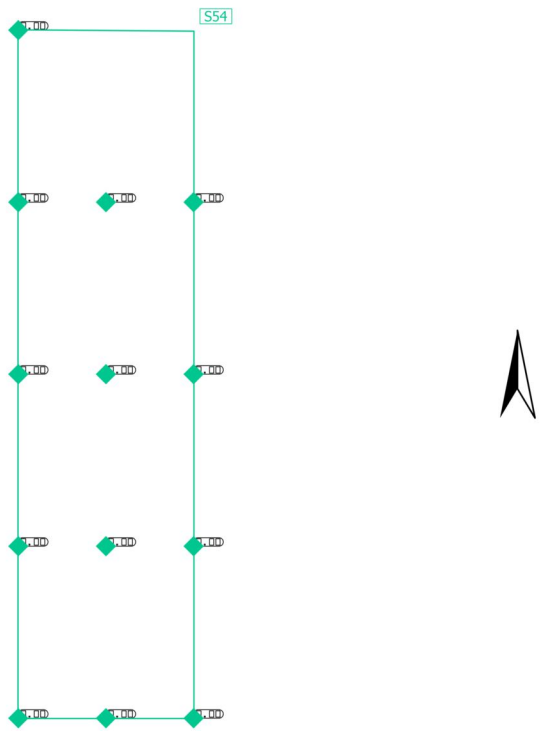
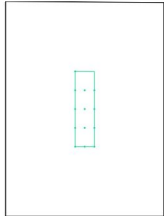
Propiedades	\bar{E} (Nominal)	E_{\min}	E_{\max}	g_1	g_2	Índice
Plano útil (Local 18) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	851 lx (≥ 500 lx) ✓	676 lx	984 lx	0.79	0.69	S55

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada, Estándar (oficina)

Indicaciones para planificación:

Proporción de luz diurna para Cielo medio (Luz solar directa) el 06/03/2023 a las 12:00 (Hora estándar Europa Occidental). Las condiciones del entorno para "Local 18" son limpio.

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 18 (Escenas de luz para el cociente de luz)
Superficie útil de cociente de luz diurna (Local 18)



Propiedades	D_m	D_{min}	$D_{máx}$	g_1	g_2	Índice
Superficie útil de cociente de luz diurna (Local 18) Cociente de luz diurna Altura: 0.850 m, Zona marginal: 1.000 m	0.000 %	0.000 %	0.000 %	-	-	S54

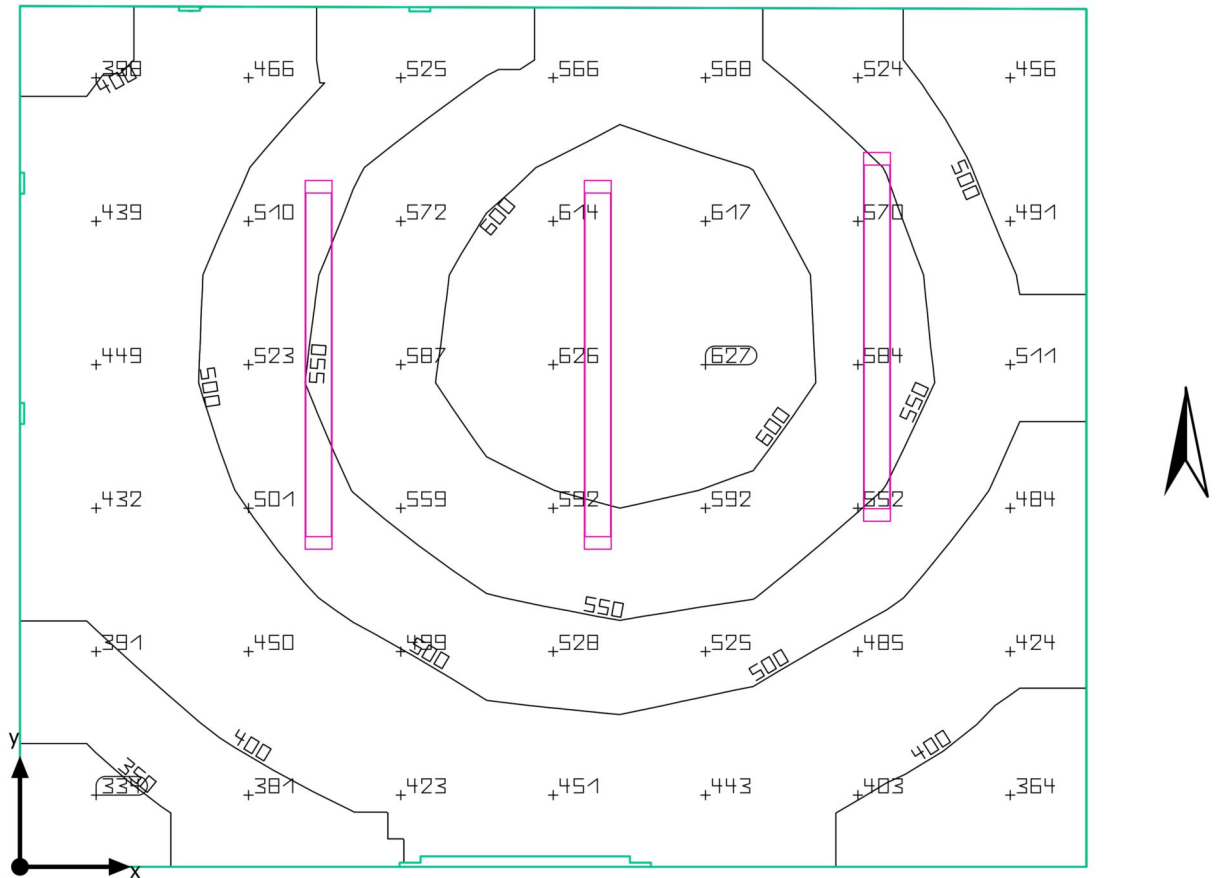
Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada, Estándar (oficina)

Indicaciones para planificación:

Proporción de luz diurna para Cielo cubierto el 06/03/2023 a las 12:00 (Hora estándar Europa Occidental). Las condiciones del entorno para "Local 18" son limpio.

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 19 (Escena de luz 1)

Resumen



Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 19 (Escena de luz 1)

Resumen

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
Luz diurna	D	0.000 %	-	-
Plano útil	Ē	503 lx	≥ 500 lx	✓
	g ₁	0.64	-	-
Valores de consumo	Consumo	250 kWh/a	máx. 450 kWh/a	✓
Potencia específica de conexión	Local	7.78 W/m ²	-	-
		1.55 W/m ² /100 lx	-	-

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada, Estándar (oficina)

Indicaciones para planificación:

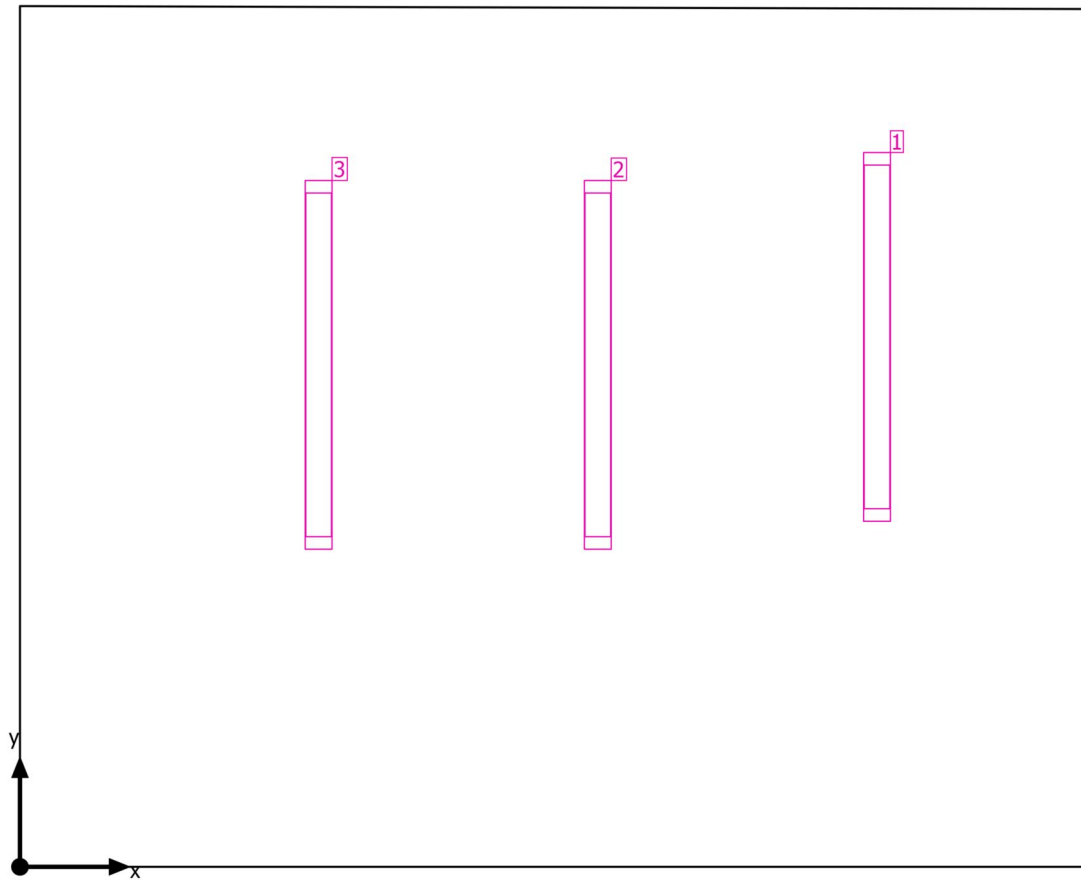
Proporción de luz diurna para Cielo medio (Luz solar directa) el 06/03/2023 a las 12:00 (Hora estándar Europa Occidental). Las condiciones del entorno para "Local 19" son limpio.

Lista de luminarias

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
3	PHILIPS		WT470C L1300 1 xLED42S/840 VWB	30.5 W	4199 lm	137.7 lm/W

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 19

Plano de situación de luminarias



Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 19

Plano de situación de luminarias



Fabricante	PHILIPS
Nº de artículo	
Nombre del artículo	WT470C L1300 1 xLED42S/840 VWB

Luminarias individuales

X	Y	Altura de montaje	Luminaria
3.070 m	1.898 m	3.000 m	1
2.070 m	1.798 m	3.000 m	2
1.070 m	1.798 m	3.000 m	3

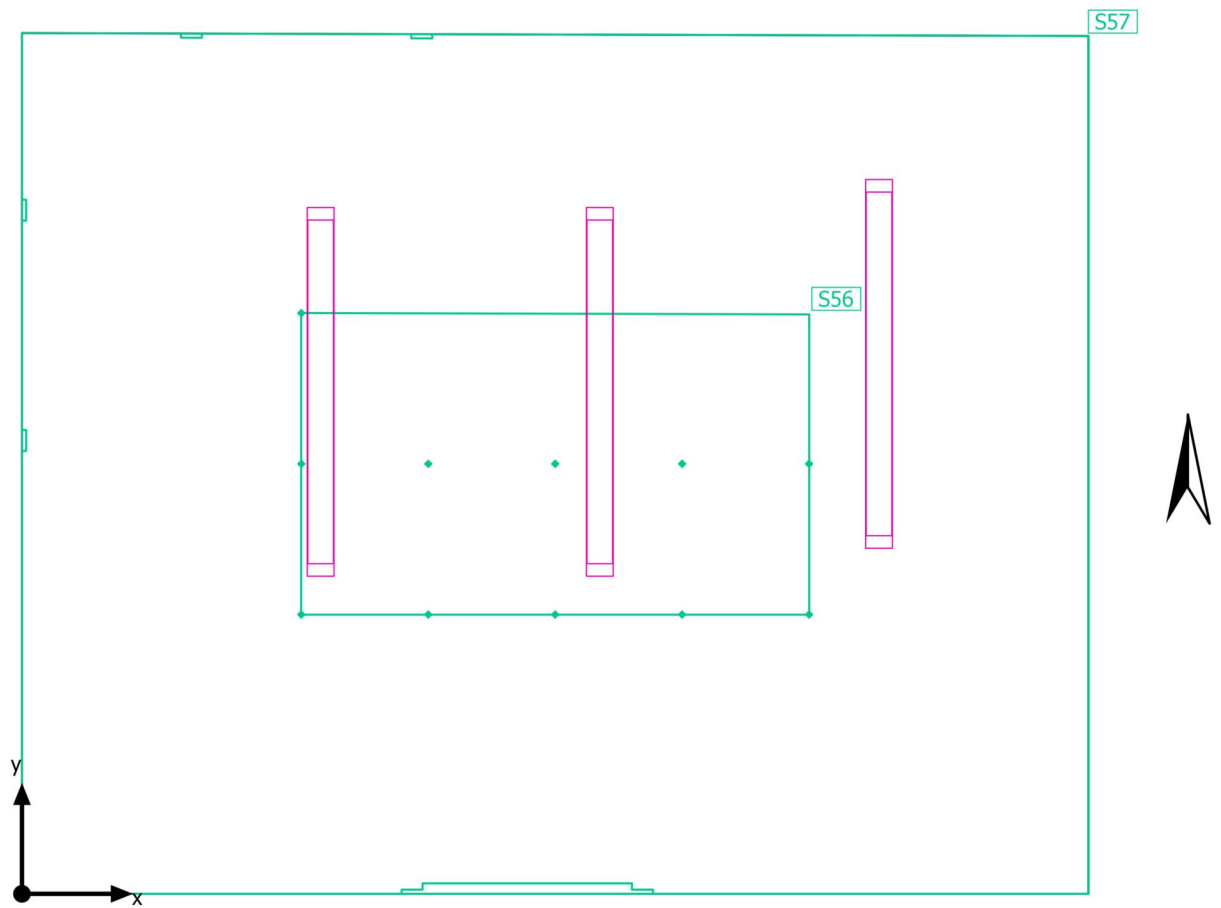
Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 19

Lista de luminarias Φ_{total}
12597 lm P_{total}
91.5 WRendimiento lumínico
137.7 lm/W

Uni.	Fabricante	Nº de artículo	Nombre del artículo	P	Φ	Rendimiento lumínico
3	PHILIPS		WT470C L1300 1 xLED42S/840 VWB	30.5 W	4199 lm	137.7 lm/W

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 19 (Escena de luz 1)

Objetos de cálculo



Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 19 (Escena de luz 1)

Objetos de cálculo

Planos útiles

Propiedades	\bar{E} (Nominal)	E_{\min}	E_{\max}	g_1	g_2	Índice
Plano útil (Local 19) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	503 lx (≥ 500 lx) ✓	324 lx	635 lx	0.64	0.51	S57

Luz diurna

Propiedades	D_m	D_{\min}	D_{\max}	g_1	g_2	Índice
Superficie útil de cociente de luz diurna (Local 19) Cociente de luz diurna Altura: 0.850 m, Zona marginal: 1.000 m	0.000 %	0.000 %	0.000 %	-	-	S56

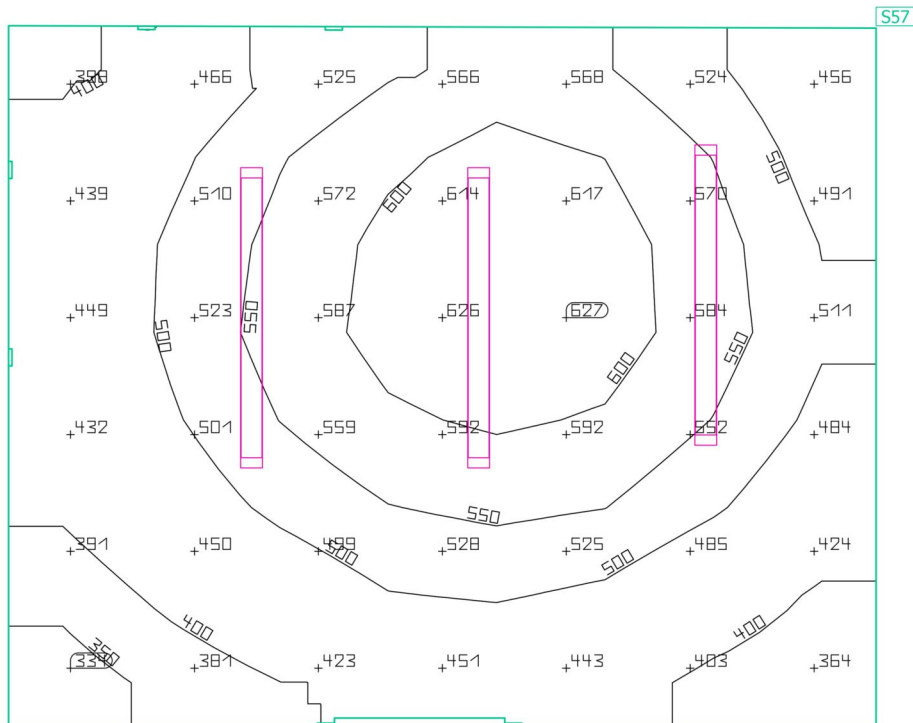
Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada, Estándar (oficina)

Indicaciones para planificación:

Proporción de luz diurna para Cielo medio (Luz solar directa) el 06/03/2023 a las 12:00 (Hora estándar Europa Occidental). Las condiciones del entorno para "Local 19" son limpio.

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 19 (Escena de luz 1)

Plano útil (Local 19)



Propiedades	\bar{E} (Nominal)	E_{min}	E_{max}	g_1	g_2	Índice
Plano útil (Local 19) Iluminancia perpendicular (Adaptativamente) Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	503 lx (≥ 500 lx) ✓	324 lx	635 lx	0.64	0.51	S57

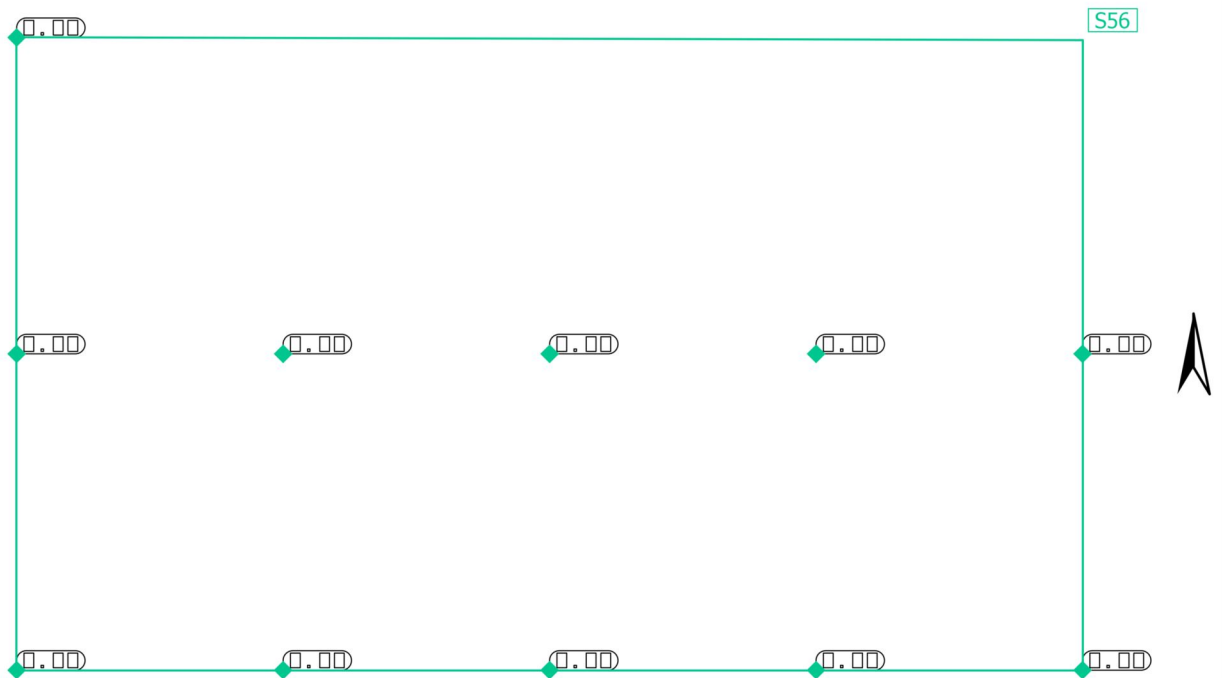
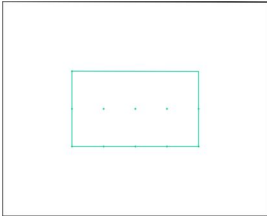
Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada, Estándar (oficina)

Indicaciones para planificación:

Proporción de luz diurna para Cielo medio (Luz solar directa) el 06/03/2023 a las 12:00 (Hora estándar Europa Occidental). Las condiciones del entorno para "Local 19" son limpio.

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Local 19 (Escenas de luz para el cociente de luz)

Superficie útil de cociente de luz diurna (Local 19)



Propiedades	D_m	D_{min}	$D_{m\acute{a}x}$	g_1	g_2	Índice
Superficie útil de cociente de luz diurna (Local 19)	0.000 %	0.000 %	0.000 %	-	-	S56
Cociente de luz diurna						
Altura: 0.850 m, Zona marginal: 1.000 m						

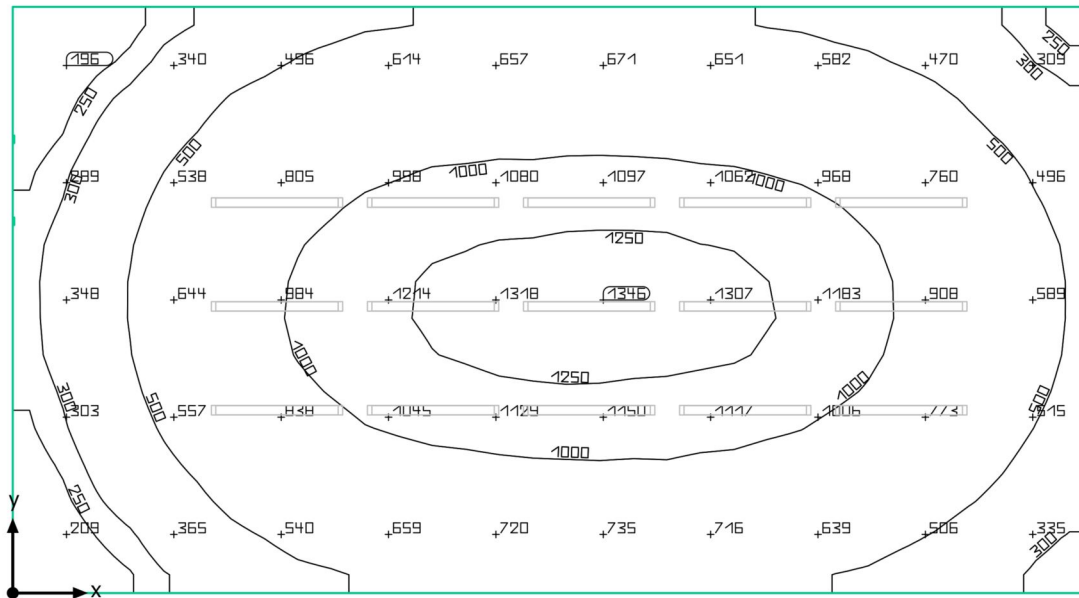
Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada, Estándar (oficina)

Indicaciones para planificación:

Proporción de luz diurna para Cielo cubierto el 06/03/2023 a las 12:00 (Hora estándar Europa Occidental). Las condiciones del entorno para "Local 19" son limpio.

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Almacén materias primas (Escena de luz 1)

Resumen



Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Almacén materias primas (Escena de luz 1)

Resumen

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
Plano útil	Ē	734 lx	≥ 500 lx	✓
	g ₁	0.21	-	-
Valores de consumo	Consumo	0 kWh/a	máx. 2250 kWh/a	✓
Potencia específica de conexión	Local	0.00 W/m ²	-	-
		0.00 W/m ² /100 lx	-	-

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada, Estándar (oficina)

Indicaciones para planificación:

Proporción de luz diurna para Cielo medio (Luz solar directa) el 06/03/2023 a las 12:00 (Hora estándar Europa Occidental). Las condiciones del entorno para "Almacén materias primas" son limpio.

Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Almacén materias primas (Escenas de luz para el cociente de luz)

Resumen



Edificación 1 · Planta (nivel) 1 · Almacén materias primas (Escenas de luz para el cociente de luz)

Resumen

Resultados

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
Plano útil	Ē	0.00 lx	≥ 500 lx	✗
	g ₁	-	-	-
Valores de consumo	Consumo	0 kWh/a	máx. 2250 kWh/a	✓
Potencia específica de conexión	Local	0.00 W/m ²	-	-

Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada, Estándar (oficina)

Indicaciones para planificación:

Proporción de luz diurna para Cielo cubierto el 06/03/2023 a las 12:00 (Hora estándar Europa Occidental). Las condiciones del entorno para "Almacén materias primas" son limpio.



Escuela Politécnica
Superior - Huesca
Universidad Zaragoza

ANEJO XII: ESTUDIO DE VIABILIDAD ECONÓMICA

PROYECTO DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA FÁBRICA DE CERVEZA
ARTESANAL EN EL MUNICIPIO DE SALLEN DE GÁLLEGO (HUESCA).

SOFÍA NIEVES CALVO

TRABAJO FIN DE GRADO - 2023

Ingeniería Agroalimentaria y del Medio Rural – Mención Industrias Agrarias y Agroalimentarias

ÍNDICE

1.	Introducción	2
2.	Ingresos	2
2.1.	Cobros ordinarios	2
2.2.	Cobros extraordinarios.....	3
3.	Gastos.....	3
3.1.	Materias primas y auxiliares	3
3.2.	Mano de obra	4
3.3.	Electricidad y gas.....	5
3.4.	Agua.....	6
3.5.	Mantenimiento	6
4.	Inversión inicial.....	6
5.	Estudio de viabilidad económica.....	7
6.	Resultados y conclusiones.....	10

1. Introducción

En el presente Anejo se va a desarrollar el estudio de viabilidad económica del proyecto con el objetivo evaluar su rentabilidad mediante los parámetros Valor Actual Neto (VAN), Tasa Interna de Retorno (TIR) y periodo de Payback.

Se parte de las siguientes premisas para llevar a cabo los cálculos:

- El horizonte de vida útil del proyecto se establece en 20 años, durante los cuales se considera que no se debe sustituir ninguno de los equipos de producción. Se considera que al final de la vida útil el valor residual de la maquinaria es del 10% respecto al inicial.
- El coste de oportunidad se establece en un 5%.
- La inversión inicial se realiza en un único pago no fraccionado en el año 0.
- Los salarios, precios de venta y costes de las materias primas se consideran constantes en los cálculos. El factor de actualización sobre el flujo de caja total anual revalorizará sus cuantías respecto a la actualidad.
- Se considera que la producción se mantiene constante y se vende en su totalidad.

2. Ingresos

2.1. Cobros ordinarios

Dentro de los cobros ordinarios se incluye la venta del producto final al cliente, cuyo precio se establece por litro de cerveza. En la tabla 1 se resume el cuadro de precios y los cobros anuales de cada variedad, partiendo de los 48000 L de producción programados para cada año. El formato de venta será en packs de 6 botellas de 33cl de capacidad.

Por otro lado, se realizarán visitas guiadas a la fábrica para dar a conocer el producto durante temporada alta (meses de invierno y verano) con una frecuencia de cuatro a la semana para grupos de 20 personas. En ellas se incluye cata de ambas variedades de cerveza, por lo que se reservan 1000 L de cada tipología para estos eventos.

Tabla 1. Cobros ordinarios.				
Producto	Producción anual	Precio venta (€/L)	Precio pack 6 botellas	Cobros (€/año)
Cerveza Lager	23000	8.25	16.5	189750
Cerveza India Pale Ale	23000	9.75	19.5	224250
Producto	Núm. Visitas anuales	Precio por persona	Nº personas	Cobros (€/año)
Visita guiada	84	12	1680	20160
			TOTAL	434160

2.2. Cobros extraordinarios

Los cobros extraordinarios hacen referencia al valor residual de los equipos al final de la vida útil del proyecto. Por lo tanto, se añaden en el año 20 y suponen un 10% de la inversión total en equipos. El valor asciende a 17311.30 €.

3. Gastos

3.1. Materias primas y auxiliares

En esta categoría se incluyen los gastos anuales en materias primas y productos auxiliares que se requieren para la producción de las dos variedades de cerveza (tabla 2 y 3).

Tabla 2. Resumen gastos anuales en materia prima.			
Materia prima	Cantidad/ 1000L	Precio (€/ kg o L)	Gasto (€/ año)
Malta base Ale	193.7 Kg	1.87	8693.26
Malta Crystal	6.3 Kg	2.21	334.15
Malta Pilsner	258.5 Kg	1.85	11477.40
Lúpulo Golding	3.7 Kg	33.40	2965.92
Lúpulo Saaz	6.5 Kg	26.50	4134.00
Levadura <i>Saccharomyces Cerevisiae</i>	1 Kg	86.40	2073.60
Levadura <i>Saccharomyces uvarum</i>	1 Kg	106.50	2556.00
Agua	1352 L	0.00105	68.14
		TOTAL	32302.47

Tabla 3. Resumen gastos anuales en productos auxiliares.			
Producto	Cantidad (uds)	Precio (€/ ud)	Gasto (€/ año)
Botellas vidrio 33 cl (vidrala ®)	144000	0.17	24480.00
Cajas embalaje	24000	0.15	3600.00
		TOTAL	28080.00

3.2. Mano de obra

En la industria de cerveza artesanal se contará con una plantilla compuesta por un operario en planta, un técnico de calidad, dos administrativos y un gerente. Los salarios anuales se desglosan en la tabla 4, incluyendo un 23.60 % de cotizaciones anuales sobre el salario bruto.

Tabla 4. Desglose salarios de trabajadores.

Posición	Nº de trabajadores	Salario anual (€)	Salario anual total + cotizaciones (€)
Gerente	1	28670	35436.12
Técnico de calidad	1	23400	28922.40
Operario	1	19081	23584.12
Administrativos	2	21000	2 * 25956
			139854.64

3.3. Electricidad y gas

En este apartado se estima el consumo energético que se da en la fábrica incluyendo tanto la instalación lumínica como los equipos del proceso productivo.

La potencia total instalada en luminaria en la nave es de 5551.0 W, mientras que la de los equipos se detalla en la tabla 5. Se ha considerado un coeficiente de simultaneidad de 0.6 en la iluminación, dado que de forma continua durante la jornada laboral estarán encendidas las lámparas de la planta de producción y de la zona de oficinas. Se estima un tiempo de encendido del alumbrado de 8 horas diarias durante 240 días de jornada laboral; mientras que, en el caso de los equipos, se tiene en cuenta su tiempo de uso correspondiente. Además, se incluye el consumo de los ordenadores de sobremesa de la oficina.

Se considera un precio medio de energía eléctrica (sin IVA) de 0.10408 €/kWh y 0.0743 €/kWh de gas (aplicable a la caldera).

Tabla 5. Desglose de consumo eléctrico y de gas.				
	Potencia absorbida (kW)	Tiempo de uso anual (h)	Energía (kWh)	Coste anual (€)
Iluminación	5.551*0.6	1920	6394.75	665.56
Molino	2.2	31.44	69.17	7.2
Caldera	65	192	12480	927.26
Equipo de frío	22.67	8760	198589.2	20669.16
Clarificador	0.45	80	36	3.75
Etiquetadora	0.2	160	32	3.33
Equipos oficina	0.6	1920	1152	119.90
			TOTAL + IVA	27090.79

3.4. Agua

El consumo estimado de agua, al margen de la que va intrínseca en el proceso productivo, incluye 200 L/día de media por parte del personal y visitantes, y 200L/día en limpieza y otros usos.

Teniendo en cuenta el precio del suministro en Sallent de Gállego, establecido en 1.05 €/m³, y los 240 días laborales anuales; el coste total de agua será de **100.8 €**.

3.5. Mantenimiento

El coste de mantenimiento de maquinaria e instalaciones se estima en 3000 €/año, incluyendo la conexión a internet desde la oficina y sala de reuniones.

4. Inversión inicial

La inversión inicial del presente proyecto asciende a un total de 908853.93 €, incluyendo la compra de la parcela. En el "Documento 4: Presupuesto" se desglosa dicha cantidad en las categorías pertinentes.

5. Estudio de viabilidad económica

En la tabla 6 se desarrollan los cálculos llevados a cabo en el estudio de viabilidad económica:

- Los flujos de caja o Cash Flow (FC) se obtienen de restar los gastos anuales a los ingresos.
- El factor de actualización se obtiene a partir del coste de oportunidad del 5%, tal y como indica la ecuación 1, donde “r” es el coste de oportunidad y “t” el periodo.
- Los flujos de cajas o Cash Flow actualizados se calculan multiplicando los flujos de caja por el factor de actualización.
- El Valor Actual Neto (VAN) se obtiene del sumatorio de todos los Cash Flow actualizados, cumpliendo con la ecuación 2.
- La Tasa Interna de Retorno (TIR) hace referencia al valor del coste de oportunidad que hace que VAN = 0 (ecuación 3).
- El periodo de Payback corresponde al año en el cuál el VAN pasa de tener un valor negativo a uno positivo.

$$k \text{ (factor actualización)} = \frac{1}{(1+r)^t} \quad \{\text{Ecuación 1}\}$$

$$VAN = \sum_{t=0}^{\infty} \frac{FCt}{(1+r)^t} \quad \{\text{Ecuación 2}\}$$

$$VAN = 0 = \sum_{t=0}^{\infty} \frac{FCt}{(1+TIR)^t} \quad \{\text{Ecuación 3}\}$$

Tabla 6. Desarrollo del estudio de viabilidad económica.

AÑO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
INVERSIÓN (€)	908853.93										
INGRESOS (€)		434160	434160	434160	434160	434160	434160	434160	434160	434160	434160
Ordinarios:											
<i>Venta Lager</i>		189750	189750	189750	189750	189750	189750	189750	189750	189750	189750
<i>Venta IPA</i>		224250	224250	224250	224250	224250	224250	224250	224250	224250	224250
<i>Visitas</i>		20160	20160	20160	20160	20160	20160	20160	20160	20160	20160
Extraordinarios:											
<i>Valor residual equipos</i>											
GASTOS (€)		230428.7	230428.7	230428.7	230428.7	230428.7	230428.7	230428.7	230428.7	230428.7	230428.7
<i>Materia prima</i>		32302.47	32302.47	32302.47	32302.47	32302.47	32302.47	32302.47	32302.47	32302.47	32302.47
<i>Material auxiliar</i>		28080	28080	28080	28080	28080	28080	28080	28080	28080	28080
<i>Mano de obra</i>		139854.64	139854.64	139854.64	139854.64	139854.64	139854.64	139854.64	139854.64	139854.64	139854.64
<i>Electricidad y gas</i>		27090.79	27090.79	27090.79	27090.79	27090.79	27090.79	27090.79	27090.79	27090.79	27090.79
<i>Agua</i>		100.8	100.8	100.8	100.8	100.8	100.8	100.8	100.8	100.8	100.8
<i>Mantenimiento</i>		3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
Cash flow (€)	-908853.93	203731.30	203731.30	203731.30	203731.30	203731.30	203731.30	203731.30	203731.30	203731.30	203731.30
Factor de actualización	1.00	0.95	0.91	0.86	0.82	0.78	0.75	0.71	0.68	0.64	0.61
Cash flow actualizado (€)	-908853.93	194029.81	184790.29	175990.76	167610.24	159628.80	152027.43	144788.03	137893.36	131327.01	125073.35
Cash flow actualizado y acumulado(€)	-908853.93	-714824.12	-530033.83	-354043.07	-186432.82	-26804.02	125223.41	270011.44	407904.81	539231.82	664305.17

Tabla 6. Desarrollo del estudio de viabilidad económica.

AÑO	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
INVERSIÓN (€)										
INGRESOS (€)	434160	434160	434160	434160	434160	434160	434160	434160	434160	434160
Ordinarios:										
Venta Lager	189750	189750	189750	189750	189750	189750	189750	189750	189750	189750
Venta IPA	224250	224250	224250	224250	224250	224250	224250	224250	224250	224250
Visitas	20160	20160	20160	20160	20160	20160	20160	20160	20160	20160
Extraordinarios:										17311.3
Valor residual equipos										17311.3
GASTOS (€)	230428.7	230428.7	230428.7	230428.7	230428.7	230428.7	230428.7	230428.7	230428.7	230428.7
Materia prima	32302.47	32302.47	32302.47	32302.47	32302.47	32302.47	32302.47	32302.47	32302.47	32302.47
Material auxiliar	28080	28080	28080	28080	28080	28080	28080	28080	28080	28080
Mano de obra	139854.64	139854.64	139854.64	139854.64	139854.64	139854.64	139854.6	139854.64	139854.64	139854.64
Electricidad y gas	27090.79	27090.79	27090.79	27090.79	27090.79	27090.79	27090.79	27090.79	27090.79	27090.79
Agua	100.8	100.8	100.8	100.8	100.8	100.8	100.8	100.8	100.8	100.8
Mantenimiento	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000
Cash flow (€)	203731.30	203731.30	203731.30	203731.30	203731.30	203731.30	203731.30	203731.30	203731.30	221042.60
Factor de actualización	0.58	0.56	0.53	0.51	0.48	0.46	0.44	0.42	0.40	0.38
Cash flow actualizado (€)	119117.47	113445.21	108043.06	102898.15	97998.24	93331.66	88887.29	84654.56	80623.39	83308.63
Cash flow actualizado y acumulado(€)	783422.64	896867.85	1004910.91	1107809.06	1205807.30	1299138.95	1388026.24	1472680.81	1553304.20	1636612.83

6. Resultados y conclusiones

Los valores de los parámetros VAN, TIR y Payback se muestran en la tabla 7. Se puede concluir lo siguiente:

- El Valor Actual Neto (VAN) es positivo ($VAN > 0$), lo que indica que se obtiene una rentabilidad a los fondos invertidos en el proyecto. En otras palabras, es económicamente viable.
- La Tasa Interna de Retorno (TIR) es superior al coste de oportunidad, por lo que el proyecto es rentable.
- El periodo de Payback corresponde al año 6, lo que significa que durante el quinto año ya se ha recuperado toda la inversión inicial y se comienza a obtener beneficios.

VAN	11634265.64
TIR	22%
Payback	6



Escuela Politécnica
Superior - Huesca
Universidad Zaragoza

DOCUMENTO 2: PLANOS

PROYECTO DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA FÁBRICA DE CERVEZA
ARTESANAL EN EL MUNICIPIO DE SALLEN DE GÁLLEGO (HUESCA).

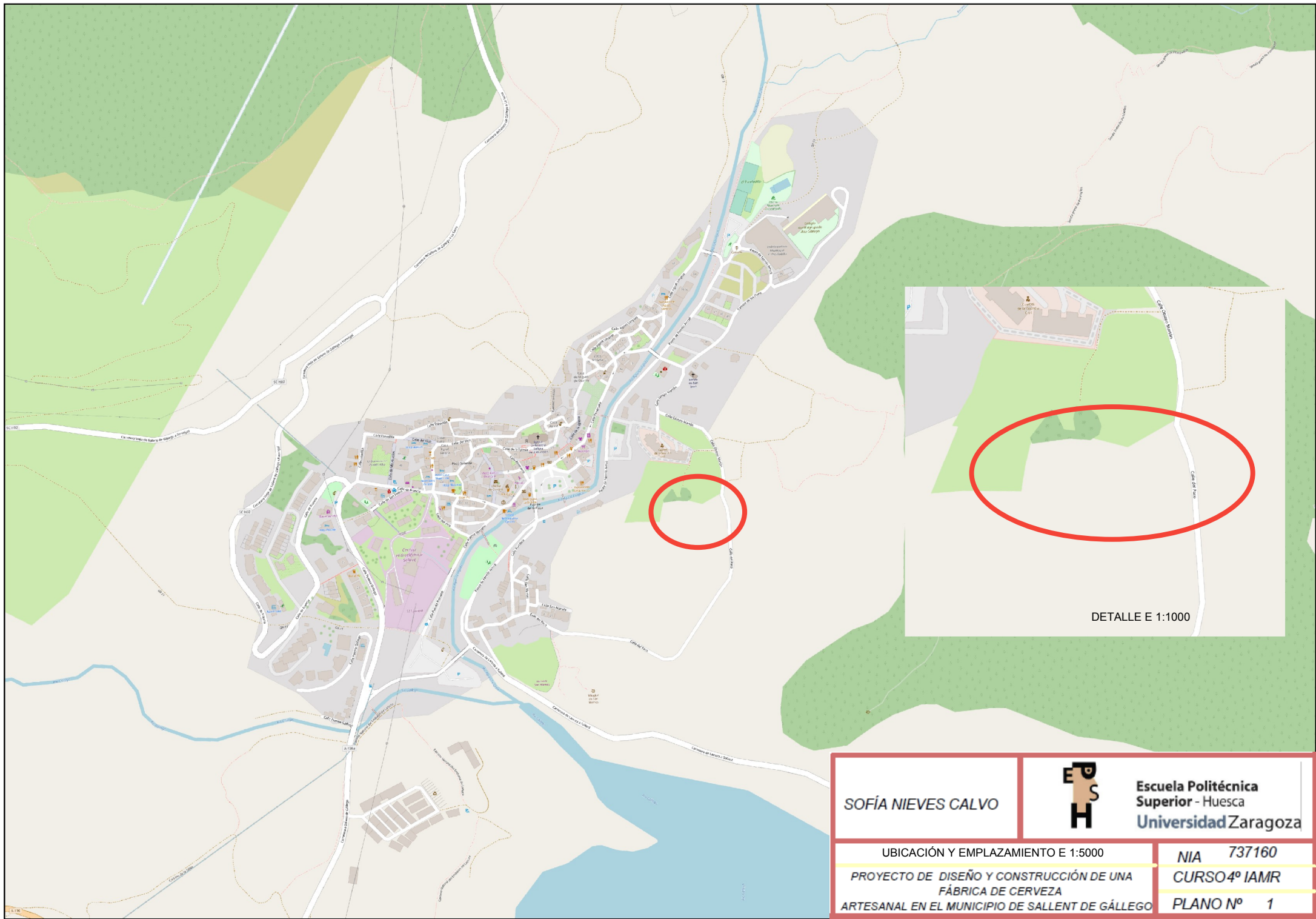
SOFÍA NIEVES CALVO

TRABAJO FIN DE GRADO - 2023


Ingeniería Agroalimentaria y del Medio Rural – Mención Industrias Agrarias y Agroalimentarias

ÍNDICE DE PLANOS

PLANO Nº 1	UBICACIÓN Y EMPLAZAMIENTO
PLANO Nº 2	CURVAS DE NIVEL
PLANO Nº 3	LAYOUT
PLANO Nº 4	TRÁNSITO DE FLUJOS
PLANO Nº 5	REPLANTEO
PLANO Nº 6	CIMENTACIÓN
PLANO Nº 7	INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN
PLANO Nº 8	INSTALACIÓN DE TOMA DE FUERZA
PLANO Nº 9	DIAGRAMA UNIFILAR
PLANO Nº 10	DETALLES CIMENTACIÓN
PLANO Nº 11	CUBIERTA
PLANO Nº 12	INSTALACIÓN CONTRA INCENDIOS

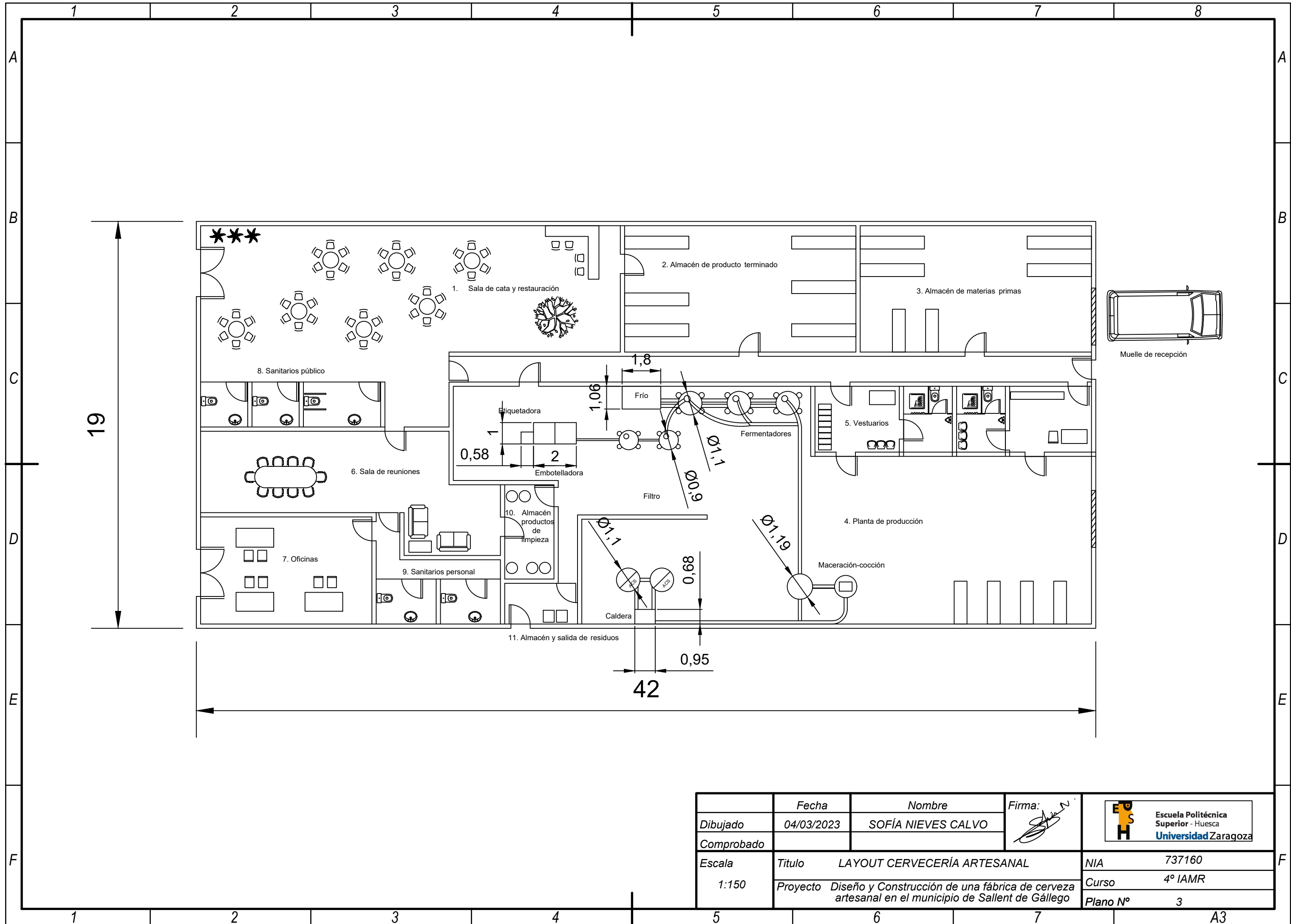


DETALLE E 1:1000

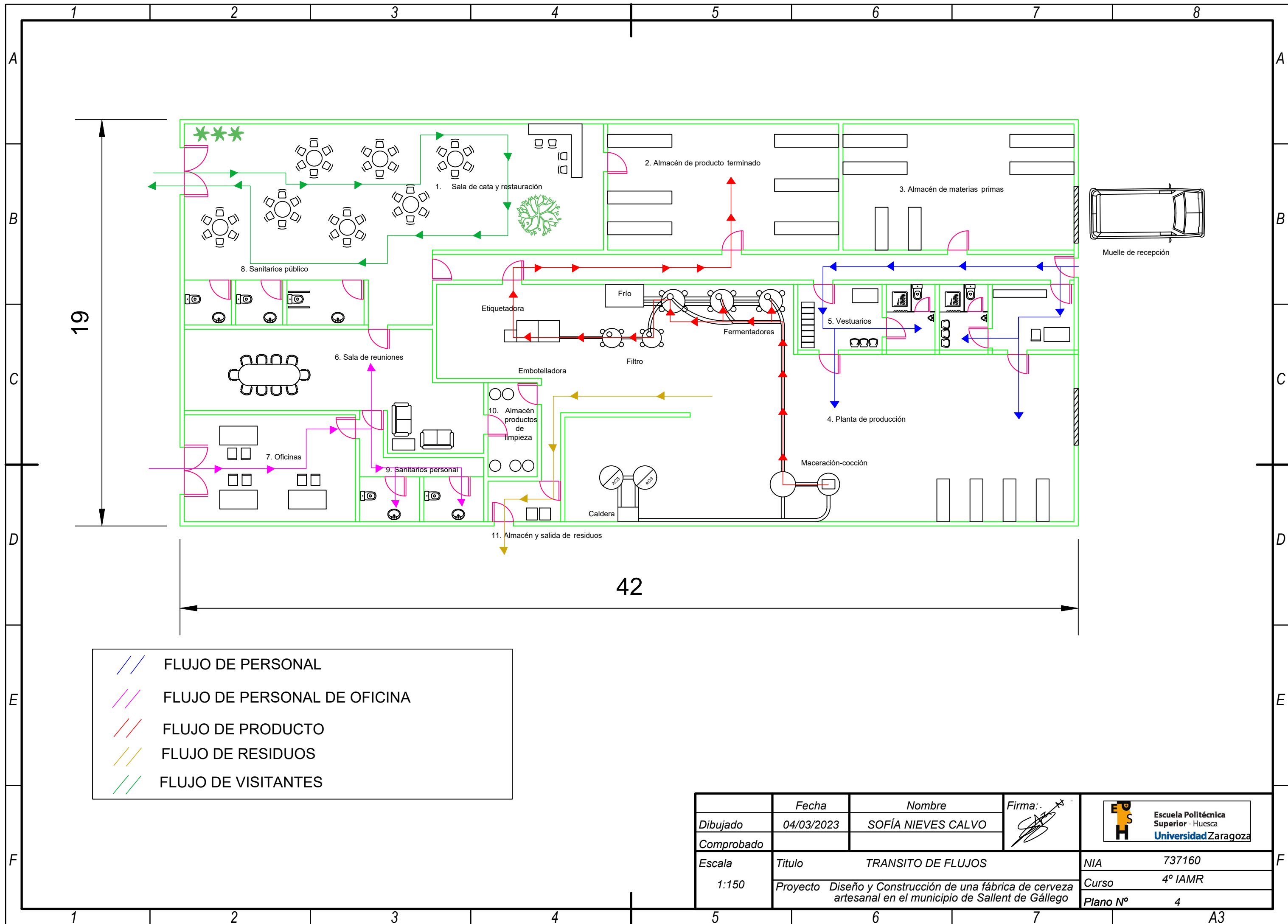
<p>SOFÍA NIEVES CALVO</p>	 <p>Escuela Politécnica Superior - Huesca Universidad Zaragoza</p>
<p>UBICACIÓN Y EMPLAZAMIENTO E 1:5000</p> <p>PROYECTO DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA FÁBRICA DE CERVEZA ARTESANAL EN EL MUNICIPIO DE SALLENT DE GÁLLEGO</p>	<p>NIA 737160</p> <p>CURSO 4º IAMR</p> <p>PLANO Nº 1</p>



<p>SOFÍA NIEVES CALVO</p>	 <p>Escuela Politécnica Superior - Huesca Universidad Zaragoza</p>
<p>CURVAS DE NIVEL E 1:1000</p> <p>PROYECTO DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA FÁBRICA DE CERVEZA ARTESANAL EN EL MUNICIPIO DE SALLENT DE GÁLLEGO</p>	<p>NIA 737160</p> <p>CURSO 4º IAMR</p> <p>PLANO Nº 2</p>



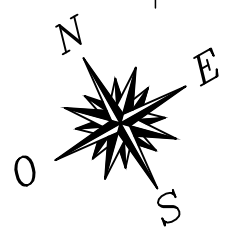
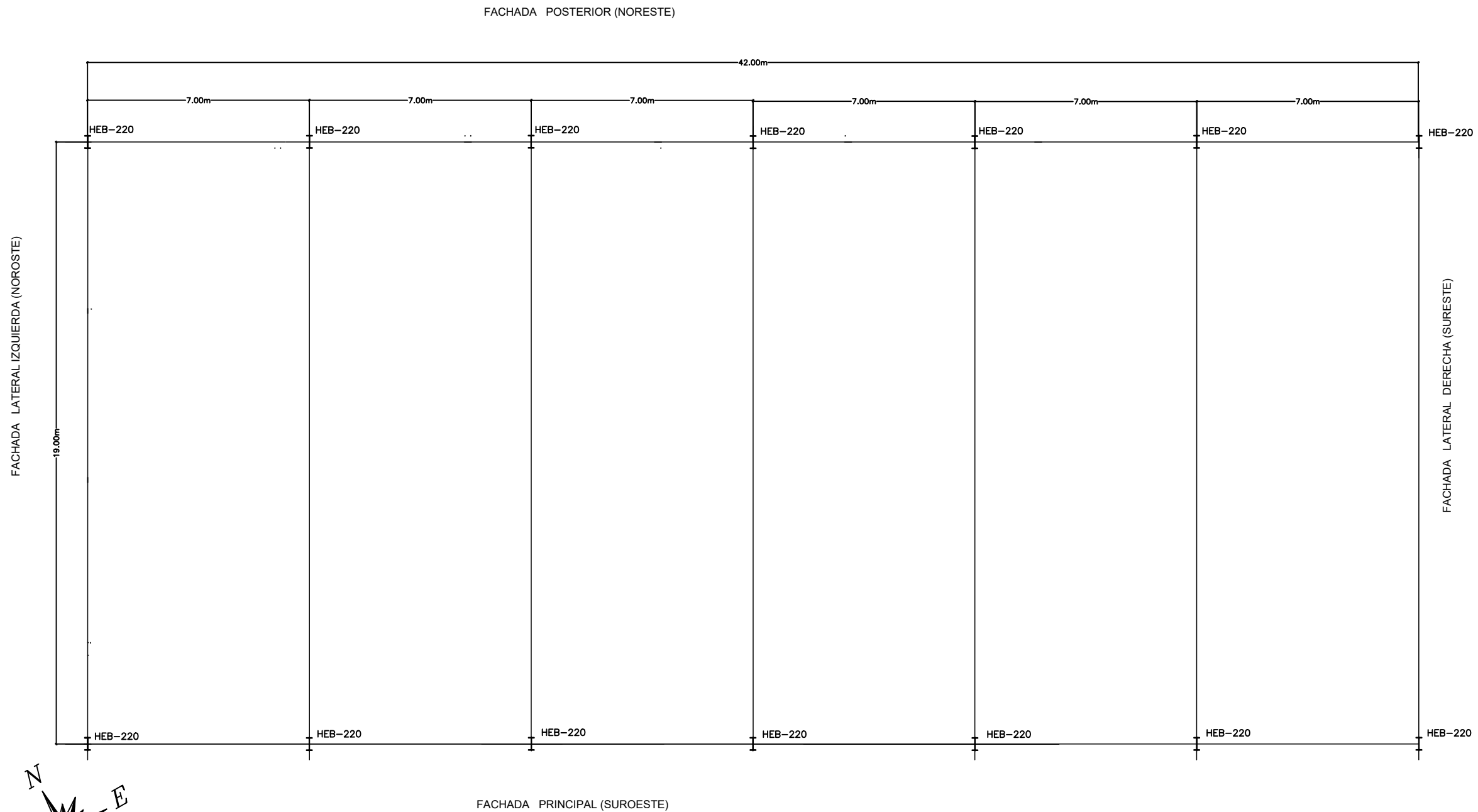
	Fecha	Nombre	Firma:	
Dibujado	04/03/2023	SOFÍA NIEVES CALVO		
Comprobado				
Escala	Titulo LAYOUT CERVECERÍA ARTESANAL		NIA	737160
1:150	Proyecto Diseño y Construcción de una fábrica de cerveza artesanal en el municipio de Sallent de Gállego		Curso	4º IAMR
			Plano Nº	3



- // FLUJO DE PERSONAL
- // FLUJO DE PERSONAL DE OFICINA
- // FLUJO DE PRODUCTO
- // FLUJO DE RESIDUOS
- // FLUJO DE VISITANTES

	Fecha	Nombre	Firma:	
Dibujado	04/03/2023	SOFÍA NIEVES CALVO		
Comprobado				
Escala	Titulo			NIA
1:150	TRANSITO DE FLUJOS			737160
	Proyecto			Curso
	Diseño y Construcción de una fábrica de cerveza artesanal en el municipio de Sallent de Gállego			4º IAMR
				Plano Nº
				4

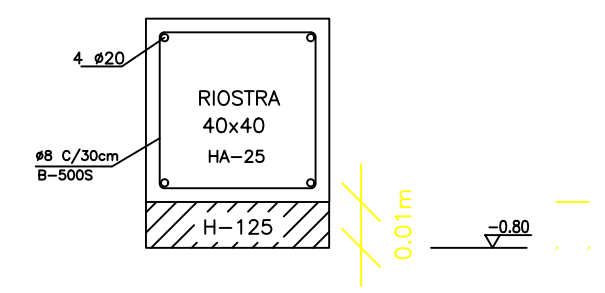
PLANTA DE REPLANTEO DE PILARES DE LA NAVE CON PORTICOS A DOS AGUAS



	Fecha	Nombre	Firma:	
Dibujado	04/03/2023	SOFÍA NIEVES CALVO		
Comprobado				
Escala	Titulo			NIA
1:150	REPLANTEO			737160
	Proyecto			Curso
	Diseño y Construcción de una fábrica de cerveza artesanal en el municipio de Sallent de Gállego			4º IAMR
				Plano Nº
				5

PLANTA DE REPLANTEO DE PILARES DE LA NAVE CON PORTICOS A DOS AGUAS

VIGA RIOSTRA
ZAP. CORRIDA
S/E

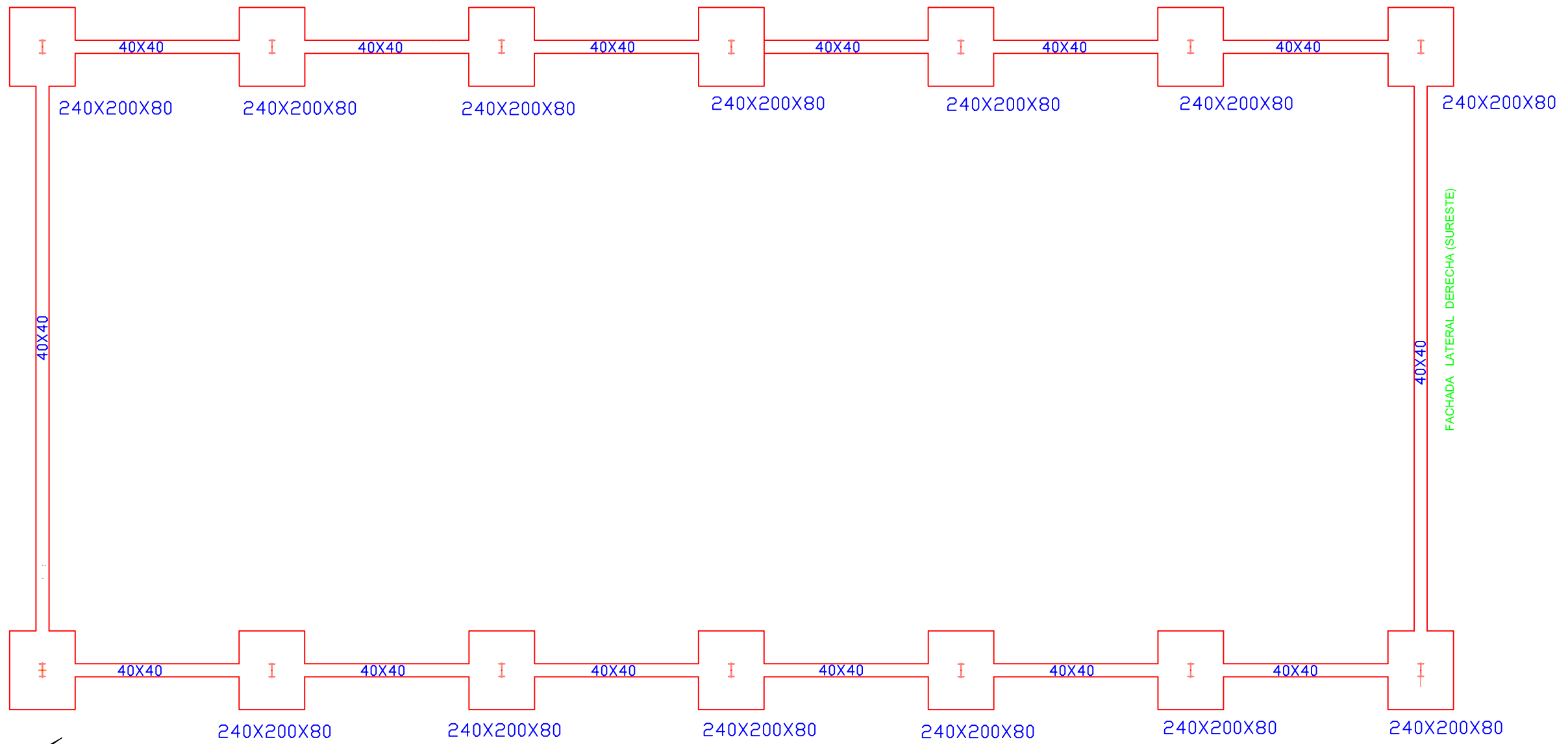
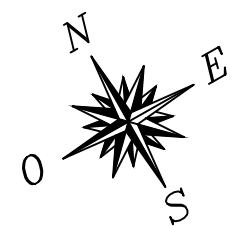


FACHADA POSTERIOR (NORESTE)

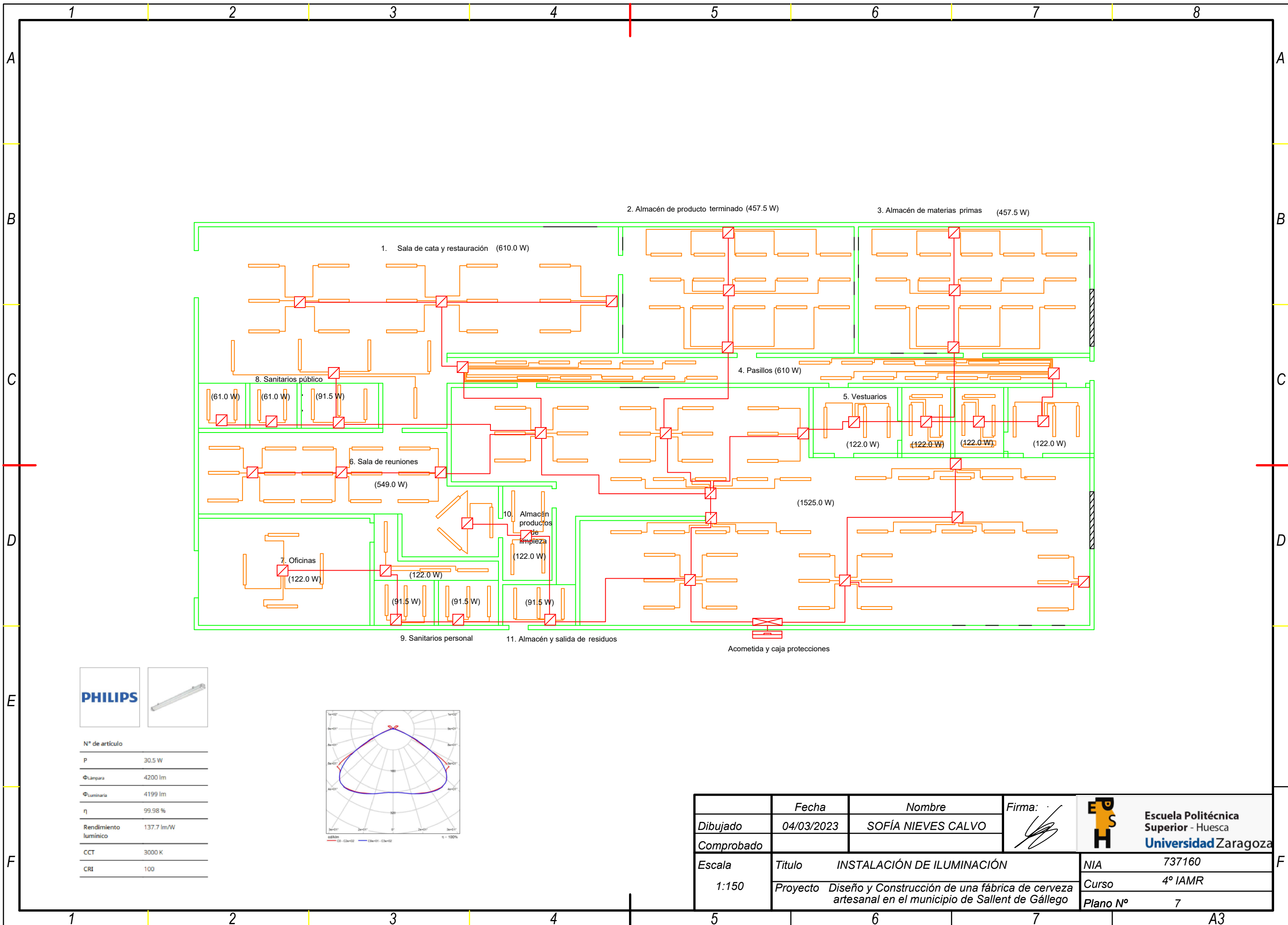
FACHADA LATERAL IZQUIERDA (NOROSTE)

FACHADA LATERAL DERECHA (SURESTE)

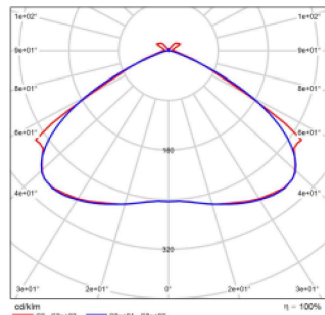
FACHADA PRINCIPAL (SUROESTE)



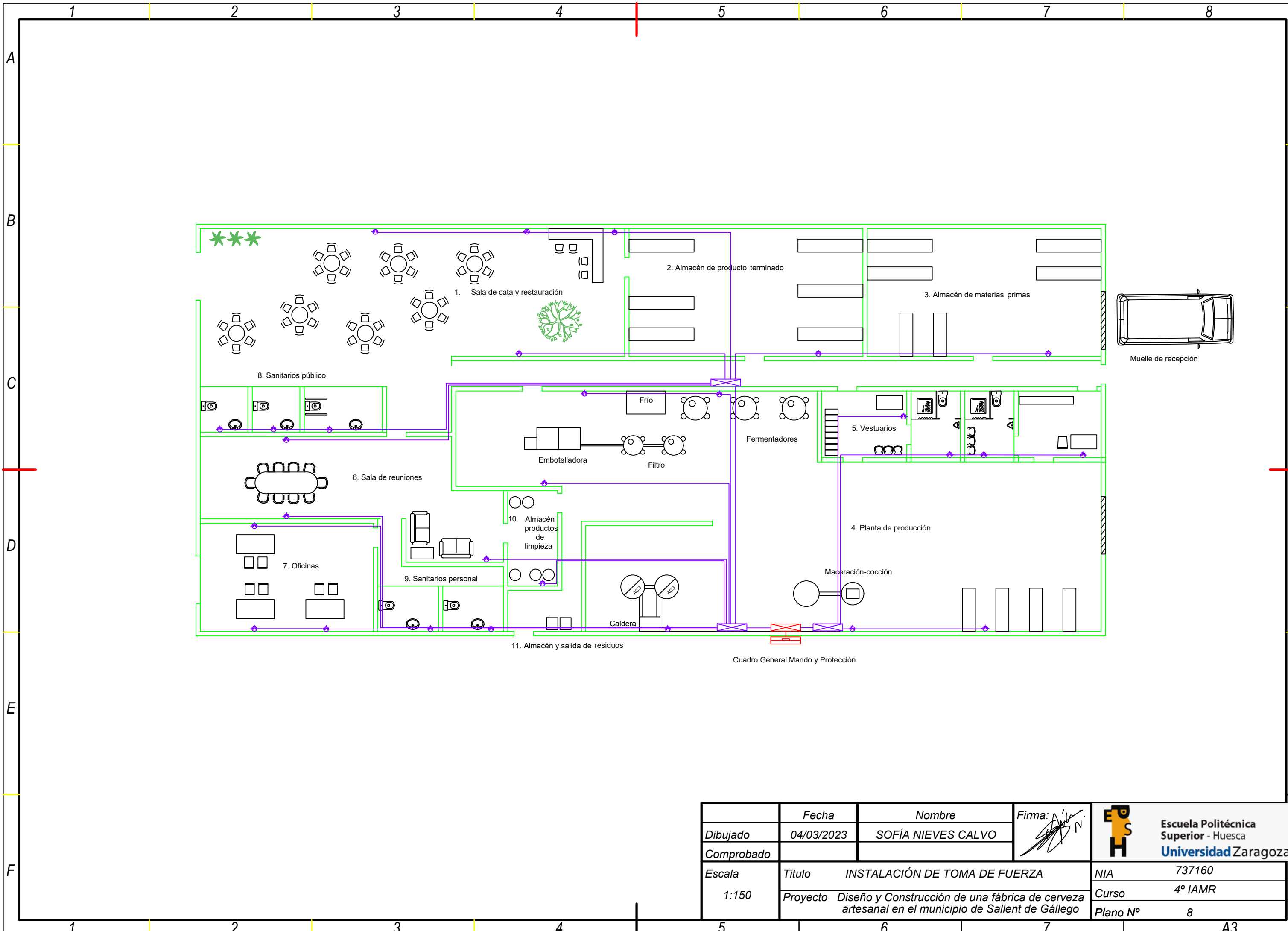
	Fecha	Nombre	Firma:	
Dibujado	04/03/2023	SOFÍA NIEVES CALVO		
Comprobado				
Escala	Titulo			NIA
1:150	CIMENTACIÓN			737160
	Proyecto			Curso
	Diseño y Construcción de una fábrica de cerveza artesanal en el municipio de Sallent de Gállego			4º IAMR
				Plano Nº
				6



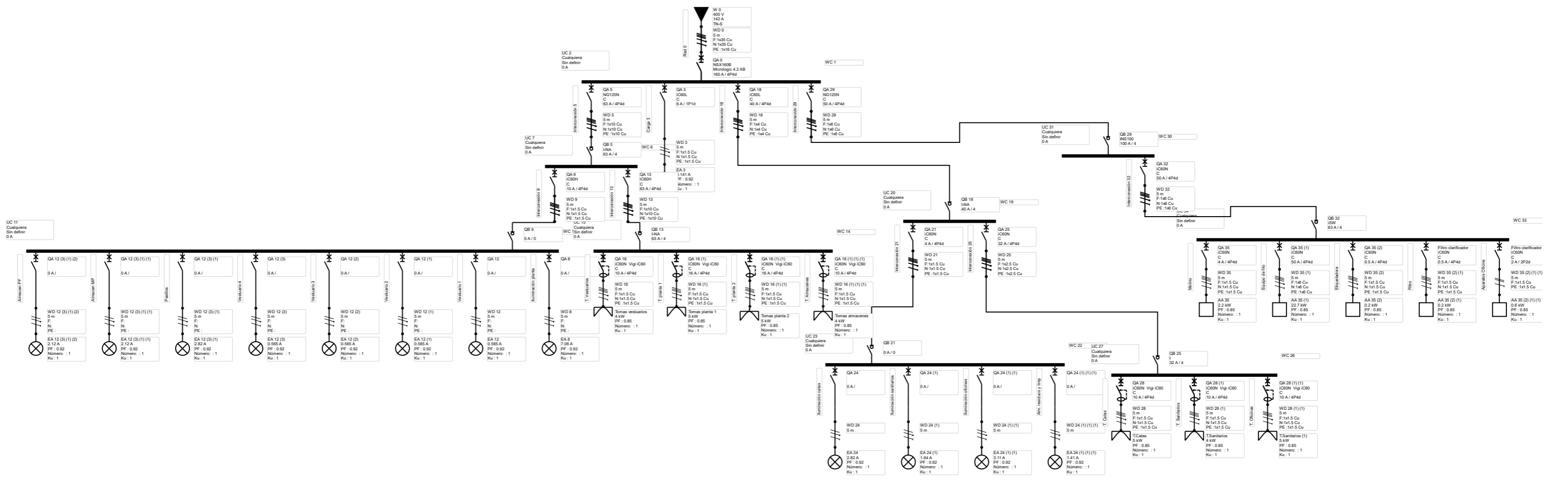
Nº de artículo	
P	30.5 W
Φ Lámpara	4200 lm
Φ Luminaria	4199 lm
η	99.98 %
Rendimiento lumínico	137.7 lm/W
CCT	3000 K
CRI	100





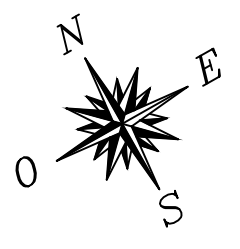
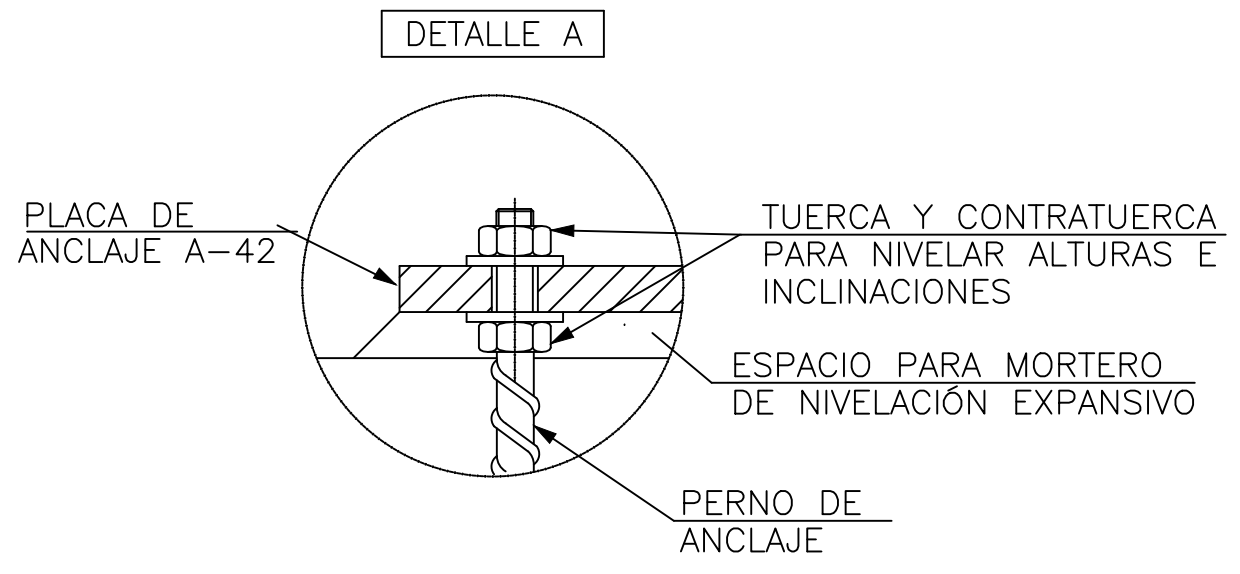
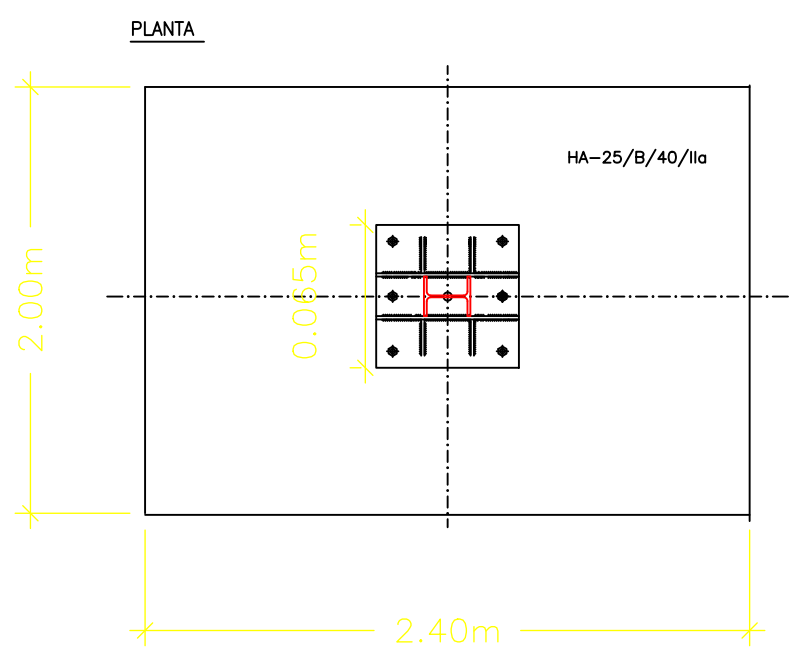
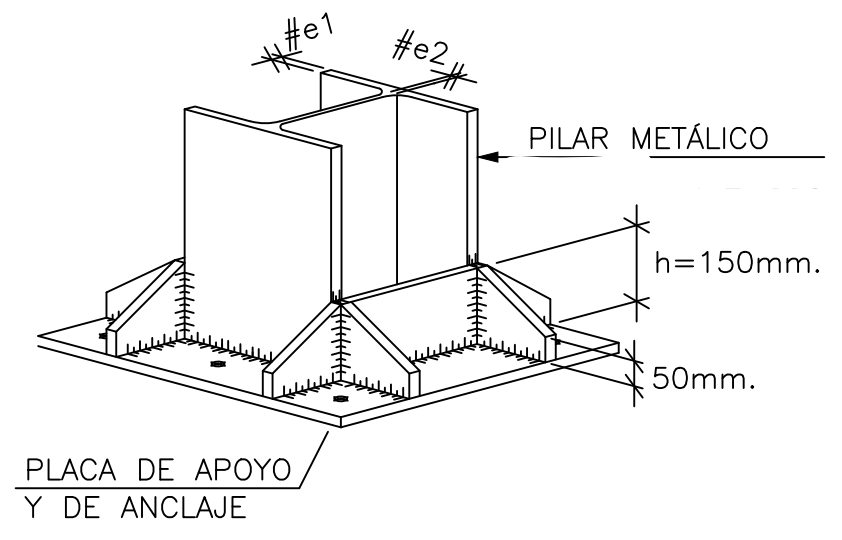
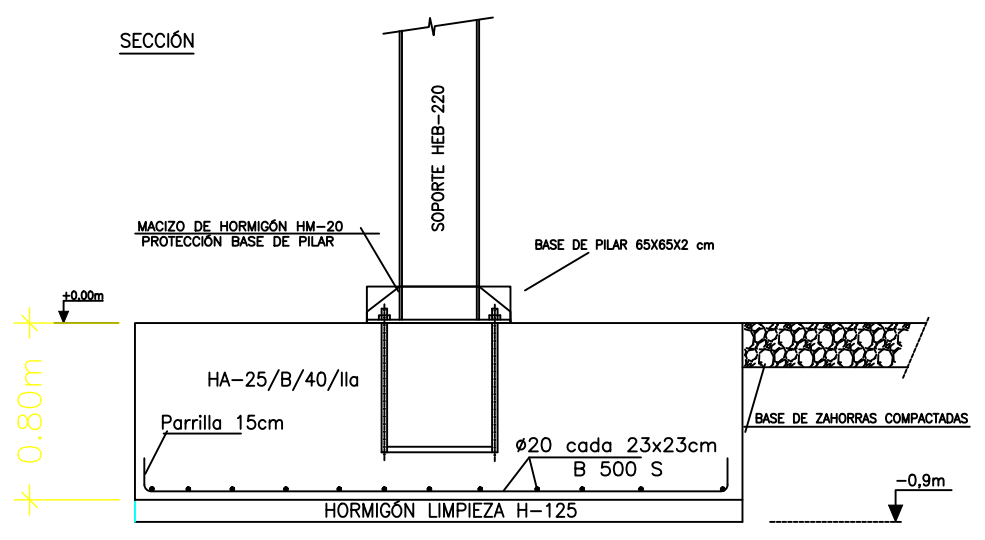
	Fecha	Nombre	Firma:	
Dibujado	04/03/2023	SOFÍA NIEVES CALVO		
Comprobado				
Escala	Titulo		NIA	
1:150	INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN		737160	
	Proyecto		Curso	
	Diseño y Construcción de una fábrica de cerveza artesanal en el municipio de Sallent de Gállego		4º IAMR	
			Plano Nº	
			7	


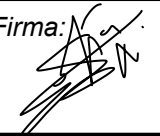


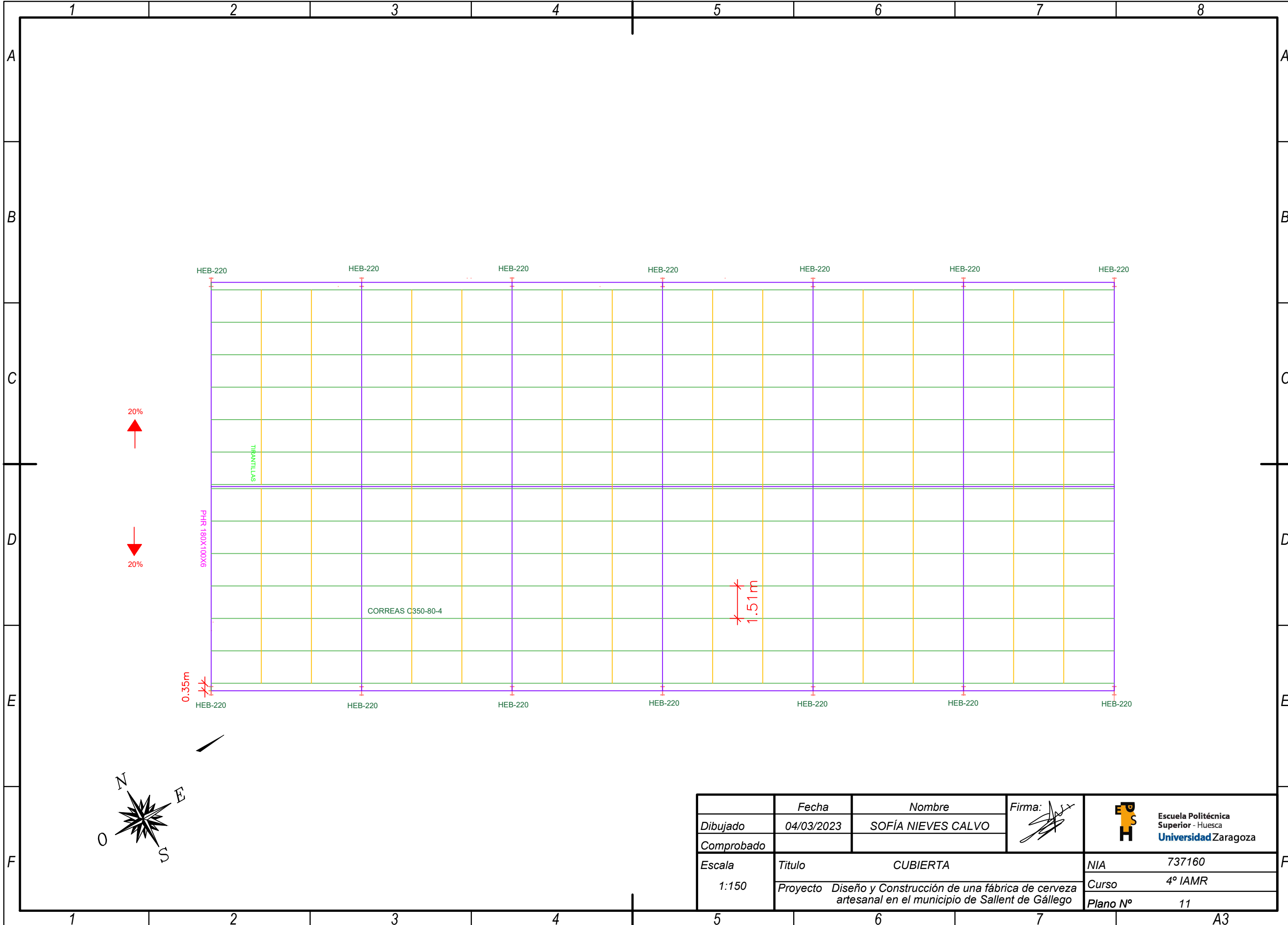
	Fecha	Nombre	Firma:	 Escuela Politécnica Superior - Huesca Universidad Zaragoza	
Dibujado	04/03/2023	SOFÍA NIEVES CALVO			
Comprobado					
Escala 1:150	Titulo	INSTALACIÓN DE TOMA DE FUERZA		NIA	737160
	Proyecto	Diseño y Construcción de una fábrica de cerveza artesanal en el municipio de Salent de Gállego		Curso	4º IAMR
				Plano Nº	8


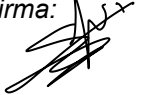


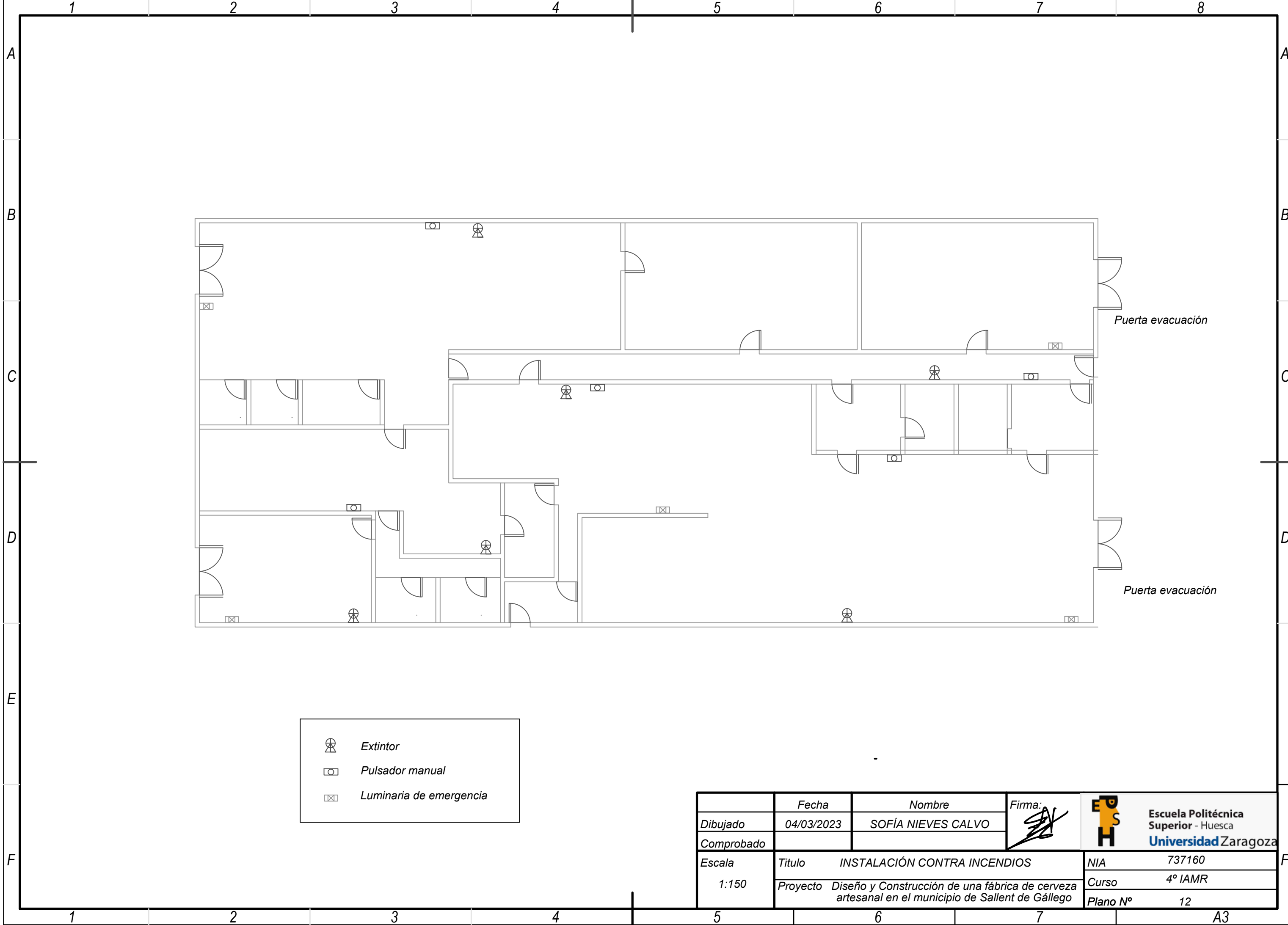
	Fecha	Nombre	Firma:	 Escuela Politécnica Superior - Huesca Universidad Zaragoza	
Dibujado	04/03/2023	SOFÍA NIEVES CALVO			
Comprobado					
Escala	Titulo	DIAGRAMA UNIFILAR		NIA	737160
	Proyecto	Diseño y Construcción de una fábrica de cerveza artesanal en el municipio de Sallent de Gállego		Curso	4º IAMR
				Plano Nº	9








	Fecha	Nombre	Firma:	 Escuela Politécnica Superior - Huesca Universidad Zaragoza
Dibujado	04/03/2023	SOFÍA NIEVES CALVO		
Comprobado				
Escala	1:30	Título DETALLES CIMENTACIÓN Proyecto <i>Diseño y Construcción de una fábrica de cerveza artesanal en el municipio de Sallent de Gállego</i>		NIA 737160 Curso 4º IAMR Plano Nº 10



	Fecha	Nombre	Firma:	 Escuela Politécnica Superior - Huesca Universidad Zaragoza	
Dibujado	04/03/2023	SOFÍA NIEVES CALVO			
Comprobado					
Escala	Titulo	CUBIERTA		NIA	737160
1:150	Proyecto	Diseño y Construcción de una fábrica de cerveza artesanal en el municipio de Sallent de Gállego		Curso	4º IAMR
				Plano Nº	11



	Extintor
	Pulsador manual
	Luminaria de emergencia

	Fecha	Nombre	Firma:	 Escuela Politécnica Superior - Huesca Universidad Zaragoza	
Dibujado	04/03/2023	SOFÍA NIEVES CALVO			
Comprobado					
Escala	Titulo	INSTALACIÓN CONTRA INCENDIOS		NIA	737160
1:150	Proyecto	Diseño y Construcción de una fábrica de cerveza artesanal en el municipio de Sallent de Gállego		Curso	4º IAMR
				Plano N°	12



Escuela Politécnica
Superior - Huesca
Universidad Zaragoza

DOCUMENTO 3: PLIEGO DE CONDICIONES

PROYECTO DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA FÁBRICA DE CERVEZA
ARTESANAL EN EL MUNICIPIO DE SALLEN DE GÁLLEGO (HUESCA).

SOFÍA NIEVES CALVO

TRABAJO FIN DE GRADO - 2023

Ingeniería Agroalimentaria y del Medio Rural – Mención Industrias Agrarias y Agroalimentarias

ÍNDICE

Capítulo 1: Disposiciones generales.....	4
<i>Artículo 1. Naturaleza y objeto del pliego general</i>	4
<i>Artículo 2. Documentación del contrato de obra</i>	4
Capítulo 2: Pliego de condiciones de índole técnica.....	5
Epígrafe I. Características de los materiales.....	5
<i>Artículo 3. Cemento</i>	5
<i>Artículo 4. Agua</i>	5
<i>Artículo 5. Hormigones y áridos</i>	5
<i>Artículo 6. Aceros</i>	6
<i>Artículo 7. Pinturas y barnices</i>	7
<i>Artículo 8. Otros materiales</i>	7
Epígrafe II. Ejecución de las obras.....	7
<i>Artículo 9. Replanteo</i>	7
<i>Artículo 10. Limpieza del terreno y movimientos de tierras</i>	8
<i>Artículo 11. Cimientos</i>	8
<i>Artículo 12. Hormigonado de cimientos y pavimentos</i>	9
<i>Artículo 13. Armaduras</i>	9
<i>Artículo 14. Cubiertas</i>	10
<i>Artículo 15. Carpintería y cerrajería</i>	10
<i>Artículo 16. Red horizontal de saneamiento</i>	10
<i>Artículo 17. Fontanería</i>	11
<i>Artículo 18. Instalación eléctrica</i>	11
<i>Artículo 19. Obras e instalaciones no especificadas</i>	12
Capítulo 3: Pliego de condiciones de índole facultativa.....	12
Epígrafe I. Delimitación general de funciones técnicas.....	12
<i>Artículo 20. Director de obra</i>	12
<i>Artículo 21. Constructor</i>	13
Epígrafe II. Obligaciones y derechos generales del constructor o contratista.....	14
<i>Artículo 22. Verificación de los documentos del proyecto</i>	14
<i>Artículo 23. Oficina en la obra</i>	14
<i>Artículo 24. Presentación del contratista</i>	15
<i>Artículo 25. Presencia del constructor en la obra</i>	15

<i>Artículo 26. Trabajos no estipulados expresamente</i>	15
<i>Artículo 27. Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones de proyecto</i>	16
<i>Artículo 28. Reclamaciones contra las órdenes de la dirección facultativa</i>	16
<i>Artículo 29. Recusación por el contratista del personal nombrado por el director de obra</i>	16
<i>Artículo 30. Faltas del personal</i>	17
Epígrafe III. Prescripciones generales relativas a los trabajos, materiales y medios auxiliares...	17
<i>Artículo 31. Libro de órdenes</i>	17
<i>Artículo 32. Comienzo de la obra y ritmo de ejecución de los trabajos</i>	17
<i>Artículo 32. Condiciones generales de ejecución de los trabajos</i>	18
<i>Artículo 33. Ampliación de proyecto por causas imprevistas o fuerza mayor</i>	18
<i>Artículo 34. Prórroga por causa mayor</i>	18
<i>Artículo 35. Obras y vicios ocultos</i>	18
<i>Artículo 36. Trabajos defectuosos</i>	19
<i>Artículo 37. Materiales y aparatos no utilizables o defectuosos</i>	19
<i>Artículo 38. Limpieza de las obras</i>	20
Epígrafe IV. De las recepciones de edificios y obras anejas	20
<i>Artículo 39. Recepciones provisionales</i>	20
<i>Artículo 40. Plazo de garantía</i>	20
<i>Artículo 41. Conservación de las obras recibidas provisionalmente</i>	21
<i>Artículo 42. Recepción definitiva</i>	21
<i>Artículo 43. Liquidación final</i>	21
Capítulo 4: Pliego de condiciones de índole económica.....	21
Epígrafe I. Base fundamental	21
<i>Artículo 44. Base fundamental</i>	21
Epígrafe II. Fianzas.....	22
<i>Artículo 45. Fianza provisional</i>	22
<i>Artículo 46. Devolución de la fianza</i>	22
Epígrafe III. Precios.....	23
<i>Artículo 47. Precios</i>	23
<i>Artículo 48. Precios contradictorios</i>	23
<i>Artículo 49. Reclamaciones de aumento de precios por causas diversas</i>	24
<i>Artículo 50. Revisión de precios</i>	24
<i>Artículo 51. Elementos comprendidos en el presupuesto</i>	24
Epígrafe IV. Valoración y abono de los trabajos	25
<i>Artículo 52. Formas de abono de las obras</i>	25
<i>Artículo 53. Relaciones valoradas y certificaciones</i>	25

<i>Artículo 54. Equivocaciones en el presupuesto</i>	25
<i>Artículo 55. Gastos derivados por cuenta de la constructora</i>	26
<i>Artículo 56. Pagos.....</i>	26
<i>Artículo 57. Demora de los pagos</i>	26
<i>Artículo 58. Indemnización por retraso no justificado en el plazo de término de las obras.....</i>	27
<i>Artículo 59. Indemnización por daños por causa mayor</i>	27
Epígrafe V. Varios	27
<i>Artículo 60. Mejora de obras.....</i>	27
<i>Artículo 61. Seguro de obra.....</i>	28
<i>Artículo 62. Limpieza final</i>	28
Capítulo 5: Pliego de condiciones de índole legal.....	29
<i>Artículo 63. Jurisdicción</i>	29
<i>Artículo 64. Accidentes y daños a terceros.....</i>	29
<i>Artículo 65. Pago de impuestos.....</i>	30
<i>Artículo 66. Causa de rescisión del contrato</i>	30

Capítulo 1: Disposiciones generales.

Artículo 1. Naturaleza y objeto del pliego general

El Pliego General de Condiciones actúa como un complemento al Pliego de Condiciones Particulares del Proyecto, ambos están diseñados para regular la ejecución de las obras que se deriven del Proyecto de Diseño y Construcción de una fábrica de cerveza artesanal propuesto. Establecen los estándares técnicos y de calidad necesarios, y detallan las responsabilidades y obligaciones del Promotor o dueño de la obra, el Contratista o constructor, sus técnicos o encargados, y el Director de obra, de acuerdo con el contrato y la legislación aplicable.

Las obras accesorias se construirán de acuerdo con la necesidad, y se llevarán a cabo proyectos adicionales en caso de que sean de importancia significativa. Para los casos de menor importancia, se seguirán las instrucciones del Director de obra.

Artículo 2. Documentación del contrato de obra

El contrato incluye una serie de documentos que se relacionan por orden de importancia en caso de que exista alguna omisión o contradicción. Estos documentos son:

- 1) las condiciones establecidas en el propio contrato de empresa o arrendamiento de obra, si las hay;
- 2) el Pliego de Condiciones particulares;
- 3) el Pliego General de Condiciones;
- 4) el resto de la documentación del Proyecto, como la memoria, los planos, las mediciones y el presupuesto.

Cualquier orden o instrucción emitida por la Dirección facultativa se considera una interpretación, complemento o precisión del Proyecto. En cada documento, las especificaciones escritas tienen prioridad sobre las gráficas y, en los planos, la cota prevalece sobre la medida a escala.

Capítulo 2: Pliego de condiciones de índole técnica.

Epígrafe I. Características de los materiales

Artículo 3. Cemento

El cemento utilizado debe cumplir con las especificaciones y recomendaciones de la Instrucción del Hormigón Estructural EHE-08. Debe ser de una marca de renombre y entregarse en la obra en los mismos envases que salieron de fábrica. Debe almacenarse en un lugar seco y de fácil acceso para su inspección e identificación. Se deben utilizar los tipos de cemento más apropiados para las condiciones del terreno y del agua de hormigonado. Si no es posible, se deben utilizar cementos adecuados para cada ambiente que proporcionen resistencias similares. Antes de su uso, estos cementos deben ser aprobados por el Director de las obras después de la realización de los ensayos completos o reducidos prescritos.

Artículo 4. Agua

Se utilizará exclusivamente agua potable en la preparación y curado de los morteros, siendo rechazadas aquellas aguas que no cumplan los siguientes requisitos:

- a) pH entre 5 y 8.
- b) Contenido de sustancias solubles menor de quince gramos por litro.
- c) Contenido de sulfatos (SO₄)²⁻ inferior a un gramo por litro.
- d) Ausencia de hidratos de carbono, incluso en cantidades mínimas.
- e) Contenido de grasas y aceites inferior a quince gramos por litro.

Artículo 5. Hormigones y áridos

El artículo 3 establece que los hormigones son materiales compuestos por una mezcla de cemento, agua, árido fino y árido grueso, con la posibilidad de incluir productos de adición, que al fraguar y endurecer adquieren una notable resistencia.

La proporción de áridos, cemento y agua debe ser adecuada para lograr una consistencia blanda y una resistencia característica a compresión de 25 N/mm² en probetas cilíndricas a los 28 días de preparación, amasado y vertido. Si los controles muestran que

la resistencia característica es menor a la requerida, pero las pruebas de información y carga indican que la obra es aceptable, el contratista recibirá una penalización económica del 2% por cada 1% de disminución de la resistencia característica exigida. Sin embargo, la disminución en el precio no puede superar el 50%.

Los morteros y hormigones utilizarán áridos obtenidos de la clasificación de arenas y granos naturales de yacimientos. Los áridos deben ser sólidos, limpios, uniformes y resistentes, sin piezas planas, alargadas, blandas o fácilmente desintegrables, y sin suciedad, polvo, arcilla u otras materias extrañas. Los áridos deben cumplir con las características químicas y granulométricas necesarias para que los hormigones cumplan con las resistencias mecánicas especificadas en el proyecto. Después de ser limpiados y clasificados, se almacenarán en lugares protegidos de la lluvia y sin mezclarse con materiales extraños. Si se almacenan en pilas, la base inferior de 30 cm no se utilizará ni se retirará durante su uso, a menos que se haya aprobado su disposición por el Ingeniero Director. Además, se realizarán ensayos para cada partida de áridos de procedencia distinta, y el Director de obra podrá ordenar ensayos adicionales para garantizar el cumplimiento de las características exigidas antes de la utilización de los áridos.

Para las obras de hormigón en masa, armado y pretensado, se seguirá lo descrito en la Instrucción del Hormigón Estructural EHE-08.

Artículo 6. Aceros

En el artículo presente se definen las exigencias en cuanto a los materiales y equipos industriales utilizados en la producción de aceros laminados, para su aplicación en la construcción de edificios, tanto en sus elementos estructurales como en los de unión. Asimismo, se establecen las pautas a seguir en cuanto a la realización de la obra, la seguridad laboral, la supervisión del proceso, la valoración y el mantenimiento posterior.

Se seguirá en todo momento el Documento Básico de Seguridad Estructural del Acero (SE-A), del Código Técnico de la Edificación. Las barras redondas deben ser lisas para evitar dañar a los trabajadores y no presentar defectos como pelos, grietas, sopladuras o mermas de sección que podrían afectar su resistencia. Cualquier elemento con defectos de laminación, falta de homogeneidad, manchas de impurezas, grietas u otros defectos, serán descartados sin ser sometidos a pruebas. Para prevenir la oxidación excesiva, se debe almacenar las armaduras de acero ordinario de manera adecuada.

Artículo 7. Pinturas y barnices

Se requiere que todas las sustancias utilizadas en la pintura sean de alta calidad. Los pigmentos deben estar bien mezclados con aceite purificado y no deben tener sedimentos, y se debe utilizar un barniz transparente de primera calidad. Estos materiales deben ser entregados en la obra en recipientes sellados y se deben tomar medidas adecuadas para asegurar su correcta conservación. Los recipientes solo deben ser abiertos al momento de su uso y se debe verificar la integridad de los sellos.

Artículo 8. Otros materiales

Cualquier otro material utilizado en la obra que no se haya especificado en el Pliego de Condiciones será de alta calidad y cumplirá con los requisitos necesarios según la evaluación de la Dirección Técnica.

Epígrafe II. Ejecución de las obras

Artículo 9. Replanteo

La Dirección Técnica llevará a cabo el replanteo general de las obras y de sus diferentes partes en el sitio de construcción, incluyendo la ubicación de las zanjas, que deberán ser inspeccionadas y autorizadas por dicha Dirección antes de ser rellenadas para formar cimientos u otras estructuras. Se deben marcar los puntos principales que determinen las alineaciones mediante señales fijas, y se deben elaborar planos y actas del resultado del replanteo y de las inspecciones, que deberán ser firmadas por el Ingeniero y el Contratista.

Antes de iniciar las obras, se requiere la autorización del Ingeniero Director de Obra, y se deben recopilar todos los datos relevantes sobre el estado del terreno al comienzo de la cimentación. Todos los costos relacionados con el replanteo, incluyendo materiales y salarios, serán responsabilidad del contratista, quien debe proteger las señales mencionadas y reponer las que se pierdan.

Artículo 10. Limpieza del terreno y movimientos de tierras

Estos trabajos incluyen todas las tareas necesarias para limpiar el terreno, excavar la caja y nivelar los taludes resultantes.

Para garantizar la seguridad de los trabajadores, los desmontes se llevarán a cabo utilizando los procedimientos estándar de excavación. Si se requiere el uso de explosivos, se tomarán todas las precauciones necesarias para evitar accidentes. Los taludes se cortarán con la inclinación mínima que permita la naturaleza del terreno hasta que la Dirección Técnica de las obras fije los taludes definitivos en cada caso. Los trabajos de excavación se realizarán de manera que el drenaje sea rápido en todo momento, y el terreno no quedará perturbado más allá de los límites establecidos.

Los materiales excavados que no sean utilizados en la construcción se colocarán en los lugares designados por el Ingeniero encargado de la inspección, donde estarán disponibles para la Dirección. Cualquier daño a las obras como resultado de la excavación, incluso si excede los límites establecidos, será reparado a expensas del contratista.

Se aplican las pautas establecidas en las normas, que cubren aspectos como la seguridad en el trabajo, el control de materiales, la evaluación y el mantenimiento:

- N.T.E.-A.D. "Acondicionamiento del Terreno. Desmontes"
- N.T.E.-A.D.E. "Acondicionamiento del Terreno. Explanaciones"
- N.T.E.-A.D.V. "Acondicionamiento del Terreno. Vaciados"
- N.T.E.-A.D.Z. "Acondicionamiento del Terreno. Zanjas y Pozos"

Artículo 11. Cimientos

Las excavaciones requeridas para la construcción de la base se llevarán a cabo hasta que se encuentre un terreno adecuado, tomando precauciones adecuadas como la retirada y apoyo de tierra cuando sea necesario para garantizar la seguridad de los trabajadores y determinar con precisión las dimensiones de las zanjas de acuerdo al plano.

Será necesario realizar los correspondientes análisis para verificar las características de resistencia e impermeabilidad de la base de la estructura, evaluando un número adecuado de puntos en su superficie de apoyo. Los resultados obtenidos se incorporarán al proyecto y se considerarán en sus cálculos. En estos análisis, se tomarán muestras y testigos, y si son de roca, se etiquetarán y almacenarán cerca de la obra para que estén disponibles para las inspecciones. Si las muestras son de materiales sueltos, se

enviarán a un laboratorio para determinar los coeficientes necesarios para el diseño del proyecto. El proyecto debe incluir medidas para garantizar que la presión intersticial en la base no supere los límites admisibles en ningún punto y que la velocidad de filtración sea lo suficientemente baja para evitar deslizamientos o sifonamientos. Si el terreno no es lo suficientemente impermeable, se pueden instalar pantallas o rastrillos, o bien prolongar el camino de filtración a través de zampeados hacia aguas arriba.

Artículo 12. Hormigonado de cimientos y pavimentos

El proceso de puesta en obra del hormigón se llevará a cabo siguiendo la Instrucción del Hormigón Estructural EHE-08.

La dosificación de cemento y áridos se realizará mediante peso, prestando atención especial a la cantidad de agua para mantener una consistencia uniforme del hormigón. Las superficies donde se verterá el hormigón deben estar limpias y húmedas, pero no con exceso de agua. Se utilizará el hormigón fresco y generalmente seco. Si el hormigón está semiseco, se compactará hasta que fluya. La distancia de transporte será corta para cubrirlo antes de que la mezcla empiece a fraguar y se evitará el vertido desde una altura considerable para que las piedras no queden aisladas.

Se extenderá el hormigón para llenar todos los huecos y estar en contacto con las paredes, utilizando herramientas adecuadas para conservar su homogeneidad, facilitar la liberación del aire y separar las piedras de la superficie que debe quedar expuesta. Las superficies de cada capa deben quedar horizontales y las mezclas deben someterse a la presión necesaria según su consistencia para asegurar la compacidad de la masa. Si se requiere compactación, se aplicarán golpes repetidos, y se dará por terminado cuando el agua afluya a la superficie.

Artículo 13. Armaduras

Se utilizarán las armaduras que cumplan con los estándares de calidad y dimensiones establecidos en el proyecto, y se colocarán en los lugares designados en los planos de construcción. Se permiten desviaciones en la posición de cada armadura, pero estas no deben exceder los 1 cm en general y 0,5 cm en el recubrimiento de las mismas. Durante el vertido y compactación del hormigón, se evitará cualquier movimiento de las armaduras.

Artículo 14. Cubiertas

Este artículo se refiere a cómo cubrir edificios utilizando diversos materiales como placas de fibrocemento, tejas, paneles de chapa con aislamiento galvanizado, pizarra, poliéster reforzado, cloruro de polivinilo rígido o poli metacrilato de metilo, tejas cerámicas o de cemento, o chapas lisas de zinc. En todos los casos, el cemento utilizado proporciona la impermeabilidad necesaria. El artículo también regula el uso de azoteas y lucernarios, y establece las condiciones para la calidad y seguridad de los materiales y equipos utilizados en la construcción, así como los criterios para su valoración y mantenimiento. Estas condiciones se especifican en la norma DBE HS-1 de Salubridad del Código Técnico de la Edificación, según el Real Decreto 314/2006 del 17 de marzo, publicado en el B.O.E. el 28/03/2006.

Artículo 15. Carpintería y cerrajería

La Dirección Técnica podrá establecer las dimensiones y la disposición o fijación de las piezas necesarias para la construcción de obras provisionales o auxiliares. La carpintería de madera se ejecutará con precisión, asegurando que los ensamblajes estén bien ajustados y que las molduras estén terminadas. Además, deberá ser repasada con papel de lija y transportada al lugar de uso sin dejar huellas para que pueda ser inspeccionada por el Director de obra. Todos los vidrios exteriores deberán llevar vierteaguas.

Los elementos como puertas, ventanas y barandillas deben tener suficientes sujetadores para asegurar un anclaje perfecto, y se enviará un modelo previo de todos los elementos a la Dirección Técnica para su aprobación antes de su uso.

Artículo 16. Red horizontal de saneamiento

Se colocarán las tuberías subterráneas sobre una cama de hormigón en el fondo, que se adaptará a la mitad inferior del colector. También se permitirá la colocación de las tuberías sobre una base de hormigón con calzas de ladrillo, pero en ningún caso se permitirá que las tuberías se asienten directamente sobre tierra apisonada.

Las arquetas se construirán con ladrillos macizos normales de medio pie de espesor, y se enfoscarán y bruñirán en su interior. Además, se les dará la forma de canal

más apropiada para facilitar la reunión y circulación de las aguas de los tubos que confluyen en cada una de ellas.

Artículo 17. Fontanería

Se utilizará el material indicado en el Presupuesto para todas las instalaciones. En caso de que no sea posible, se utilizará otro material que, según la Dirección Técnica, cumpla con las condiciones necesarias de calidad y garantía.

Artículo 18. Instalación eléctrica

En la ejecución de este Proyecto, se dará prioridad a cumplir con las normativas del Ministerio de Industria, específicamente el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión. Se prestará especial atención a los dispositivos y aparatos que se utilizan para proteger y garantizar la seguridad del usuario y la propia instalación.

La colocación de la acometida seguirá las especificaciones detalladas en los demás documentos del Proyecto. Se requerirá que la sección del conductor neutro sea igual a la de los conductores de fase como mínimo. Los empalmes y conexiones de los conductores deberán hacerse de acuerdo con métodos o sistemas que aseguren la continuidad y el aislamiento perfectos del conductor.

La ubicación de la caja general deberá ser en una zona de tránsito general, que sea de fácil acceso y sin obstáculos. Además, se deberá instalar lo más lejos posible de la red general de distribución y otras instalaciones. La caja deberá estar sellada y contar con cortacircuitos fusibles en todos los conductores de fase, con capacidad de corte igual a la corriente de cortocircuito en el punto de instalación.

Se establecerá una conexión entre la caja general y la ubicación de los contadores, y se terminará en un embarrado o unos bornes que estén protegidos contra manipulaciones no autorizadas. La línea de enlace recorrerá áreas de uso común y estará formada por conductores aislados en tubos, según lo especificado en el proyecto. Los materiales utilizados para los conductores deberán ser los que se indiquen en el proyecto.

Los contadores se colocarán sobre bases fabricadas con materiales adecuados y no inflamables, y sus dimensiones cumplirán con los requisitos de la Compañía Suministradora. El área donde se ubiquen los contadores será de fácil acceso y estará

protegida contra cualquier manipulación no autorizada. La altura mínima desde el suelo será de 1,5 metros y la máxima de 1,8 metros.

Los conductores deberán estar protegidos contra manipulaciones indebidas. Cada contador y fusible de seguridad tendrá una etiqueta que indique su circuito o desviación individual correspondiente.

Artículo 19. Obras e instalaciones no especificadas

En caso de que durante la ejecución de los trabajos sea necesario llevar a cabo alguna obra que no esté contemplada en el presente Pliego de Condiciones, el Contratista deberá llevarla a cabo siguiendo las instrucciones del Ingeniero Director, quien a su vez cumplirá con las regulaciones pertinentes. El Contratista no podrá realizar ninguna reclamación al respecto.

Capítulo 3: Pliego de condiciones de índole facultativa

Epígrafe I. Delimitación general de funciones técnicas

Artículo 20. Director de obra

La junta directiva de la propiedad tendrá la responsabilidad de nombrar al Ingeniero Técnico Director de Obra, quien actuará como representante de la propiedad ante el contratista y tendrá las siguientes tareas:

a) Planificar, de acuerdo con el proyecto, el contrato y la normativa técnica aplicable, el control económico y de calidad de las obras.

b) Redactar, cuando sea solicitado por el contratista, el estudio de los sistemas adecuados para prevenir riesgos en la realización de la obra y aprobar el plan de seguridad e higiene correspondiente.

c) Realizar el replanteo de la obra y redactar el acta correspondiente, que firmará junto al Constructor.

d) Comprobar la adecuación de la cimentación proyectada a las características reales del terreno.

e) Dirigir, ordenar y supervisar la ejecución material de la obra, de acuerdo con el proyecto, las normas técnicas y las buenas prácticas de construcción.

f) Asistir a la obra en las ocasiones que requiera su naturaleza y complejidad para solucionar los problemas que surjan e impartir las instrucciones necesarias para conseguir una solución adecuada.

g) Coordinar la intervención de otros técnicos en la obra que puedan concurrir con una función específica en aspectos parciales de su especialidad.

h) Realizar o solicitar pruebas y ensayos de los materiales, instalaciones y demás elementos de la obra según las frecuencias de muestreo programadas en el plan de control, así como efectuar otras comprobaciones necesarias para asegurar la calidad constructiva de acuerdo con el proyecto y la normativa técnica aplicable. Informará al contratista de los resultados y le dará las órdenes necesarias.

i) Realizar las mediciones de la obra ejecutada, aprobar las certificaciones parciales y la certificación final de obra, y asesorar al promotor en el acto de la recepción.

j) Firmar el certificado final de obra.

Artículo 21. Constructor

El Constructor o Contratista debe brindar todas las facilidades necesarias al Director de Obra o sus subordinados para garantizar la máxima eficacia en su trabajo. En particular, al Constructor le corresponde:

a) Organizar los trabajos de construcción, elaborar los planes de obra necesarios y diseñar o autorizar las instalaciones y medios auxiliares temporales necesarios para la obra.

b) Elaborar el Plan de Seguridad e Higiene de la obra, si es necesario, y garantizar la aplicación de medidas preventivas para asegurar el cumplimiento de la normativa vigente en materia de seguridad e higiene en el trabajo.

c) Firmar, junto con el Director de Obra, el acta de replanteo de la obra.

d) Encargarse de la gestión de todo el personal que intervenga en la obra y coordinar la intervención de subcontratistas.

e) Verificar la idoneidad de todos los materiales y elementos constructivos utilizados, comprobando los preparados en obra y rechazando aquellos suministros o prefabricados que no cumplan con las garantías o documentos de idoneidad requeridos por las normas de aplicación.

f) Mantener el Libro de órdenes y seguimiento de la obra bajo su custodia y prestar atención a las anotaciones realizadas en el mismo.

g) Proporcionar con suficiente antelación los materiales necesarios para que el Director de Obra cumpla con su cometido.

h) Preparar las certificaciones parciales de obra y la propuesta de liquidación final.

i) Firmar, junto con el Promotor, las actas de recepción provisional y definitiva.

j) Contratar los seguros de accidentes de trabajo y daños a terceros durante la obra.

Epígrafe II. Obligaciones y derechos generales del constructor o contratista

Artículo 22. Verificación de los documentos del proyecto

El Constructor debe revisar la documentación del proyecto proporcionada antes de iniciar las obras y notificar inmediatamente al Director de las Obras sobre cualquier discrepancia, contradicción u omisión, solicitando las aclaraciones necesarias en el menor tiempo posible.

Artículo 23. Oficina en la obra

El Constructor deberá establecer una oficina en la obra con una mesa o tablero adecuado para extender y consultar los planos. En esta oficina, el Contratista debe tener a disposición del Director de Obra de la Dirección Facultativa lo siguiente:

- El proyecto completo de Ejecución, incluyendo los complementos redactados por el Ingeniero proyectista o Director de Obra, si los hubiera.
- La Licencia de Obras.
- El libro de Órdenes y Asistencias.
- El Plan de Seguridad e Higiene.
- El libro de incidencias.

- El Reglamento y Ordenanza de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

Además, el Constructor debe disponer de una oficina acondicionada adecuadamente para la Dirección Facultativa, donde se pueda trabajar con normalidad en cualquier momento de la jornada.

Artículo 24. Presentación del contratista

El Constructor tiene la obligación de informar a la propiedad sobre la persona que ha sido designada como su delegado en la obra, quien actuará como Jefe de la misma y tendrá dedicación plena, así como facultades para representarlo y tomar decisiones que sean competencia de la contrata en todo momento.

En caso de que la importancia de las obras lo requiera, el Delegado del Contratista deberá ser un facultativo de grado superior o grado medio, según corresponda.

Se establecerá el personal facultativo o especialista que el Constructor se compromete a mantener en la obra como mínimo, así como el tiempo de dedicación acordado. Si el Constructor no cumple con esta obligación o si el personal designado no cuenta con la cualificación suficiente para la naturaleza de los trabajos, el Director de Obra tendrá derecho a ordenar la paralización de las obras sin derecho a reclamación alguna, hasta que se subsane dicha deficiencia.

Artículo 25. Presencia del constructor en la obra

El Jefe de Obra, ya sea directamente o a través de sus técnicos o encargados, debe estar presente durante la jornada laboral legal y acompañar al Director de Obra en las visitas que realice a la obra. Además, debe estar a disposición del Director de Obra para realizar cualquier reconocimiento que se considere necesario y proporcionar los datos precisos para la comprobación de ediciones y liquidaciones.

Artículo 26. Trabajos no estipulados expresamente

La Contrata tiene la obligación de llevar a cabo, cuando sea necesario para garantizar la correcta construcción y apariencia de las obras, incluso si no se especifica explícitamente en los documentos del Proyecto. Sin embargo, esto solo se aplica si lo

dispone el Director de Obra dentro de los límites de posibilidades que los presupuestos permitan para cada unidad de obra y tipo de ejecución, sin desviarse del espíritu y la interpretación correcta del proyecto.

Artículo 27. Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones de proyecto

Todas las órdenes, instrucciones o aclaraciones para aclarar, interpretar o modificar los Pliegos de Condiciones o las indicaciones de los planos o croquis deben comunicarse por escrito al Constructor. A su vez, el Constructor debe devolver los originales o las copias firmadas como "enterado", que se incluirán en todas las órdenes, avisos o instrucciones que reciba del Director de Obra.

Si el Constructor desea presentar una reclamación en contra de las disposiciones tomadas por el Director de Obra, deberá dirigirla al autor de las mismas dentro de tres días, y si lo solicita, se le proporcionará un recibo correspondiente. Además, el Constructor puede solicitar al Director de Obra las instrucciones o aclaraciones necesarias para garantizar la correcta interpretación y ejecución del proyecto.

Artículo 28. Reclamaciones contra las órdenes de la dirección facultativa

El Contratista solo podrá presentar reclamaciones por cuestiones económicas, de acuerdo con las condiciones estipuladas en los Pliegos de Condiciones correspondientes, a través del Director de Obra ante la propiedad. No se aceptarán reclamaciones contra disposiciones técnicas del Ingeniero Técnico Director de la obra. El Contratista puede eximir su responsabilidad mediante una exposición razonada dirigida al Director de Obra, pero este último puede limitar su respuesta a un acuse de recibo, que será obligatorio para este tipo de reclamaciones.

Artículo 29. Recusación por el contratista del personal nombrado por el director de obra

El Constructor no tendrá el derecho de rechazar al Director de obra o a los responsables de la supervisión de las obras designados por ellos, ni solicitar que la propiedad designe a otros técnicos para realizar las inspecciones o mediciones.

Si el Constructor considera que ha sido perjudicado por el trabajo de estos técnicos, deberá actuar de acuerdo con lo establecido en el artículo anterior. Sin embargo, estas reclamaciones no podrán interrumpir ni perturbar el progreso de los trabajos.

Artículo 30. Faltas del personal

Si el Director de Obra considera que un contratista ha mostrado desobediencia a sus instrucciones o ha demostrado incompetencia o negligencia grave que afecta o perturba el progreso de los trabajos, tiene el derecho de exigir que el contratista retire a los empleados o trabajadores responsables de la perturbación.

El contratista también tiene la opción de subcontratar ciertas partes de la obra a otros contratistas e industriales, pero debe cumplir con lo establecido en los Pliegos de Condiciones particulares y sin comprometer sus responsabilidades como contratista general de la obra.

Epígrafe III. Prescripciones generales relativas a los trabajos, materiales y medios auxiliares.

Artículo 31. Libro de órdenes

El Contratista deberá tener el Libro de Órdenes en la casilla o la oficina de la obra, donde se registrarán las órdenes que el Ingeniero Director de Obra deba impartir durante el desarrollo de la obra. El cumplimiento de las órdenes que se expresan en este Libro es tan obligatorio para el Contratista como las que se estipulan en el Pliego de Condiciones.

Artículo 32. Comienzo de la obra y ritmo de ejecución de los trabajos

El inicio de la obra será llevado a cabo por el Constructor dentro del plazo estipulado en los términos y condiciones, llevando a cabo los trabajos necesarios para que se cumplan los plazos parciales y la ejecución total se realice dentro del tiempo acordado en el contrato. El Constructor deberá informar al Director de Obra por escrito, con al menos tres días de anticipación, sobre el inicio de los trabajos. Es obligatorio para el contratista cumplir con esta obligación de informar por escrito y en tiempo y forma.

Artículo 32. Condiciones generales de ejecución de los trabajos

Los trabajos deberán llevarse a cabo con rigurosa conformidad al Proyecto, a las enmiendas aprobadas del mismo y a las instrucciones y órdenes que el Director de Obra entregue por escrito al Constructor.

Artículo 33. Ampliación de proyecto por causas imprevistas o fuerza mayor

En caso de necesidad de ampliar el Proyecto debido a un imprevisto o accidente, los trabajos no se detendrán y se continuarán siguiendo una interpretación adecuada del Proyecto y las instrucciones del Director de Obra.

El Constructor deberá realizar con su personal y materiales todo lo que la Dirección de Obra disponga para trabajos urgentes como apeos, apuntalamientos, derribos o recalzos, adelantando este servicio cuyo coste será incluido en un presupuesto adicional o abonado directamente según se acuerde.

Artículo 34. Prórroga por causa mayor

Si el Constructor se ve impedido por causa de fuerza mayor o por circunstancias ajenas a su voluntad para iniciar, suspender o finalizar las obras en los plazos establecidos, se le concederá una extensión adecuada para cumplir con el contrato. La concesión de la prórroga estará sujeta a la aprobación previa del Director de obra y deberá incluir una justificación detallada de la causa del retraso y su impacto en los plazos acordados, así como una explicación razonada de la prórroga solicitada.

Artículo 35. Obras y vicios ocultos

En caso de que el Ingeniero Director tenga motivos razonables para sospechar la presencia de defectos de construcción ocultos en las obras realizadas, puede ordenar que se realicen demoliciones en cualquier momento y antes de la aceptación final, para examinar los trabajos que puedan ser defectuosos. Si se detectan defectos, los gastos de demolición y reconstrucción serán responsabilidad del Contratista, siempre y cuando los defectos realmente existan; de lo contrario, los gastos correrán a cargo del propietario.

Artículo 36. Trabajos defectuosos

El Constructor está obligado a utilizar materiales que cumplan con los requisitos establecidos en las "Condiciones Generales y Particulares de índole técnica" del Pliego de Condiciones y a llevar a cabo cada uno de los trabajos contratados según lo establecido en dicho documento. Hasta que se produzca la recepción definitiva del edificio, el Constructor es responsable de la ejecución de los trabajos contratados y de cualquier falta o defecto que pueda existir debido a una mala ejecución o a la baja calidad de los materiales y equipos utilizados. El control del Director de obra no exime al Constructor de su responsabilidad, ni tampoco el hecho de que los trabajos hayan sido valorados en las certificaciones parciales de obra, que siempre se entenderán extendidas y abonadas a buena cuenta.

En consecuencia, si el Director de obra detecta algún defecto o vicio en los trabajos ejecutados, o si los materiales o equipos utilizados no cumplen con los requisitos establecidos, ya sea durante la ejecución de los trabajos o después de su finalización, antes de la recepción definitiva de la obra, puede ordenar que las partes defectuosas sean demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo establecido en el contrato, y todo ello a cargo del Contratista.

Artículo 37. Materiales y aparatos no utilizables o defectuosos

El Constructor tiene la libertad de adquirir materiales y aparatos de todo tipo en los lugares que considere más convenientes, excepto en aquellos casos en que el Pliego Particular de Condiciones Técnicas exija una fuente específica. Todos los materiales deben ser de la mejor calidad y su colocación debe ser impecable, cumpliendo con las dimensiones establecidas en los documentos del Proyecto y la Dirección Facultativa. El transporte, manipulación y uso de los materiales debe realizarse de tal manera que no se alteren sus características o dimensiones, ni sufran daños. Antes de su uso o almacenamiento, el Constructor debe presentar al Director de obra una lista completa de todos los materiales y aparatos que piensa emplear, indicando marcas, calidades, procedencia y adecuación de cada uno de ellos.

Artículo 38. Limpieza de las obras

El Constructor tiene la responsabilidad de mantener limpias las obras y su entorno, eliminando los escombros y el material sobrante, así como retirar las instalaciones provisionales que no sean necesarias para mantener un buen aspecto de la obra

Epígrafe IV. De las recepciones de edificios y obras anejas

Artículo 39. Recepciones provisionales

El Director de obra informará a la Propiedad de la próxima finalización de la obra con 30 días de antelación para acordar la fecha de la recepción provisional, en la que participarán el Constructor, la Propiedad y el Director de obra, así como otros técnicos que hayan intervenido en la dirección de aspectos específicos. Después de una inspección exhaustiva de la obra, se elaborará un acta firmada por todos los participantes, y comenzará el período de garantía si la obra está en condiciones de ser aceptada. Posteriormente, los técnicos de la Dirección Facultativa emitirán un certificado de final de obra.

Si la obra no está en condiciones de ser aceptada, se especificará en el acta y se darán instrucciones al Constructor para que remedie los defectos detectados y se fijará un plazo para su corrección. Después de que se cumpla este plazo, se llevará a cabo otra inspección para proceder a la recepción provisional de la obra. Si el Constructor no cumple con los requisitos, el contrato puede declararse resuelto con la pérdida de la fianza.

La recepción provisional de la obra solo tendrá lugar después de que se haya superado con éxito la prueba hidráulica de todos los equipos de la planta de proceso. Además, el Constructor debe mantener limpias las obras y sus alrededores, tanto de escombros como de material sobrante, y eliminar las instalaciones provisionales que no sean necesarias para que la obra presente una buena apariencia.

Artículo 40. Plazo de garantía

El plazo de garantía de un año comenzará a contar a partir de la fecha de la recepción provisional, y durante este período, el Constructor será responsable de reparar cualquier desperfecto atribuible a defectos o vicios ocultos.

Artículo 41. Conservación de las obras recibidas provisionalmente

Durante el período de garantía entre la recepción provisional y la definitiva, el contratista será responsable de los plazos de conservación. Si el edificio se ocupara o utilizara antes de la recepción definitiva, el propietario se hará cargo de la limpieza, el mantenimiento y las reparaciones causadas por el uso normal, mientras que las reparaciones debidas a defectos en la construcción o fallas en las instalaciones serán responsabilidad del contratista.

Artículo 42. Recepción definitiva

La recepción definitiva será realizada de la misma manera que la provisional después de que el período de garantía haya expirado. Desde esa fecha, el constructor ya no estará obligado a reparar cualquier daño que pueda ocurrir como resultado del mantenimiento normal del edificio, pero seguirá siendo responsable por cualquier vicio en la construcción.

Artículo 43. Liquidación final

Después de la finalización de las obras, se realizará la liquidación acordada que abarcará tanto el coste de las unidades de obra completadas como las que implican cambios en el proyecto, siempre que hayan sido aprobadas previamente por la Dirección Técnica con sus respectivos precios. El Contratista no tendrá el derecho de presentar reclamaciones por trabajos adicionales que no hayan sido autorizados por escrito por la entidad propietaria y aprobados por el Ingeniero Director.

Capítulo 4: Pliego de condiciones de índole económica

Epígrafe I. Base fundamental

Artículo 44. Base fundamental

Cada persona involucrada en la construcción tiene derecho a recibir a tiempo los pagos correspondientes por su trabajo de acuerdo con los términos establecidos en el

contrato. La propiedad, el contratista y los técnicos, si los hay, pueden exigir mutuamente las garantías necesarias para garantizar el pago puntual de sus obligaciones.

Epígrafe II. Fianzas

Artículo 45. Fianza provisional

En el caso de que una obra sea adjudicada por medio de una subasta pública, el anuncio correspondiente establecerá el depósito provisional necesario para participar en la misma. De manera habitual, y salvo que el Pliego de Condiciones particulares establezca algo diferente, dicho depósito será de al menos el 3% del presupuesto total de la obra. Una vez que se haya otorgado la adjudicación de la obra a un contratista, este deberá depositar la fianza definitiva en el lugar y plazo señalados en el anuncio de la subasta o en el Pliego de Condiciones particulares del Proyecto. En caso de que no se haya establecido una condición expresa, dicho plazo no podrá superar los treinta días naturales desde la fecha en que se le notifique la adjudicación.

Si el contratista no cumple con este requisito, la adjudicación será anulada y perderá el depósito provisional realizado para participar en la subasta. Además, si el contratista se niega a llevar a cabo los trabajos necesarios para completar la obra según lo acordado, el Director de obra, en nombre del Propietario, ordenará que se realicen por parte de un tercero o podrá llevarlos a cabo directamente por administración, utilizando la fianza depositada para cubrir los gastos correspondientes. En cualquier caso, el Propietario tendrá derecho a emprender acciones legales si el importe de la fianza no es suficiente para cubrir los costos en las unidades de obra que no sean aceptadas.

Artículo 46. Devolución de la fianza

La fianza depositada será devuelta al Contratista dentro de un plazo máximo de 8 días después de que se haya firmado el acta de recepción definitiva de la obra. Sin embargo, para que el Contratista pueda recibir la fianza, deberá presentar un certificado emitido por el Alcalde del Distrito Municipal donde se ubique la obra contratada, en el cual se verifique que no existen reclamaciones pendientes en su contra por daños, deudas o indemnizaciones derivadas de accidentes laborales.

Epígrafe III. Precios

Artículo 47. Precios

El cálculo de los precios de las diferentes unidades de obra se obtiene sumando los costes directos, indirectos, gastos generales y beneficio industrial. Los costes directos incluyen la mano de obra, materiales, equipos y sistemas de seguridad, combustible y gastos de amortización y conservación. Los costes indirectos son los gastos de instalación de oficinas, personal técnico y administrativo, y los imprevistos. Los gastos generales incluyen los costos de la empresa, los gastos financieros y las cargas fiscales y tasas de la Administración. El beneficio industrial del contratista se establece en un 6% sobre la suma de los costos anteriores. El precio de ejecución material es la suma de los costos directos, indirectos y gastos generales. El precio de contratación es la suma de los costos directos, indirectos, gastos generales y beneficio industrial. En los contratos de obras de la Administración pública, el porcentaje de gastos generales se establece entre un 13 y un 17%.

Artículo 48. Precios contradictorios

Si el Contratista no presentó reclamaciones ni observaciones oportunas antes de la firma del contrato, no podrá exigir un aumento en los precios establecidos en el cuadro de presupuesto correspondiente para la ejecución de las obras debido a errores u omisiones. Además, no se aceptará ninguna reclamación basada en indicaciones que aparezcan en la Memoria, ya que este documento no es la base del contrato.

Si se detectan errores materiales o aritméticos en las unidades de obra o en su importe, se podrán corregir en cualquier momento, pero no se tomarán en cuenta para rescindir el contrato según las "Condiciones Generales o Particulares de Índole Facultativa", a menos que el Ingeniero Director o el Contratista los hayan notificado en un plazo de cuatro meses a partir de la fecha de adjudicación. Las equivocaciones materiales no alterarán la reducción proporcional en el precio del contrato, en relación con el presupuesto base, ya que esta reducción se establecerá siempre en función de la relación entre las cifras del presupuesto original y la cantidad ofertada.

Artículo 49. Reclamaciones de aumento de precios por causas diversas

Si el Contratista no realiza la reclamación oportuna antes de la firma del contrato, no podrá, bajo ninguna circunstancia, solicitar un aumento en los precios fijados en el cuadro correspondiente del presupuesto que se utiliza como base para la realización de las obras (en relación con las Condiciones Facultativas).

Artículo 50. Revisión de precios

Si las obras se contratan bajo riesgo y ventura, no se permitirá la revisión de precios hasta que el aumento no supere el 3% del presupuesto de Contrato en la suma de las unidades que aún quedan por realizarse según el calendario acordado. Si hay cambios en los precios que superen este porcentaje, se realizará una revisión siguiendo la fórmula establecida en el Pliego de Condiciones particulares y el Contratista recibirá la diferencia en más como resultado de la variación del IPC superior al 3%. Las unidades que queden fuera de los plazos establecidos en la oferta no estarán sujetas a revisión de precios.

Artículo 51. Elementos comprendidos en el presupuesto

En la elaboración del presupuesto de las diferentes unidades de obra, se han considerado los costos correspondientes a los medios auxiliares de construcción, tales como andamios, vallas, transporte y elevación de materiales, así como los pagos y multas relacionados con impuestos u otras obligaciones impuestas por el Estado, Provincia o Municipio sobre los materiales o las obras. Como resultado, no se reembolsará al Contratista ninguna cantidad adicional por dichos conceptos. El precio de cada unidad de obra también incluirá los materiales complementarios y las operaciones necesarias para garantizar que la obra esté completamente terminada y lista para su recepción.

Epígrafe IV. Valoración y abono de los trabajos

Artículo 52. Formas de abono de las obras

El pago por los trabajos se realizará de la siguiente manera, dependiendo de la modalidad de contratación elegida:

- Tipo fijo o tanto alzado total: se abonará la cantidad previamente acordada, menos cualquier descuento realizado por el contratista.
- Tipo fijo o tanto alzado por unidad de obra: se pagará el importe correspondiente a las unidades ejecutadas, basándose en la medición de las diferentes unidades de obra y el precio fijo establecido previamente.
- Tanto variable por unidad de obra: se abonará al contratista siguiendo las mismas condiciones que en el caso anterior, pero variando el precio según las condiciones y materiales autorizados en el Pliego General de Condiciones Económicas.
- Por listas de jornales y recibos de materiales autorizados.
- Por horas de trabajo, siguiendo las condiciones establecidas en el contrato.

Artículo 53. Relaciones valoradas y certificaciones

El contrato establece que en fechas previstas, el contratista y el Director de obra valorarán las obras ejecutadas según la medición realizada. El precio se determinará por unidad de obra, aplicando los precios señalados en el presupuesto y considerando mejoras o sustituciones de materiales. El contratista tendrá la oportunidad de revisar y aprobar la relación valorada. El Director de obra expedirá una certificación de las obras ejecutadas, deduciendo el porcentaje de la fianza establecida. El material acopiado podrá ser certificado hasta el 90% de su importe. Las certificaciones se enviarán al Propietario y estarán sujetas a rectificaciones, aprobación y recepción de las obras. Las relaciones valoradas solo incluirán la obra ejecutada en el plazo correspondiente.

Artículo 54. Equivocaciones en el presupuesto

Se asume que el Contratista ha revisado cuidadosamente los documentos del Proyecto, y, por lo tanto, si no ha presentado ninguna objeción en relación a posibles errores o inexactitudes en ellos, se considera que no hay ningún ajuste que hacer en cuanto a las medidas o precios establecidos. En consecuencia, si la obra se ejecuta con un mayor

número de unidades de las previstas, el Contratista no tendrá derecho a presentar reclamaciones. Sin embargo, si el número de unidades es menor, se deducirá del presupuesto correspondiente.

Artículo 55. Gastos derivados por cuenta de la constructora

Los gastos generados por los siguientes conceptos serán responsabilidad del Contratista: la obtención de muestras para determinar las características de los diferentes materiales a utilizar en la obra, los ensayos o certificados oficiales que acrediten la calidad de los materiales si no han sido realizados previamente, la toma de muestras para comprobar la calidad de la obra realizada, los gastos de funcionamiento y acondicionamiento de la oficina de obra, el mantenimiento de la obra, los gastos de construcción, montaje, conservación y retirada de instalaciones para el suministro de agua y energía eléctrica necesarios para las obras, así como de las edificaciones e instalaciones construidas con carácter temporal que no queden incorporadas.

Artículo 56. Pagos

Los pagos serán realizados por el Propietario en los plazos acordados previamente, y su monto será exactamente el de las certificaciones de obra aprobadas por el Director de obra, que servirán como comprobante para dichos pagos.

Artículo 57. Demora de los pagos

En caso de que el Propietario no realice el pago correspondiente a las obras ejecutadas dentro del plazo acordado, el Contratista tendrá derecho a recibir un interés de demora del 4,5% anual sobre el importe de la certificación correspondiente, durante el tiempo que se retrase el pago.

Si han pasado dos meses desde el plazo convenido y el pago aún no se ha efectuado, el Contratista tendrá derecho a resolver el contrato y proceder a la liquidación correspondiente de las obras ejecutadas y los materiales acopiados que cumplan con las condiciones acordadas y cuya cantidad no exceda de lo necesario para terminar la obra. Sin embargo, se rechazará cualquier solicitud de resolución del contrato basada en la demora en los pagos si el Contratista no puede demostrar que ha invertido la parte del

presupuesto correspondiente al plazo de ejecución estipulado en el contrato en obras o materiales admisibles en la fecha de la solicitud.

Artículo 58. Indemnización por retraso no justificado en el plazo de término de las obras

Se determinará una compensación por cada día de retraso en la finalización de los trabajos contratados, calculada como un porcentaje del monto total, especificado en el calendario de la obra. Estos montos serán deducidos y retenidos de la fianza correspondiente.

Artículo 59. Indemnización por daños por causa mayor

El Contratista solo tendrá derecho a indemnización por pérdidas, daños o perjuicios en caso de fuerza mayor. Los casos que se considerarán como fuerza mayor son: incendios causados por electricidad atmosférica, daños producidos por terremotos, vientos huracanados y crecidas de cauces superiores a lo previsto en la zona (siempre que se demuestre que el Contratista tomó medidas para evitar o reducir los daños), movimientos del terreno en el que se construyan las obras, y destrozos violentos causados en tiempos de guerra, movimientos sediciosos populares o robos tumultuosos.

La indemnización solo cubrirá las unidades de obra ya realizadas o materiales acopiados en el lugar de la obra, y no incluirá los medios auxiliares, maquinaria o instalaciones propiedad del Contratista.

Epígrafe V. Varios

Artículo 60. Mejora de obras

No se permitirán mejoras en la obra, excepto en el caso en que el Director de Ingeniería haya ordenado por escrito la ejecución de trabajos nuevos para mejorar la calidad de los trabajos contratados, así como de los materiales y dispositivos previstos en el contrato. Además, no se permitirán aumentos en las unidades contratadas, excepto en el caso de errores en las mediciones del proyecto, a menos que el Director de Ingeniería ordene también por escrito la ampliación de las unidades contratadas.

Artículo 61. Seguro de obra

El Contratista está obligado a contratar un seguro para la obra durante todo el tiempo de su ejecución hasta la recepción definitiva. La cantidad asegurada deberá ser igual al valor de los objetos asegurados en la contrata en todo momento. Si ocurre un siniestro, la cantidad pagada por la Compañía Aseguradora será ingresada a nombre del Propietario y se utilizará para pagar la obra a medida que se vaya realizando. El Contratista recibirá el reembolso de esta cantidad a través de certificaciones junto con el resto de los trabajos de construcción.

El Propietario no podrá disponer de esta cantidad para fines distintos a la reconstrucción de la parte siniestrada, a menos que el Contratista lo permita en un documento público. Si el Propietario incumple esta cláusula, el Contratista puede rescindir el contrato con la devolución de la fianza, abono de gastos y materiales acopiados, y una indemnización equivalente al importe de los daños causados al Contratista por el siniestro. Esta indemnización se calculará en proporción al importe de los daños causados por el siniestro, que serán tasados por el Director de obra.

En las obras de reforma o reparación, se deberá determinar la porción del edificio que debe ser asegurada y su cuantía. Si no se especifica nada, se asumirá que el seguro cubre toda la parte del edificio afectada por la obra. El Contratista deberá informar al Propietario de los riesgos asegurados y las condiciones de la póliza de seguro antes de contratarlos, para obtener su conformidad o sugerencias.

Artículo 62. Limpieza final

Una vez finalizadas las obras, todas las instalaciones, depósitos y edificios construidos temporalmente para el servicio de la obra deben ser demolidos o devueltos si se arrendaron. Todo esto debe hacerse de tal manera que no queden residuos ni materiales en las áreas afectadas y que queden en condiciones estéticas. Se considera que estos trabajos están incluidos en el contrato, por lo que no se pagarán directamente por su realización.

Capítulo 5: Pliego de condiciones de índole legal

Artículo 63. Jurisdicción

En caso de surgir cualquier tipo de controversia durante o después de la ejecución de los trabajos, las partes se comprometen a recurrir a un tribunal de arbitraje compuesto por un número igual de árbitros designados por ellas, presidido por el Ingeniero Director de la obra y, en última instancia, a los Tribunales de Justicia del lugar donde se encuentre la propiedad, renunciando expresamente al fuero domiciliario.

El Contratista es responsable de llevar a cabo las obras en las condiciones establecidas en el Contrato y en los documentos que conforman el Proyecto, excluyendo la Memoria. Además, se obliga a cumplir con la Ley de Contratos de Trabajo, así como con lo establecido en la Ley de Accidentes de Trabajo, Subsidio Familiar y Seguros Sociales.

El Contratista será responsable de la instalación del vallado, manteniendo la conservación de sus líneas y asegurando que los poseedores de las fincas contiguas no realicen actos que afecten a la propiedad durante las obras. Cualquier observación al respecto deberá ser notificada de inmediato al Ingeniero Director. Estos trabajos están incluidos en el contrato y no serán objeto de pago directo por su ejecución.

Artículo 64. Accidentes y daños a terceros

Si se produjeran accidentes durante la realización de los trabajos para llevar a cabo las obras, el Contratista será el único responsable de cumplir con lo establecido por la legislación vigente y no se permitirá que la Propiedad sea afectada por responsabilidades en ningún aspecto.

El Contratista deberá tomar todas las medidas de seguridad necesarias para prevenir posibles accidentes a los trabajadores en lugares peligrosos de la obra, cumpliendo así con las disposiciones legales correspondientes. Cualquier accidente o perjuicio que se produzca debido al incumplimiento de las regulaciones legales sobre seguridad será responsabilidad exclusiva del Contratista o sus representantes en la obra, ya que los precios acordados incluyen todos los gastos necesarios para cumplir adecuadamente con estas disposiciones.

El Contratista será responsable de todos los accidentes que ocurran tanto en la construcción donde se realicen las obras como en las áreas contiguas, y deberá pagar las

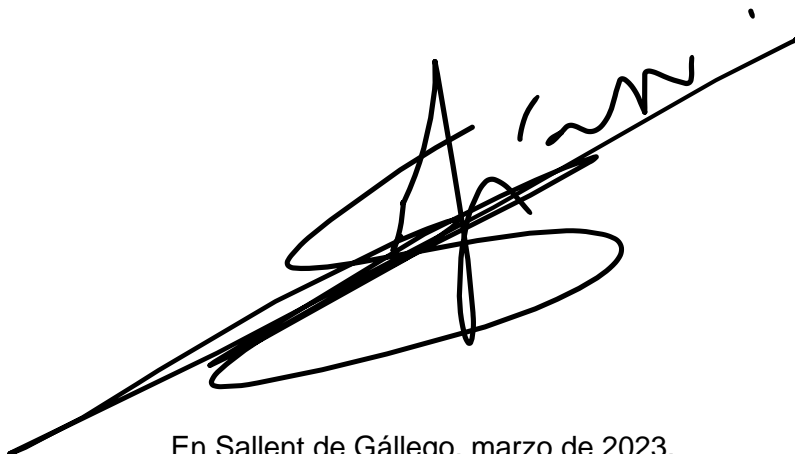
indemnizaciones correspondientes y cualquier daño o perjuicio que se produzca durante la ejecución de los trabajos.

Artículo 65. Pago de impuestos

La responsabilidad del pago de impuestos y tarifas municipales o de cualquier otro origen relacionados con vallas, alumbrado, etc., durante la ejecución de obras, se asignará a la empresa contratista, a menos que se especifique lo contrario en las condiciones específicas del proyecto. Sin embargo, el Ingeniero Director puede considerar justo reembolsar al contratista por cualquier concepto adicional.

Artículo 66. Causa de rescisión del contrato

En caso de rescisión, se seguirán las disposiciones vigentes establecidas en el Reglamento General de Contratación para Aplicación de la Ley de Contratos de Estado, el Pliego de Cláusulas Administrativas Generales y otras normativas aplicables: la muerte o incapacidad del contratista, la quiebra del mismo, así como las modificaciones sustanciales del proyecto a juicio del Director de obra que impliquen un aumento o disminución del presupuesto en un mínimo del $\pm 25\%$, la variación de unidades de obra en un $\pm 40\%$, la suspensión de la obra iniciada, el incumplimiento de las condiciones contractuales que causen daño o perjuicio a los intereses de la obra, o el abandono injustificado de la obra serán consideradas causas suficientes para la rescisión.



En Sallent de Gállego, marzo de 2023.

LA GRADUADA EN INGENIERÍA AGROALIMENTARIA Y DEL MEDIO RURAL

Fdo.: Sofía Nieves Calvo



Escuela Politécnica
Superior - Huesca
Universidad Zaragoza

DOCUMENTO 4: PRESUPUESTO

PROYECTO DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA FÁBRICA DE CERVEZA
ARTESANAL EN EL MUNICIPIO DE SALLEN DE GÁLLEGO (HUESCA).

SOFÍA NIEVES CALVO

TRABAJO FIN DE GRADO - 2023

Ingeniería Agroalimentaria y del Medio Rural – Mención Industrias Agrarias y Agroalimentarias

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
--------	-------------	-------------	--------	----------	---------

CAPÍTULO C.1 Movimiento de tierras

D02AA501	M2	DESB. Y LIMP. TERRENO A MÁQUINA			
		M2. Desbroce y limpieza de terreno por medios mecánicos, sin carga ni transporte y con p.p. de costes indirectos.			
A03BA001	0.010 Hr	CARGADORA S/NEUMÁTICOS C=1,30 M3	54.78	0.55	
%CI	3.000 %	Costes indirectos..(s/total)	0.60	0.02	
TOTAL PARTIDA.....					0.57

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CERO EUROS con CINCUENTA Y SIETE CÉNTIMOS

D02HF201	M3	EXCAV. MECÁN. ZANJAS T. DURO			
		M3. Excavación, con retroexcavadora, de terrenos de consistencia dura, con extracción de tierras a los bordes, i/p.p. de costes indirectos.			
U01AAA007	0.240 Hr	Peón suelto	14.96	3.59	
A03BC001	0.112 Hr	RETROEXCAVADORA S/NEUMÁT 117 CV	62.64	7.02	
%CI	3.000 %	Costes indirectos..(s/total)	10.60	0.32	
TOTAL PARTIDA.....					10.93

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIEZ EUROS con NOVENTA Y TRES CÉNTIMOS

D02VK301	M3	TRANSP. TIERRAS < 10 KM. CARG. MEC.			
		M3. Transporte de tierras procedentes de excavación a vertedero, con un recorrido total de hasta 10 Km., en camión volquete de 10 Tm., i/carga por medios mecánicos y p.p. de costes indirectos.			
A03BA001	0.014 Hr	CARGADORA S/NEUMÁTICOS C=1,30 M3	54.78	0.77	
A03CA002	0.086 Hr	CAMIÓN BASCULANTE 10 Tn.	69.57	5.98	
%CI	3.000 %	Costes indirectos..(s/total)	6.80	0.20	
TOTAL PARTIDA.....					6.95

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SEIS EUROS con NOVENTA Y CINCO CÉNTIMOS

D02VK505	M3	CANON DE VERTIDO 1,00 €/M3 TIERRA			
		M3. Canon de vertido de tierras al vertedero con un precio de 1,00 €/m3, i/tasas y p.p. de costes indirectos.			
U02BF001	1.000 M3	Canon de vertido tierra a verted.	1.05	1.05	
%CI	3.000 %	Costes indirectos..(s/total)	1.10	0.03	
TOTAL PARTIDA.....					1.08

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de UN EURO con OCHO CÉNTIMOS

D02EF201	M2	EXPLANACIÓN TERRENO A MÁQUINA			
		M2. Explanación y nivelación de terrenos por medios mecánicos, i/p.p. de costes indirectos.			
A03BD002	0.007 Hr	MOTONIVELADORA C/ESCARIF. 110 CV	61.27	0.43	
%CI	3.000 %	Costes indirectos..(s/total)	0.40	0.01	
TOTAL PARTIDA.....					0.44

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CERO EUROS con CUARENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

D02AE301	M2	ACODALAMIENTO EN ZANJAS			
		M2. Acodalamiento de zanjas mediante tablón corrido, correas y codales de madera, i/p.p. de costes indirectos.			
U01AAB001	0.180 Hr	Cuadrilla A	38.93	7.01	
U06AE003	0.002 M3	Madera pino para entibaciones	143.65	0.29	
U05B004	0.030 Kg	Puntas plana 20x100	2.10	0.06	
%CI	3.000 %	Costes indirectos..(s/total)	7.40	0.22	
TOTAL PARTIDA.....					7.58

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SIETE EUROS con CINCUENTA Y OCHO CÉNTIMOS

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
--------	-------------	-------------	--------	----------	---------

CAPÍTULO C.2 Cimentación

D04GC102	M3	HOR. HA-25/P/40/ Ila ZAP. V. M. CENT. M3. Hormigón en masa para armar HA-25/P/40/ Ila N/mm2, con tamaño máximo del árido de 40mm., elaborado en central en relleno de zapatas de cimentación, i/vertido por medios manuales, vibrado y colocación. Según CTE/DB-SE-C y EHE-08.			
U01AAA007	1.550 Hr	Peón suelto	14.96	23.19	
A02BA018	1.000 M3	HORM. HA-25/P/40/ Ila CENTRAL	80.59	80.59	
%CI	3.000 %	Costes indirectos..(s/total)	103.80	3.11	
TOTAL PARTIDA.....					106.89

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO SEIS EUROS con OCHENTA Y NUEVE CÉNTIMOS

D04AK108	Ud	PLACA CIME. 65x65x2 cm. C/PERNOS Ud. Placa de anclaje de acero A-42b en perfil plano en cimentación de dimensiones 40x40x3 cm., con cuatro pernos de redondo liso de 16 mm. de diámetro con longitud cada uno de ellos de 60 cm., roscados, i/taladro central, angular de sujeción y perno de acero, totalmente colocada.			
TOTAL PARTIDA.....					108.54

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO OCHO EUROS con CINCUENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

D04AP405	M2	MALLAZO 20x20 cm. D=10 mm. M2. Mallazo electrosoldado con acero corrugado de D=10 mm. en cuadrícula 20x20 cm., i/cortado, doblado, armado y colocado, y p.p. de mermas y despuntes.			
U01BAC001	0.100 Hr	Oficial 1ª ferralla	18.92	1.89	
U01BAC002	0.100 Hr	Ayudante ferralla	17.34	1.73	
U05AA001	0.015 Kg	Alambre atar 1,3 mm.	1.19	0.02	
U05DA001	6.200 Kg	Acero corrugado B 400-S	0.68	4.22	
%CI	3.000 %	Costes indirectos..(s/total)	7.90	0.24	
TOTAL PARTIDA.....					8.10

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de OCHO EUROS con DIEZ CÉNTIMOS

D04GA102	M3	HORM. HA-25/P/40/ Ila Cl. V. M. CENT. Solera M3. Hormigón en masa para armar HA-25/P/40/ Ila N/mm2, con tamaño máximo del árido de 40mm., elaborado en central en relleno de zapatas, zanjas de cimentación y vigas riostra, i/vertido por medios manuales, vibrado y colocación. Según CTE/DB-SE-C y EHE-08.			
U01AAA007	1.600 Hr	Peón suelto	14.96	23.94	
A02BA018	1.000 M3	HORM. HA-25/P/40/ Ila CENTRAL	80.59	80.59	
%CI	3.000 %	Costes indirectos..(s/total)	104.50	3.14	
TOTAL PARTIDA.....					107.67

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO SIETE EUROS con SESENTA Y SIETE CÉNTIMOS

D04TF001	Ud	ENSAYO PLACA CARGA TERRENO Ud. Ensayo de carga de un terreno mediante placa, desplazamiento del personal y equipo a obra, i/estudio del ensayo y emisión del informe, según CTE/DB-SE-C.			
U03JD009	1.000 Ud	E.carga terr.c/placa <9 Kp/cm2.	571.64	571.64	
U03JD011	0.200 Ud	Transporte equipo placa carga	233.69	46.74	
%CI	3.000 %	Costes indirectos..(s/total)	618.40	18.55	
TOTAL PARTIDA.....					636.93

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SEISCIENTOS TREINTA Y SEIS EUROS con NOVENTA Y TRES CÉNTIMOS

D04AA201	Kg	ACERO CORRUGADO B 500-S Kg. Acero corrugado B 500-S incluso cortado, doblado, armado y colocado en obra, i/p.p. de mermas y despuntes.			
U01BAC001	0.008 Hr	Oficial 1ª ferralla	18.92	0.15	
U01BAC002	0.008 Hr	Ayudante ferralla	17.34	0.14	
U05AA001	0.005 Kg	Alambre atar 1,3 mm.	1.19	0.01	
U05DC001	1.030 Kg	Acero corrugado B 500-S	0.79	0.81	
%CI	3.000 %	Costes indirectos..(s/total)	1.10	0.03	
TOTAL PARTIDA.....					1.14

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de UN EUROS con CATORCE CÉNTIMOS

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
--------	-------------	-------------	--------	----------	---------

CAPÍTULO C.3 Estructuras

D05AB110	Kg	Correas C-350-80-4 Kg. Recubrimiento de Galvanización en caliente según norma internacional UNE-EN ISO 1461, obtenido por inmersión de los perfiles tubulares en un baño de zinc fundido a 450º aproximadamente. Está constituido por varias capas de aleaciones zinc-hierro de elevada adherencia y dureza, recubiertas a su vez por una capa externa de zinc puro, que proporcionan una protección integral de gran eficacia y elevada duración a toda la superficie de la pieza (incluidas las superficies internas y partes huecas), debido al efecto de protección catódica que proporciona el zinc y las aleaciones zinc-hierro al acero. El espesor mínimo del recubrimiento será de 70 micras, para espesores de 3 a 6 mm., según la norma UNE-EN ISO 1461.			
U05LB002	1.000 Kg	Galv. perfiles tub. de 3 a 6 mm. espesor	0.50	0.50	
%CI	3.000 %	Costes indirectos..(s/total)	0.50	0.02	
TOTAL PARTIDA.....					0.52

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CERO EUROS con CINCUENTA Y DOS CÉNTIMOS

D05AA025	Kg	ACERO PERF. TUBULARES 180X100X5 Kg. Acero en perfiles tubulares cuadrados o rectangulares tipo S 275 soldados formando cerchas o vigas en celosía i/p.p. de despuntes y dos manos de minio de plomo totalmente montado, según CTE/ DB-SE-A. Los trabajos serán realizados por soldador cualificado según norma UNE-EN 287-1:1992.			
U01BDE001	0.080 Hr	Montaje estructura metal.	18.71	1.50	
U05J008	1.050 Kg	Acero en tubular S275J0	1.49	1.56	
U32EA001	0.010 Lt	Minio electrolítico	10.19	0.10	
%CI	3.000 %	Costes indirectos..(s/total)	3.20	0.10	
TOTAL PARTIDA.....					3.26

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRES EUROS con VEINTISEIS CÉNTIMOS

D05AA022	Kg	ACERO PERF. TUBULARES 180x100x6 Kg. Acero en perfiles tubulares cuadrados o rectangulares tipo S 275 soldados en cualquier elemento estructural (vigas, pilares y correas, unidas entre sí mediante soldadura) i/p.p. de despuntes y dos manos de minio de plomo totalmente montado, según CTE/ DB-SE-A. Los trabajos serán realizados por soldador cualificado según norma UNE-EN 287-1:1992.			
TOTAL PARTIDA.....					3.26

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRES EUROS con VEINTISEIS CÉNTIMOS

D05AA023	Kg	ACERO PERF. TUBULARES 120x80x4			
			Sin descomposición		
TOTAL PARTIDA.....					3.26

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRES EUROS con VEINTISEIS CÉNTIMOS

D05AA024	Kg	PILARES HEB-220			
			Sin descomposición		
TOTAL PARTIDA.....					3.26

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRES EUROS con VEINTISEIS CÉNTIMOS

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
CAPÍTULO C.4 Equipos					
EQ1	Ud	Molino de Malta Automático MOD 220			
			Sin descomposición		
		TOTAL PARTIDA.....			2,558.50
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS MIL QUINIENTOS CINCUENTA Y OCHO EUROS con CINCUENTA CÉNTIMOS					
EQ2	Ud	SLOWBEER 500-1000 LT "500 PLUS"			
			Sin descomposición		
		TOTAL PARTIDA.....			46,000.00
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUARENTA Y SEIS MIL EUROS					
EQ3	Ud	Fermentador termoaislado			
			Sin descomposición		
		TOTAL PARTIDA.....			12,450.00
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOCE MIL CUATROCIENTOS CINCUENTA EUROS					
EQ4	Ud	Filtro de vela DAF1			
			Sin descomposición		
		TOTAL PARTIDA.....			13,317.00
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRECE MIL TRESCIENTOS DIECISIETE EUROS					
EQ5	Ud	Embotelladora isobárica			
			Sin descomposición		
		TOTAL PARTIDA.....			17,998.75
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIECISIETE MIL NOVECIENTOS NOVENTA Y OCHO EUROS con SETENTA Y CINCO CÉNTIMOS					
EQ6	Ud	Etiquetadora semiautomática			
			Sin descomposición		
		TOTAL PARTIDA.....			3,059.79
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRES MIL CINCUENTA Y NUEVE EUROS con SETENTA Y NUEVE CÉNTIMOS					
EQ7	Ud	Tanque ACS			
			Sin descomposición		
		TOTAL PARTIDA.....			7,260.00
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SIETE MIL DOSCIENTOS SESENTA EUROS					
EQ8	Ud	Intercambiador placas SELA14LN - 50 placas			
			Sin descomposición		
		TOTAL PARTIDA.....			804.00
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de OCHOCIENTOS CUATRO EUROS					
EQ9	Ud	Intercambiador placas SELB60LN - 120 placas			
			Sin descomposición		
		TOTAL PARTIDA.....			1,507.00
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de MIL QUINIENTOS SIETE EUROS					
EQ10	m	Conexiones IC 1"			
			Sin descomposición		
		TOTAL PARTIDA.....			2.20
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS EUROS con VEINTE CÉNTIMOS					
EQ11	Ud	Equipo de Refrigeración MWE-SY-43423			
			Sin descomposición		
		TOTAL PARTIDA.....			20,738.00
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTE MIL SETECIENTOS TREINTA Y OCHO EUROS					
EQ12	Ud	Caldera de condensación a gas			
			Sin descomposición		
		TOTAL PARTIDA.....			15,194.00
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de QUINCE MIL CIENTO NOVENTA Y CUATRO EUROS					

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
--------	-------------	-------------	--------	----------	---------

CAPÍTULO C.5 Fontanería y Sanitarios

E20WJF010	m.	Bajante de pvc serie c. 90 mm. Bajante de PVC serie C, de 90 mm. de diámetro, con sistema de unión por enchufe con junta labiada, colocada con abrazaderas metálicas, instalada, incluso con p.p. de piezas especiales de PVC, funcionando.			
O01OB170	0.150 h.	Oficial 1º fontanero calefactor	13.36	2.00	
P17VC100	1.000 m.	Tubo pvc ev ac.resid.j.lab.90 mm.	2.73	2.73	
P17VP050	0.300 ud	Codo pvc ev acuación 90 mm.j.lab.	2.04	0.61	
P17JP060	1.000 ud	Abrazadera bajante pvc d=90mm.	0.69	0.69	
TOTAL PARTIDA.....					6.03

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SEIS EUROS con TRES CÉNTIMOS

E21MA020	ud	Conj.accesorios porc. p/empotr. Suministro y colocación de conjunto de accesorios de baño, en porcelana blanca, colocados empotrados como el alicatado, compuesto por: 1 toallero, 1 jabonera-esponjera, 1 portarrollos, 1 percha y 1 repisa; montados y limpios.			
O01OA030	1.500 h.	Oficial primera	13.00	19.50	
P18CE060	1.000 ud	Conjunto accesorios porc. p/emp.	87.90	87.90	
TOTAL PARTIDA.....					107.40

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO SIETE EUROS con CUARENTA CÉNTIMOS

E21ALA050	ud	Lav.70x56 c/ped. s.media col. Lavabo de porcelana vitrificada en color de 70x56 cm. colocado con pedestal y con anclajes a la pared, con grifería monomando, con rompechorros y enlaces de alimentación flexibles, incluso válvula de desagüe de 32 mm., llaves de escuadra de 1/2" cromadas, y latiguillos flexibles de 20 cm. y de 1/2", instalado y funcionando.			
O01OB170	1.100 h.	Oficial 1º fontanero calefactor	13.36	14.70	
P18LP070	1.000 ud	Lav.70x56cm.c/ped.col. dama	121.67	121.67	
P18GL080	1.000 ud	Grif.monomando lav abo cromo s.m.	50.45	50.45	
P17SV100	1.000 ud	Válvula p/lav abo-bidé de 32 mm.	1.65	1.65	
P17XT030	2.000 ud	Llave de escuadra de 1/2" a 1/2"	2.83	5.66	
P18GW040	2.000 ud	Latiguillo flex .20cm. 1/2"a 1/2"	2.43	4.86	
TOTAL PARTIDA.....					198.99

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO NOVENTA Y OCHO EUROS con NOVENTA Y NUEVE CÉNTIMOS

E20AL020	ud	Acometida 20 mm.polietil.3/4" Acometida a la red general municipal de agua potable hasta una longitud máxima de 8 m., realizada con tubo de polietileno de 20 mm. de diámetro, de alta densidad y para 10 atmósferas de presión máxima con collarín de toma de polipropileno de 40-3/4" reforzado con fibra de vidrio, p.p. de piezas especiales de polietileno y tapón roscado, terminada y funcionando, y sin incluir la rotura del pavimento.			
O01OB170	1.600 h.	Oficial 1º fontanero calefactor	13.36	21.38	
O01OB180	0.800 h.	Oficial 2º fontanero calefactor	12.52	10.02	
P17PB020	8.500 m.	Tubo polietileno bd (pe32) 6atm.20mm.	0.34	2.89	
P17PP010	1.000 ud	Codo polietileno de 20 mm.	1.00	1.00	
P17PP260	1.000 ud	Collarín toma ppfv 40-3/4"	1.33	1.33	
TOTAL PARTIDA.....					36.62

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TREINTA Y SEIS EUROS con SESENTA Y DOS CÉNTIMOS

E20CIC020	ud	Contador 3/4" centralizado 20 mm Contador de agua de 3/4", colocado en centralización, y conexionado a la batería general y a su ascendente individual, incluso instalación de dos llaves de corte de esfera, de 20 mm., grifo de purga, válvula de retención y demás material auxiliar, montado y funcionando, incluso timbrado del contador por el Ministerio de Industria, y sin incluir la batería general, ni la ascendente individual.			
O01OB170	1.000 h.	Oficial 1º fontanero calefactor	13.36	13.36	
P17B020	1.000 ud	Contador agua m. de 3/4" (20mm.)	48.50	48.50	
P17XE110	2.000 ud	Válvula esfera pvc roscada 3/4"	8.53	17.06	
P17XA090	1.000 ud	Grifo de purga d=15mm.	6.09	6.09	
P17XR020	1.000 ud	Válv .retención latón roscar 3/4"	5.73	5.73	
P17WT020	1.000 ud	Timbrado contad. m. industria	15.03	15.03	
TOTAL PARTIDA.....					105.77

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO CINCO EUROS con SETENTA Y SIETE CÉNTIMOS

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
E21ANB010	ud	Inod.t.bajo compl. s.normal col. Inodoro de porcelana vitrificada en color, de tanque bajo serie normal, colocado mediante tacos y tornillos al soldado, incluso sellado con silicona y compuesto por: taza, tanque bajo con tapa y mecanismos y asiento con tapa lacados, con bisagras de acero, instalado, incluso con llave de escuadra de 1/2" cromada y latiguillo flexible de 20 cm. y de 1/2", funcionando.			
O01OB170	1.300 h.	Oficial 1º fontanero calefactor	13.36	17.37	
P18IB010	1.000 ud	Inod.t.bajo c/tapa-mec.c.victoria	151.21	151.21	
P17XT030	1.000 ud	Llave de escuadra de 1/2" a 1/2"	2.83	2.83	
P18GW040	1.000 ud	Latiguillo flex .20cm. 1/2"a 1/2"	2.43	2.43	
TOTAL PARTIDA.....					173.84
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO SETENTA Y TRES EUROS con OCHENTA Y CUATRO CÉNTIMOS					
E20VRF020	ud	Llave de esfera de 1/2" 15 mm. Suministro y colocación de llave de corte por esfera, de 1/2" (15 mm.) de diámetro, de latón niquelado o de PVC, colocada mediante unión roscada, soldada o pegada, totalmente equipada, instalada y funcionando.			
O01OB170	0.200 h.	Oficial 1º fontanero calefactor	13.36	2.67	
P17XE020	1.000 ud	Válvula esfera latón niquel. 1/2"	6.54	6.54	
TOTAL PARTIDA.....					9.21
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de NUEVE EUROS con VEINTIUN CÉNTIMOS					
E22CF010	ud	Caldera fundic. 18.000 kcal/h Caldera fundición de 18.000 kcal/h para calefacción de gasóleo, instalada, i/quemador, equipo de control formado por termómetro, termostatos de regulación y seguridad con rearme manual, red de tuberías de cobre aisladas, hasta cuarto de calderas.			
O01OA090	8.000 h.	Cuadrilla a	30.44	243.52	
P20CF010	1.000 ud	Caldera fundic. 18.000 kcal/h.	774.43	774.43	
P20TC040	8.000 m.	Tuber.cobre d=20/22 mm.i/acc.	2.84	22.72	
P20WT090	1.000 ud	Termómetro, manómetro y purgador	17.13	17.13	
P20WH030	3.000 m.	Chimenea vent d=250 mm.	137.27	411.81	
P07CV010	8.000 m.	Coqui.lana vid.d=21;1/2" e=30	1.89	15.12	
P20WH120	1.000 ud	Adaptador caldera d=250 mm	21.04	21.04	
TOTAL PARTIDA.....					1,505.77
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de MIL QUINIENTOS CINCO EUROS con SETENTA Y SIETE CÉNTIMOS					
E21FA090	ud	Freg.rec.80x50 2 senos g.mmdo. Fregadero de acero inoxidable, de 80x50 cm., de 2 senos, para colocar sobre bancada o mueble soporte (sin incluir), con grifería mezcladora monomando mod. Monotech plus de RS, con caño giratorio y aireador, incluso válvulas de desagüe de 40 mm., llaves de escuadra de 1/2" cromadas, y latiguillos flexibles de 20 cm. y de 1/2", instalado y funcionando.			
O01OB170	1.200 h.	Oficial 1º fontanero calefactor	13.36	16.03	
P18FA220	1.000 ud	Fregadero 80x50cm. 2 senos	75.28	75.28	
P18GF270	1.000 ud	G. mmdo.ver.fre.cro.mod. monotech plus	54.27	54.27	
P17SV060	2.000 ud	Válvula para fregadero de 40 mm.	1.39	2.78	
P17XT030	2.000 ud	Llave de escuadra de 1/2" a 1/2"	2.83	5.66	
P18GW040	2.000 ud	Latiguillo flex .20cm. 1/2"a 1/2"	2.43	4.86	
TOTAL PARTIDA.....					158.88
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO CINCUENTA Y OCHO EUROS con OCHENTA Y OCHO CÉNTIMOS					

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
E03M010	ud	Acometida red gral.saneamiento Acometida domiciliar de saneamiento a la red general municipal, hasta una distancia máxima de 8 m., formada por: rotura del pavimento con compresor, excavación manual de zanjas de saneamiento en terrenos de consistencia dura, colocación de tubería de hormigón en masa de enchufe de campana, con junta de goma de 30 cm. de diámetro interior, tapado posterior de la acometida y reposición del pavimento con hormigón en masa HM-20/P/40/I, sin incluir formación del pozo en el punto de acometida y con p.p. de medios auxiliares.			
O01OA040	0.750 h.	Oficial segunda	12.20	9.15	
O01OA060	1.500 h.	Peón especializado	11.36	17.04	
M06CM010	1.000 h.	Compre.port.diesel m.p. 2 m3/min	3.37	3.37	
M06MI110	1.000 h.	Martillo manual picador neumático 9 kg	0.90	0.90	
E02ES020	7.200 m3	Exc.zanja saneam. t.duro a mano	39.45	284.04	
P02THE150	8.000 m.	Tub.hm j.ench.-camp. 60kn/m2 d=300	9.16	73.28	
P01HM020	0.720 m3	Hormigón hm-20/p/40/i central	60.55	43.60	
TOTAL PARTIDA.....					431.38

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATROCIENTOS TREINTA Y UN EUROS con TREINTA Y OCHO CÉNTIMOS

E03ALR040	ud	Arqueta ladri.registro 51x51x65 cm. Arqueta de registro de 51x51x65 cm. de medidas interiores, construida con fábrica de ladrillo perforado tosco de 1/2 pie de espesor, recibido con mortero de cemento (M-40), colocado sobre solera de hormigón en masa HM-20/P/40/I ligeramente armada con mallazo, enfoscada y bruñida por el interior con mortero de cemento (M-100), y con tapa de hormigón armado prefabricada, terminada y con p.p. de medios auxiliares, sin incluir la excavación, ni el relleno perimetral posterior.			
O01OA030	1.700 h.	Oficial primera	13.00	22.10	
O01OA060	0.850 h.	Peón especializado	11.36	9.66	
P01HM020	0.058 m3	Hormigón hm-20/p/40/i central	60.55	3.51	
P01LT020	70.000 ud	Ladrillo perfora. tosco 25x12x7	0.10	7.00	
P01MC040	0.035 m3	Mortero 1/6 de central (m-40)	47.18	1.65	
P01MC010	0.025 m3	Mortero preparado en central (m-100)	50.18	1.25	
P03AM070	0.570 m2	Malla 15x30x5 -1,564 kg/m2	0.77	0.44	
P02EAT030	1.000 ud	Tapa cuadrada ha e=6cm 60x60cm	12.29	12.29	
TOTAL PARTIDA.....					57.90

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCUENTA Y SIETE EUROS con NOVENTA CÉNTIMOS

E03OEP120	m.	Tubo pvc comp. j.elás.sn4 c.teja 125mm Colector de saneamiento enterrado de PVC de pared compacta de color teja y rigidez 4 kN/m2; con un diámetro 125 mm. y de unión por junta elástica. Colocado en zanja, sobre una cama de arena de río de 10 cm. debidamente compactada y nivelada, relleno lateralmente y superiormente hasta 10 cm. por encima de la generatriz con la misma arena; compactando ésta hasta los riñones. Con p.p. de medios auxiliares y sin incluir la excavación ni el tapado posterior de las zanjas.			
O01OA030	0.300 h.	Oficial primera	13.00	3.90	
O01OA060	0.300 h.	Peón especializado	11.36	3.41	
P01AA020	0.232 m3	Arena de río 0/5 mm.	12.17	2.82	
P02CVW250	0.003 Kg	Lubricante tubos pvc j.elástica	6.95	0.02	
P02TVO015	1.000 m.	Tub.pvc compac. j.elást.c.teja sn4 d=125	4.47	4.47	
TOTAL PARTIDA.....					14.62

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CATORCE EUROS con SESENTA Y DOS CÉNTIMOS

E21ADC030	ud	P.ducha chapa 70x70x13,5 col. 1,6 mm. Plato de ducha de acero esmaltado, de 70x70x13,5 cm. de 1,6 mm., color, con grifería mezcladora exterior monomando, con ducha teléfono, flexible de 150 cm. y soporte articulado, incluso válvula de desagüe sifónica, con salida horizontal de 40 mm., instalada y funcionando.			
O01OB170	0.800 h.	Oficial 1º fontanero calefactor	13.36	10.69	
P18DC040	1.000 ud	P. ducha chapa 70x70x13,5 col. 1,6 mm	33.48	33.48	
P18GD050	1.000 ud	Monomando ext. ducha telef. cromo s.n.	35.85	35.85	
P18DC200	1.000 ud	Desagüe cromado p/ducha	13.52	13.52	
TOTAL PARTIDA.....					93.54

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de NOVENTA Y TRES EUROS con CINCUENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
CAPÍTULO C.6 Mobiliario y otros					
U14E1050	m	SETO C. SEMPERVIRENS 0,8-1 m. Seto de Cupressus sempervirens (Ciprés piramidal) de 0,8 a 1 m. de altura, con una densidad de 3 plantas/m., suministradas en contenedor y plantación en zanja 0,4x0,4 m., incluso apertura de la misma con los medios indicados, abonado, formación de rigola y primer riego.			
				Sin descomposición	
		TOTAL PARTIDA.....			15.03
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de QUINCE EUROS con TRES CÉNTIMOS					
OF11	Ud	MESA DE OFICINA EN L Ofiprix			
				Sin descomposición	
		TOTAL PARTIDA.....			372.68
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRESCIENTOS SETENTA Y DOS EUROS con SESENTA Y OCHO CÉNTIMOS					
OF12	Ud	MESA MULTIPUESTO TRIPLE LINK Ofiprix			
				Sin descomposición	
		TOTAL PARTIDA.....			1,078.11
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de MIL SETENTA Y OCHO EUROS con ONCE CÉNTIMOS					
OF13	Ud	Silla Oficima FLINTAN IKEA			
				Sin descomposición	
		TOTAL PARTIDA.....			79.99
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SETENTA Y NUEVE EUROS con NOVENTA Y NUEVE CÉNTIMOS					
COM1	Ud	Mesa Redonda Comedor Cave Home			
				Sin descomposición	
		TOTAL PARTIDA.....			299.00
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOSCIENTOS NOVENTA Y NUEVE EUROS					
OF14	Ud	Mesa Auxiliar SKLUM			
				Sin descomposición	
		TOTAL PARTIDA.....			64.95
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SESENTA Y CUATRO EUROS con NOVENTA Y CINCO CÉNTIMOS					
COM2	Ud	Silla Restauración SKLUM			
				Sin descomposición	
		TOTAL PARTIDA.....			49.95
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUARENTA Y NUEVE EUROS con NOVENTA Y CINCO CÉNTIMOS					
COM3	Ud	Silla Barra SKLUM			
				Sin descomposición	
		TOTAL PARTIDA.....			74.95
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SETENTA Y CUATRO EUROS con NOVENTA Y CINCO CÉNTIMOS					
OF15	Ud	Sofá Descanso MONTIEL			
				Sin descomposición	
		TOTAL PARTIDA.....			404.00
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATROCIENTOS CUATRO EUROS					
OF16	Ud	ORDENADOR SOBREMESA			
				Sin descomposición	
		TOTAL PARTIDA.....			399.01
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRESCIENTOS NOVENTA Y NUEVE EUROS con UN CÉNTIMOS					
OF17	Ud	Armarios			
				Sin descomposición	
		TOTAL PARTIDA.....			157.89
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO CINCUENTA Y SIETE EUROS con OCHENTA Y NUEVE CÉNTIMOS					
VEST1	Ud	Taquillas metálicas			
				Sin descomposición	
		TOTAL PARTIDA.....			208.51
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOSCIENTOS OCHO EUROS con CINCUENTA Y UN CÉNTIMOS					

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
RES1	Ud	Contenedor PE			
			Sin descomposición		
		TOTAL PARTIDA.....			467.85
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATROCIENTOS SESENTA Y SIETE EUROS con OCHENTA Y CINCO CÉNTIMOS					
PRO1	Ud	Mesas planta producción			
			Sin descomposición		
		TOTAL PARTIDA.....			1,350.00
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de MIL TRESCIENTOS CINCUENTA EUROS					

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
CAPÍTULO C.7 Inst. contra incendios					
E26FEA030	ud	EXTINTOR POLVO ABC 6 kg.PR.INC Extintor de polvo químico ABC polivalente antibrasa, de eficacia 21A/133B, de 6 kg. de agente extintor, con soporte, manómetro comprobable y manguera con difusor, según Norma UNE, certificado AENOR. Medida la unidad instalada.			
				Sin descomposición	
			TOTAL PARTIDA.....		30.56
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TREINTA EUROS con CINCUENTA Y SEIS CÉNTIMOS					
E26FCA100	ud	DETECTOR MONÓXIDO DE CARBONO Detector de monóxido de carbono analógico direccionable con zócalo intercambiable, sensor TGS provisto de filtro de carbono y fuente de alimentación estabilizada. Diseñado según normas UNE 23300-84 y Homologados por el Ministerio de Industria y Energía. Medida la unidad instalada.			
				Sin descomposición	
			TOTAL PARTIDA.....		77.30
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SETENTA Y SIETE EUROS con TREINTA CÉNTIMOS					
E26FAM100	ud	PULS. ALARMA DE FUEGO Pulsador de alarma de fuego, color rojo, con microrruptor, led de alarma, sistema de comprobación con llave de rearme y lámina de plástico calibrada para que se enclave y no rompa. Ubicado en caja de 95x95x35 mm. Medida la unidad instalada.			
				Sin descomposición	
			TOTAL PARTIDA.....		28.08
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTIOCHO EUROS con OCHO CÉNTIMOS					
E15CPF010	ud	PUER.CORTAFUEGOS RF-60 0,80x2,10 Puerta metálica cortafuegos de una hoja pivotante de 0,80x2,10 m., homologada RF-60, construida con dos chapas de acero electrocincado de 0,80 mm. de espesor y cámara intermedia de material aislante ignífugo, sobre cerco abierto de chapa de acero galvanizado de 1,20 mm. de espesor, con siete patillas para fijación a obra, cerradura embutida y cremón de cierre automático, elaborada en taller, ajuste y fijación en obra, incluso acabado en pintura epoxi polimerizada al horno (sin incluir recibido de albañilería).			
				Sin descomposición	
			TOTAL PARTIDA.....		157.67
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO CINCUENTA Y SIETE EUROS con SESENTA Y SIETE CÉNTIMOS					

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
--------	-------------	-------------	--------	----------	---------

CAPÍTULO C.8 Inst. eléctrica

LUM1	Ud	PHILIPS WT470C L 1300 1XLED42S/840 VWB			
			Sin descomposición		
			TOTAL PARTIDA.....		153.83

Asciede el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO CINCUENTA Y TRES EUROS con OCHENTA Y TRES CÉNTIMOS

LUM2	Ud	Interruptor magnetotérmico Acti 9 iC60N			
			Sin descomposición		
			TOTAL PARTIDA.....		19.09

Asciede el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIECINUEVE EUROS con NUEVE CÉNTIMOS

E17BCM010	ud	Módulo un contador monofásico			
		Módulo para un contador monofásico, montaje en el exterior, de vivienda unifamiliar, homologado por la compañía suministradora, instalado, incluyendo cableado y elementos de protección. (Contador de la compañía).			
O010B200	0.300 h.	Oficial 1ª electricista	13.22	3.97	
O010B220	0.300 h.	Ayudante electricista	11.66	3.50	
P15DB010	1.000 ud	Módul.conta.monof(unifa)	74.53	74.53	
P01DW090	1.000 ud	Pequeño material	0.63	0.63	
			TOTAL PARTIDA.....		82.63

Asciede el precio total de la partida a la mencionada cantidad de OCHENTA Y DOS EUROS con SESENTA Y TRES CÉNTIMOS

E17BAP010	ud	Caja general protección 160a.			
		Caja general protección 80 A. incluido bases cortacircuitos y fusibles calibrados de 80 A. para protección de la línea repartidora, situada en fachada o interior nicho mural.			
O010B200	0.500 h.	Oficial 1ª electricista	13.22	6.61	
O010B220	0.500 h.	Ayudante electricista	11.66	5.83	
P15CA010	1.000 ud	Caja protec. 80a(iii+n)+fusib	51.63	51.63	
P01DW090	1.000 ud	Pequeño material	0.63	0.63	
			TOTAL PARTIDA.....		64.70

Asciede el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SESENTA Y CUATRO EUROS con SETENTA CÉNTIMOS

E17BDE010	m.	Red toma de tierra estructura			
		Red de toma de tierra de estructura, realizada con cable de cobre desnudo de 35 mm2, uniéndolo mediante soldadura aluminotérmica a la armadura de cada zapata, incluyendo parte proporcional de pica, registro de comprobación y puente de prueba.			
O010B200	0.100 h.	Oficial 1ª electricista	13.22	1.32	
O010B220	0.100 h.	Ayudante electricista	11.66	1.17	
P15EB010	1.000 m.	Conduc cobre desnudo 35 mm2	1.50	1.50	
P01DW090	1.000 ud	Pequeño material	0.63	0.63	
			TOTAL PARTIDA.....		4.62

Asciede el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATRO EUROS con SESENTA Y DOS CÉNTIMOS

E17CC010	m.	Cable 1x1.5 Cu			
		Circuito alumbrado realizado con tubo PVC corrugado M 20/gp5, conductores de cobre rígido de 1,5 mm2, aislamiento VV 750 V., en sistema monofásico (fase y neutro), incluido p./p. de cajas de registro y regletas de conexión.			
O010B200	0.150 h.	Oficial 1ª electricista	13.22	1.98	
O010B210	0.150 h.	Oficial 2ª electricista	12.33	1.85	
P15GB010	1.000 m.	Tubo pvc corrugado m 20/gp5	0.13	0.13	
P15GA010	2.000 m.	Cond. ríg. 750 v 1,5 mm2 cu	0.15	0.30	
P01DW090	1.000 ud	Pequeño material	0.63	0.63	
			TOTAL PARTIDA.....		4.89

Asciede el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATRO EUROS con OCHENTA Y NUEVE CÉNTIMOS

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
E17CC020	m.	Cable 1x10 Cu Circuito usos varios realizado con tubo PVC corrugado M 25/gp5, conductores de cobre rígido de 2,5 mm2, aislamiento VV 750 V., en sistema monofásico (fase neutro y tierra), incluido p./p. de cajas de registro y regletas de conexión.			
O01OB200	0.150 h.	Oficial 1ª electricista	13.22	1.98	
O01OB210	0.150 h.	Oficial 2ª electricista	12.33	1.85	
P15GB020	1.000 m.	Tubo pvc corrugado m 25/gp5	0.23	0.23	
P15GA020	3.000 m.	Cond. rigi. 750 v 2,5 mm2 cu	0.19	0.57	
P01DW090	1.000 ud	Pequeño material	0.63	0.63	

TOTAL PARTIDA..... 5.26

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCO EUROS con VEINTISEIS CÉNTIMOS

E17CC030	m.	Cable 1x6 Cu Circuito lavadora realizado con tubo PVC corrugado M 25/gp5, conductores de cobre rígido de 4 mm2, aislamiento VV 750 V., en sistema monofásico (fase neutro y tierra), incluido p./p. de cajas de registro y regletas de conexión.			
O01OB200	0.200 h.	Oficial 1ª electricista	13.22	2.64	
O01OB210	0.200 h.	Oficial 2ª electricista	12.33	2.47	
P15GB020	1.000 m.	Tubo pvc corrugado m 25/gp5	0.23	0.23	
P15GA030	3.000 m.	Cond. rigi. 750 v 4 mm2 cu	0.37	1.11	
P01DW090	1.000 ud	Pequeño material	0.63	0.63	

TOTAL PARTIDA..... 7.08

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SIETE EUROS con OCHO CÉNTIMOS

E17CC040	m.	Cable 1x2.5 Cu Circuito cocina realizado con tubo PVC corrugado M 25/gp5, conductores de cobre rígido de 6 mm2, aislamiento VV 750 V., en sistema monofásico (fase neutro y tierra), incluido p./p. de cajas de registro y regletas de conexión.			
O01OB200	0.250 h.	Oficial 1ª electricista	13.22	3.31	
O01OB210	0.250 h.	Oficial 2ª electricista	12.33	3.08	
P15GB020	1.000 m.	Tubo pvc corrugado m 25/gp5	0.23	0.23	
P15GA040	3.000 m.	Cond. rigi. 750 v 6 mm2 cu	0.61	1.83	
P01DW090	1.000 ud	Pequeño material	0.63	0.63	

TOTAL PARTIDA..... 9.08

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de NUEVE EUROS con OCHO CÉNTIMOS

E18IAF020	ud	Regleta de superficie 1x36 w.af Regleta de superficie de 1x36 W. con protección IP20 clase I, cuerpo de chapa de acero de 0,7 mm., pintado con pintura epoxi poliéster y secado al horno, sistema de anclaje formado por chapa galvanizada sujeta con tornillos incorporados, equipo eléctrico formado por reactancia, condensador, portalámparas, cebador, lampara fluorescente nueva generación y bornes de conexión. Instalado, incluyendo replanteo, accesorios de anclaje y conexionado.			
O01OB200	0.300 h.	Oficial 1ª electricista	13.22	3.97	
O01OB220	0.300 h.	Ayudante electricista	11.66	3.50	
P16BA040	1.000 ud	Regleta de superficie 1x36 w .af	8.41	8.41	
P16EC090	1.000 ud	Tubo fluorescente 36 w ./830-840-827	2.46	2.46	
P01DW090	1.000 ud	Pequeño material	0.63	0.63	

TOTAL PARTIDA..... 18.97

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIECIOCHO EUROS con NOVENTA Y SIETE CÉNTIMOS

E17MSC010	ud	P.LUZ SENCILLO SIMÓN 75 Punto de luz sencillo realizado con tubo PVC corrugado de M 20/gp5 y conductor rígido de 1,5 mm2 de Cu., y aislamiento VV 750 V., incluyendo caja de registro, caja de mecanismo universal con tornillos, interruptor unipolar Simón serie 75, instalado.			
------------------	-----------	---	--	--	--

Sin descomposición

TOTAL PARTIDA..... 22.12

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTIDOS EUROS con DOCE CÉNTIMOS

E17MSB090	ud	B.ENCH.SCHUKO SIMÓN 31 Base de enchufe con toma de tierra lateral realizada con tubo PVC corrugado de M 20/gp5 y conductor rígido de 2,5 mm2 de Cu., y aislamiento VV 750 V., en sistema monofásico con toma de tierra (fase, neutro y tierra), incluyendo caja de registro, caja de mecanismo univ ersal con tornillos, base de enchufe sistema schuko 10-16 A. (II+t) Simón serie 31, instalada.			
------------------	-----------	--	--	--	--

Sin descomposición

TOTAL PARTIDA..... 24.36

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTICUATRO EUROS con TREINTA Y SEIS CÉNTIMOS

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
E17CC050	m.	Cable 1x16 Cu			
			Sin descomposición		
		TOTAL PARTIDA.....			11.08
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de ONCE EUROS con OCHO CÉNTIMOS					
E17CC060	m	Cable 1x35 Cu			
			Sin descomposición		
		TOTAL PARTIDA.....			14.15
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CATORCE EUROS con QUINCE CÉNTIMOS					

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
--------	-------------	-------------	--------	----------	---------

CAPÍTULO C.9 Carpintería

E13EPL020	ud	P.p. lisa hueca, sapelly p/barn. Puerta de paso ciega normalizada, serie económica, lisa hueca (CLH) de sapelly para barnizar, con cerco directo de sapelly macizo 70x50 mm., tapajuntas lisos de DM rechapados de sapelly 70x10 mm. en ambas caras, y herrajes de colgar y de cierre latonados, montada, incluso p.p. de medios auxiliares.			
O01OB150	0.900 h.	Oficial 1ª carpintero	13.69	12.32	
O01OB160	0.450 h.	Ayudante carpintero	12.36	5.56	
P11PD040	5.200 m.	Cerco dir. sapelly m. 70x50 mm.	4.51	23.45	
P11TL040	10.200 m.	Tapajunt. dm lr sapelly 70x11	0.78	7.96	
P11CH020	1.000 ud	P.paso clh sapelly p/barnizar	44.11	44.11	
P11RB040	3.000 ud	Pernio latón 80/95 mm. codillo	0.36	1.08	
P11WP080	18.000 ud	Tornillo ensamble zinc/pavón	0.02	0.36	
P11RP010	1.000 ud	Pomo latón normal con resbalón	6.01	6.01	

TOTAL PARTIDA..... 100.85

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO EUROS con OCHENTA Y CINCO CÉNTIMOS

E14ALV040	ud	Vent.al.lb. practicables 1 hoja Carpintería de aluminio lacado blanco, en ventanas practicables de 1 hoja, menores o iguales a 1 m2. de superficie total, compuesta por cerco, hoja y herrajes de colgar y de seguridad, instalada sobre precerco de aluminio, sellado de juntas y limpieza, incluso con p.p. de medios auxiliares. s/NTE-FCL-2.			
O01OB130	0.220 h.	Oficial 1ª cerrajero	13.03	2.87	
O01OB140	0.110 h.	Ayudante cerrajero	12.23	1.35	
P12PW010	4.000 m.	Premarco aluminio	2.46	9.84	
P12LV150	1.000 m2	Ventanas practicables <1m2	140.60	140.60	

TOTAL PARTIDA..... 154.66

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO CINCUENTA Y CUATRO EUROS con SESENTA Y SEIS CÉNTIMOS

E27EEL030	m2	Pintu. temple liso color Pintura al temple liso color en paramentos verticales y horizontales, dos manos, incluso aparejado, plastecido y lijado dos manos.			
O01OB230	0.055 h.	Oficial 1ª pintura	12.98	0.71	
O01OB240	0.055 h.	Ayudante pintura	12.00	0.66	
P25CT040	0.500 kg	Pasta temple blanco mas color	0.16	0.08	
P25CT020	0.050 kg	Plaste	1.23	0.06	
P25WW220	0.500 ud	Pequeño material	0.78	0.39	

TOTAL PARTIDA..... 1.90

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de UN EUROS con NOVENTA CÉNTIMOS

E15CPL010	ud	Puerta chapa lisa 70x200 Puerta de chapa lisa de 1 hoja de 70x200 cm. realizada en chapa de acero galvanizado de 1 mm. de espesor, perfiles de acero conformado en frío, herrajes de colgar y seguridad, cerradura con manilla de nylon, cerco de perfil de acero conformado en frío con garras para recibir a obra, elaborada en taller, ajuste y fijación en obra. (sin incluir recibido de albañilería).			
O01OB130	0.200 h.	Oficial 1ª cerrajero	13.03	2.61	
O01OB140	0.200 h.	Ayudante cerrajero	12.23	2.45	
P13CP010	1.000 ud	Pu.paso 70x200 chapa lisa normal	69.40	69.40	

TOTAL PARTIDA..... 74.46

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SETENTA Y CUATRO EUROS con CUARENTA Y SEIS CÉNTIMOS

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
--------	-------------	-------------	--------	----------	---------

CAPÍTULO C.10 Pavimentos

E11MBA060	m2	Solado mármol gris macael Solado de mármol gris macael de 2 cm., recibido con mortero de cemento CEM II/A-P 32,5 R y arena de miga 1/6, cama de arena de 2 cm. de espesor, i/rejuntado con lechada de cemento blanco BL-V 22,5 y limpieza, s/NTE-RSR-1, medida la superficie ejecutada.			
O01OB070	0.380 h.	Oficial cantero	13.03	4.95	
O01OB080	0.380 h.	Ayudante cantero	12.36	4.70	
O01OA070	0.250 h.	Peón ordinario	11.27	2.82	
P08AB030	1.000 m2	Mármol gris macael 2 cm.	38.46	38.46	
A01MA140	0.030 m3	Mortero cemento 1/6 c/ a.miga	50.90	1.53	
P01AA020	0.020 m3	Arena de río 0/5 mm.	12.17	0.24	
A01AL090	0.001 m3	Lechada cem. blanco bl-v 22,5	81.50	0.08	
P01CC120	0.001 t.	Cemento blanco bl-v 22,5 sacos	116.78	0.12	
P08PA010	1.000 m2	Pulido y abrill. in situ mármol	6.31	6.31	

TOTAL PARTIDA..... 59.21

Asciede el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CINCUENTA Y NUEVE EUROS con VEINTIUN CÉNTIMOS

E11ECR020	m.	Rodapié cerámico 33x8 cm. Rodapié cerámico de 33x8 cm., recibido con mortero de cemento CEM II/A-P 32,5 R y arena de río 1/6 (M-40), i/rejuntado con lechada de cemento CEM II/A-P 32,5 R 1/2 y limpieza s/NTE-RSR, medido en su longitud.			
O01OB090	0.090 h.	Oficial soldador, alicatador	13.03	1.17	
O01OA070	0.090 h.	Peón ordinario	11.27	1.01	
P08ER020	1.050 m.	Rodapié cerámico 33x8 cm.	1.50	1.58	
A01MA080	0.001 m3	Mortero cemento 1/6 m-40	52.64	0.05	
A01AL020	0.001 m3	Lechada cemento 1/2 cem ii/a-p 32,5r	55.74	0.06	

TOTAL PARTIDA..... 3.87

Asciede el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRES EUROS con OCHENTA Y SIETE CÉNTIMOS

E11EXB030	m2	Pavimento hormigón Solado de baldosa de barro cocido de 40x40 cm. manual, recibida con mortero de cemento CEM II/A-P 32,5 R y arena de río 1/6 (M-40), i/cama de 2 cm. de arena de río, p.p. de rodapié del mismo material de 28x8 cm., rejuntado con lechada de cemento CEM II/A-P 32,5 R 1/2 y limpieza, s/NTE-RSR-2, medida la superficie realmente ejecutada.			
------------------	-----------	---	--	--	--

TOTAL PARTIDA..... 30.50

Asciede el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TREINTA EUROS con CINCUENTA CÉNTIMOS

E12PEM010	m.	Encimera mármol nacional e=2 Encimera de mármol nacional de 2 cm. de espesor, con faldón y zócalo, i/anclajes, colocada, medida la superficie ejecutada (mínima=1 m2).			
O01OB070	0.970 h.	Oficial cantero	13.03	12.64	
O01OB080	0.970 h.	Ayudante cantero	12.36	11.99	
P09EM010	1.000 m2	Encimera mármol nacional e=2cm.	102.17	102.17	
P09ED030	1.000 ud	Material aux. anclaje encimera	9.02	9.02	

TOTAL PARTIDA..... 135.82

Asciede el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO TREINTA Y CINCO EUROS con OCHENTA Y DOS CÉNTIMOS

E08TAE010	m2	Falso techo escayola lisa Falso techo de placas de escayola lisa de 100x60 cm., recibida con esparto y pasta de escayola, i/repaso de juntas, limpieza, montaje y desmontaje de andamios, s/NTE-RTC-16, medido deduciendo huecos.			
O01OB110	0.320 h.	Oficial y esero o escayolista	13.03	4.17	
O01OB120	0.320 h.	Ayudante yesero o escayolista	12.36	3.96	
O01OA070	0.050 h.	Peón ordinario	11.27	0.56	
P04TE010	1.100 m2	Placa escayola lisa 100x60 cm	1.74	1.91	
P04TS010	0.220 kg	Esparto en rollos	0.58	0.13	
A01AA020	0.005 m3	Pasta de escayola	68.26	0.34	

TOTAL PARTIDA..... 11.07

Asciede el precio total de la partida a la mencionada cantidad de ONCE EUROS con SIETE CÉNTIMOS

E10AKV011	m2	Sub-base solera			
------------------	-----------	------------------------	--	--	--

Sin descomposición

TOTAL PARTIDA..... 8.57

Asciede el precio total de la partida a la mencionada cantidad de OCHO EUROS con CINCUENTA Y SIETE CÉNTIMOS

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
E10AKV012	m2	Pavimento Epoxy			
			Sin descomposición		
		TOTAL PARTIDA.....			35.00
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TREINTA Y CINCO EUROS					
D06AA001	m2	Cubierta Panel Sandwich Aislante 100 mm			
			Sin descomposición		
		TOTAL PARTIDA.....			29.13
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTINUEVE EUROS con TRECE CÉNTIMOS					

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
CAPÍTULO C.11 Urbanización					
E15VPM010	ud	Puerta 0,80x4,00 40/14 std			
		Puerta de 1 hoja de 0,80x2,00 m. para cerramiento exterior, con bastidor de tubo de acero laminado en frío de 40x40 mm. y malla S/T galvanizada en caliente 40/14 STD, i/ herrajes de colgar y seguridad, elaborada en taller, ajuste y montaje en obra. (sin incluir recibido de albañilería).			
0010B130	1.000 h.	Oficial 1ª cerrajero	13.03	13.03	
0010B140	1.000 h.	Ayudante cerrajero	12.23	12.23	
P13VP210	1.000 ud	Puerta met.abat.galv. 80x200 std	124.28	124.28	
		TOTAL PARTIDA.....			149.54

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO CUARENTA Y NUEVE EUROS con CINCUENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
CAPÍTULO C.12 Terreno					
PAR	m2	Adquisición parcela			
			Sin descomposición		
			TOTAL PARTIDA.....		70.00

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SETENTA EUROS

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO C.1 Movimiento de tierras									
D02AA501	M2 DESB. Y LIMP. TERRENO A MÁQUINA M2. Desbroce y limpieza de terreno por medios mecánicos, sin carga ni transporte y con p.p. de costes indirectos.						1,000.00	0.57	570.00
D02HF201	M3 EXCAV. MECÁN. ZANJAS T. DURO M3. Excavación, con retroexcavadora, de terrenos de consistencia dura, con extracción de tierras a los bordes, i/p.p. de costes indirectos.						50.00	10.93	546.50
D02VK301	M3 TRANSP. TIERRAS < 10 KM. CARG. MEC. M3. Transporte de tierras procedentes de excavación a vertedero, con un recorrido total de hasta 10 Km., en camión volquete de 10 Tm., i/carga por medios mecánicos y p.p. de costes indirectos.						50.00	6.95	347.50
D02VK505	M3 CANON DE VERTIDO 1,00 €/M3 TIERRA M3. Canon de vertido de tierras al vertedero con un precio de 1,00 €/m3, i/tasas y p.p. de costes indirectos.						50.00	1.08	54.00
D02EF201	M2 EXPLANACIÓN TERRENO A MÁQUINA M2. Explanación y nivelación de terrenos por medios mecánicos, i/p.p. de costes indirectos.						1,000.00	0.44	440.00
D02AE301	M2 ACODALAMIENTO EN ZANJAS M2. Acodalamiento de zanjas mediante tablón corrido, correas y codales de madera, i/p.p. de costes indirectos.						35.84	7.58	271.67
TOTAL CAPÍTULO C.1 Movimiento de tierras.....									2,229.67

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO C.2 Cimentación									
D04GC102	M3 HOR. HA-25/P/40/ Ila ZAP. V. M. CENT. M3. Hormigón en masa para armar HA-25/P/40/ Ila N/mm2, con tamaño máximo del árido de 40mm., elaborado en central en relleno de zapatas de cimentación, i/vertido por medios manuales, vibrado y colocación. Según CTE/DB-SE-C y EHE-08.						28.67	106.89	3,064.54
D04AK108	Ud PLACA CIME. 65x65x2 cm. C/PERNOS Ud. Placa de anclaje de acero A-42b en perfil plano en cimentación de dimensiones 40x40x3 cm., con cuatro pernos de redondo liso de 16 mm. de diámetro con longitud cada uno de ellos de 60 cm., roscados, i/taladro central, angular de sujeción y perno de acero, totalmente colocada.						14.00	108.54	1,519.56
D04AP405	M2 MALLAZO 20x20 cm. D=10 mm. M2. Mallazo electrosoldado con acero corrugado de D=10 mm. en cuadrícula 20x20 cm., i/cortado, doblado, armado y colocado, y p.p. de mermas y despuntes.						798.00	8.10	6,463.80
D04GA102	M3 HORM. HA-25/P/40/ Ila CI. V. M. CENT. Solera M3. Hormigón en masa para armar HA-25/P/40/ Ila N/mm2, con tamaño máximo del árido de 40mm., elaborado en central en relleno de zapatas, zanjas de cimentación y vigas riostra, i/vertido por medios manuales, vibrado y colocación. Según CTE/DB-SE-C y EHE-08.						159.60	107.67	17,184.13
D04TF001	Ud ENSAYO PLACA CARGA TERRENO Ud. Ensayo de carga de un terreno mediante placa, desplazamiento del personal y equipo a obra, i/estudio del ensayo y emisión del informe, según CTE/DB-SE-C.						2.00	636.93	1,273.86
D04AA201	Kg ACERO CORRUGADO B 500-S Kg. Acero corrugado B 500-S incluso cortado, doblado, armado y colocado en obra, i/p.p. de mermas y despuntes.						300.00	1.14	342.00
TOTAL CAPÍTULO C.2 Cimentación.....									29,847.89

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO C.3 Estructuras									
D05AB110	Kg Correas C-350-80-4 Kg. Recubrimiento de Galvanización en caliente según norma internacional UNE-EN ISO 1461, obtenido por inmersión de los perfiles tubulares en un baño de zinc fundido a 450º aproximadamente. Está constituido por varias capas de aleaciones zinc-hierro de elevada adherencia y dureza, recubiertas a su vez por una capa externa de zinc puro, que proporcionan una protección integral de gran eficacia y elevada duración a toda la superficie de la pieza (incluidas las superficies internas y partes huecas), debido al efecto de protección catódica que proporciona el zinc y las aleaciones zinc-hierro al acero. El espesor mínimo del recubrimiento será de 70 micras, para espesores de 3 a 6 mm., según la norma UNE-EN ISO 1461.						2,683.94	0.52	1,395.65
D05AA025	Kg ACERO PERF. TUBULARES 180X100X5 Kg. Acero en perfiles tubulares cuadrados o rectangulares tipo S 275 soldados formando cerchas o vigas en celosía i/p.p. de despuntes y dos manos de minio de plomo totalmente montado, según CTE/ DB-SE-A. Los trabajos serán realizados por soldador cualificado según norma UNE-EN 287-1:1992.						2,753.10	3.26	8,975.11
D05AA022	Kg ACERO PERF. TUBULARES 180x100x6 Kg. Acero en perfiles tubulares cuadrados o rectangulares tipo S 275 soldados en cualquier elemento estructural (vigas, pilares y correas, unidas entre sí mediante soldadura) i/p.p. de despuntes y dos manos de minio de plomo totalmente montado, según CTE/ DB-SE-A. Los trabajos serán realizados por soldador cualificado según norma UNE-EN 287-1:1992.						3,697.54	3.26	12,053.98
D05AA023	Kg ACERO PERF. TUBULARES 120x80x4						3,090.48	3.26	10,074.96
D05AA024	Kg PILARES HEB-220						5,505.50	3.26	17,947.93
TOTAL CAPÍTULO C.3 Estructuras.....									50,447.63

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO C.4 Equipos									
EQ1	Ud Molino de Malta Automático MOD 220						1.00	2,558.50	2,558.50
EQ2	Ud SLOWBEER 500-1000 LT "500 PLUS"						1.00	46,000.00	46,000.00
EQ3	Ud Fermentador termoaislado						3.00	12,450.00	37,350.00
EQ4	Ud Filtro de vela DAF1						1.00	13,317.00	13,317.00
EQ5	Ud Embotelladora isobárica						1.00	17,998.75	17,998.75
EQ6	Ud Etiquetadora semiautomática						1.00	3,059.79	3,059.79
EQ7	Ud Tanque ACS						2.00	7,260.00	14,520.00
EQ8	Ud Intercambiador placas SELA14LN - 50 placas						1.00	804.00	804.00
EQ9	Ud Intercambiador placas SELB60LN - 120 placas						1.00	1,507.00	1,507.00
EQ10	m Conexiones IC 1"						30.00	2.20	66.00
EQ11	Ud Equipo de Refrigeración MWE-SY-43423						1.00	20,738.00	20,738.00
EQ12	Ud Caldera de condensación a gas						1.00	15,194.00	15,194.00
TOTAL CAPÍTULO C.4 Equipos.....									173,113.04

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO C.5 Fontanería y Sanitarios									
E20WJF010	m. Bajante de pvc serie c. 90 mm. Bajante de PVC serie C, de 90 mm. de diámetro, con sistema de unión por enchufe con junta labiada, colocada con abrazaderas metálicas, instalada, incluso con p.p. de piezas especiales de PVC, funcionando.						63.00	6.03	379.89
E21MA020	ud Conj.accesorios porc. p/empotr. Suministro y colocación de conjunto de accesorios de baño, en porcelana blanca, colocados empotrados como el alicatado, compuesto por: 1 toallero, 1 jabonera-esponjera, 1 portarrollos, 1 percha y 1 repisa; montados y limpios. Fontanería	1				1.00	1.00	107.40	107.40
E21ALA050	ud Lav.70x56 c/ped. s.media col. Lavabo de porcelana vitrificada en color de 70x56 cm. colocado con pedestal y con anclajes a la pared, con grifería monomando, con rompechorros y enlaces de alimentación flexibles, incluso válvula de desague de 32 mm., llaves de escuadra de 1/2" cromadas, y latiguillos flexibles de 20 cm. y de 1/2", instalado y funcionando.						7.00	198.99	1,392.93
E20AL020	ud Acometida 20 mm.polietil.3/4" Acometida a la red general municipal de agua potable hasta una longitud máxima de 8 m., realizada con tubo de polietileno de 20 mm. de diámetro, de alta densidad y para 10 atmósferas de presión máxima con collarín de toma de polipropileno de 40-3/4" reforzado con fibra de vidrio, p.p. de piezas especiales de polietileno y tapón roscado, terminada y funcionando, y sin incluir la rotura del pavimento. Fontanería	1				1.00	1.00	36.62	36.62
E20CIC020	ud Contador 3/4" centralizado 20 mm Contador de agua de 3/4", colocado en centralización, y conexionado a la batería general y a su ascendente individual, incluso instalación de dos llaves de corte de esfera, de 20 mm., grifo de purga, válvula de retención y demás material auxiliar, montado y funcionando, incluso timbrado del contador por el Ministerio de Industria, y sin incluir la batería general, ni la ascendente individual. Fontanería	1				1.00	1.00	105.77	105.77
E21ANB010	ud Inod.t.bajo compl. s.normal col. Inodoro de porcelana vitrificada en color, de tanque bajo serie normal, colocado mediante tacos y tornillos al solado, incluso sellado con silicona y compuesto por: taza, tanque bajo con tapa y mecanismos y asiento con tapa lacados, con bisagras de acero, instalado, incluso con llave de escuadra de 1/2" cromada y latiguillo flexible de 20 cm. y de 1/2", funcionando.						7.00	173.84	1,216.88
E20VRF020	ud Llave de esfera de 1/2" 15 mm. Suministro y colocación de llave de corte por esfera, de 1/2" (15 mm.) de diámetro, de latón niquelado o de PVC, colocada mediante unión roscada, soldada o pegada, totalmente equipada, instalada y funcionando.						30.00	9.21	276.30
E22CF010	ud Caldera fundic. 18.000 kcal/h Caldera fundición de 18.000 kcal/h para calefacción de gasóleo, instalada, i/quemador, equipo de control formado por termómetro, termostatos de regulación y seguridad con rearme manual, red de tuberías de cobre aisladas, hasta cuarto de calderas. Fontanería	1				1.00	1.00	1,505.77	1,505.77
E21FA090	ud Freg.rec.80x50 2 senos g.mmdo. Fregadero de acero inoxidable, de 80x50 cm., de 2 senos, para colocar sobre bancada o mueble soporte (sin incluir), con grifería mezcladora monomando mod. Monotech plus de RS, con caño giratorio y aireador, incluso válvulas de desague de 40 mm., llaves de escuadra de 1/2" cromadas, y latiguillos flexibles de 20 cm. y de 1/2", instalado y funcionando.								

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	Fontanería	1				1.00			
							1.00	158.88	158.88
E03M010	ud Acometida red gral.saneamiento Acometida domiciliar de saneamiento a la red general municipal, hasta una distancia máxima de 8 m., formada por: rotura del pavimento con compresor, excavación manual de zanjas de saneamiento en terrenos de consistencia dura, colocación de tubería de hormigón en masa de enchufe de campana, con junta de goma de 30 cm. de diámetro interior, tapado posterior de la acometida y reposición del pavimento con hormigón en masa HM-20/P/40/I, sin incluir formación del pozo en el punto de acometida y con p.p. de medios auxiliares.	1				1.00			
	Saneamientos	1					1.00	431.38	431.38
E03ALR040	ud Arqueta ladri.registro 51x51x65 cm. Arqueta de registro de 51x51x65 cm. de medidas interiores, construida con fábrica de ladrillo perforado toscó de 1/2 pie de espesor, recibido con mortero de cemento (M-40), colocado sobre solera de hormigón en masa HM-20/P/40/I ligeramente armada con mallazo, enfoscada y bruñida por el interior con mortero de cemento (M-100), y con tapa de hormigón armado prefabricada, terminada y con p.p. de medios auxiliares, sin incluir la excavación, ni el relleno perimetral posterior.						7.00	57.90	405.30
E03OEP120	m. Tubo pvc comp. j.elás.sn4 c.teja 125mm Colector de saneamiento enterrado de PVC de pared compacta de color teja y rigidez 4 kN/m ² ; con un diámetro 125 mm. y de unión por junta elástica. Colocado en zanja, sobre una cama de arena de río de 10 cm. debidamente compactada y nivelada, relleno lateralmente y superiormente hasta 10 cm. por encima de la generatriz con la misma arena; compactando ésta hasta los riñones. Con p.p. de medios auxiliares y sin incluir la excavación ni el tapado posterior de las zanjas.						84.00	14.62	1,228.08
E21ADC030	ud P.ducha chapa 70x70x13,5 col. 1,6 mm. Plato de ducha de acero esmaltado, de 70x70x13,5 cm. de 1,6 mm., color, con grifería mezcladora exterior monomando, con ducha teléfono, flexible de 150 cm. y soporte articulado, incluso válvula de desagüe sifónica, con salida horizontal de 40 mm., instalada y funcionando.						2.00	93.54	187.08
	TOTAL CAPÍTULO C.5 Fontanería y Sanitarios								7,432.28

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO C.6 Mobiliario y otros									
U14E1050	m SETO C. SEMPERVIRENS 0,8-1 m. Seto de Cupressus sempervirens (Ciprés piramidal) de 0,8 a 1 m. de altura, con una densidad de 3 plantas/m., suministradas en contenedor y plantación en zanja 0,4x0,4 m., incluso apertura de la misma con los medios indicados, abonado, formación de rigola y primer riego.						3.00	15.03	45.09
OF11	Ud MESA DE OFICINA EN L Ofiprix						3.00	372.68	1,118.04
OF12	Ud MESA MULTIPUESTO TRIPLE LINK Ofiprix						1.00	1,078.11	1,078.11
OF13	Ud Silla Oficima FLINTAN IKEA						16.00	79.99	1,279.84
COM1	Ud Mesa Redonda Comedor Cave Home						7.00	299.00	2,093.00
OF14	Ud Mesa Auxiliar SKLUM						3.00	64.95	194.85
COM2	Ud Silla Restauración SKLUM						42.00	49.95	2,097.90
COM3	Ud Silla Barra SKLUM						6.00	74.95	449.70
OF15	Ud Sofá Descanso MONTIEL						2.00	404.00	808.00
OF16	Ud ORDENADOR SOBREMESA						3.00	399.01	1,197.03
OF17	Ud Armarios						4.00	157.89	631.56
VEST1	Ud Taquillas metálicas						4.00	208.51	834.04
RES1	Ud Contenedor PE						2.00	467.85	935.70
PRO1	Ud Mesas planta producción						6.00	1,350.00	8,100.00
TOTAL CAPÍTULO C.6 Mobiliario y otros.....									20,862.86

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO C.7 Inst. contra incendios									
E26FEA030	ud EXTINTOR POLVO ABC 6 kg.PR.INC Extintor de polvo químico ABC polivalente antibrasa, de eficacia 21A/133B, de 6 kg. de agente extintor, con soporte, manómetro comprobable y manguera con difusor, según Norma UNE, certificado AENOR. Medida la unidad instalada.						6.00	30.56	183.36
E26FCA100	ud DETECTOR MONÓXIDO DE CARBONO Detector de monóxido de carbono analógico direccionable con zócalo intercambiable, sensor TGS provisto de filtro de carbono y fuente de alimentación estabilizada. Diseñado según normas UNE 23300-84 y Homologados por el Ministerio de Industria y Energía. Medida la unidad instalada.						5.00	77.30	386.50
E26FAM100	ud PULS. ALARMA DE FUEGO Pulsador de alarma de fuego, color rojo, con microrruptor, led de alarma, sistema de comprobación con llave de rearme y lámina de plástico calibrada para que se enclave y no rompa. Ubicado en caja de 95x95x35 mm. Medida la unidad instalada.						5.00	28.08	140.40
E15CPF010	ud PUER.CORTAFUEGOS RF-60 0,80x2,10 Puerta metálica cortafuegos de una hoja pivotante de 0,80x2,10 m., homologada RF-60, construida con dos chapas de acero electrocincado de 0,80 mm. de espesor y cámara intermedia de material aislante ignífugo, sobre cerco abierto de chapa de acero galvanizado de 1,20 mm. de espesor, con siete patillas para fijación a obra, cerradura embutida y cremona de cierre automático, elaborada en taller, ajuste y fijación en obra, incluso acabado en pintura epoxi polimerizada al horno (sin incluir recibido de albañilería).						2.00	157.67	315.34
TOTAL CAPÍTULO C.7 Inst. contra incendios.....									1,025.60

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO C.8 Inst. eléctrica									
LUM1	Ud PHILIPS WT470C L 1300 1XLED42S/840 VWB						182.00	153.83	27,997.06
LUM2	Ud Interruptor magnetotérmico Acti 9 iC60N						7.00	19.09	133.63
E17BCM010	ud Módulo un contador monofásico Módulo para un contador monofásico, montaje en el exterior, de vivienda unifamiliar, homologado por la compañía suministradora, instalado, incluyendo cableado y elementos de protección. (Contador de la compañía).						1.00	82.63	82.63
E17BAP010	ud Caja general protección 160a. Caja general protección 80 A. incluido bases cortacircuitos y fusibles calibrados de 80 A. para protección de la línea repartidora, situada en fachada o interior nicho mural.						1.00	64.70	64.70
E17BDE010	m. Red toma de tierra estructura Red de toma de tierra de estructura, realizada con cable de cobre desnudo de 35 mm ² , uniéndolo mediante soldadura aluminotérmica a la armadura de cada zapata, incluyendo parte proporcional de pica, registro de comprobación y puente de prueba.		1	44.72			44.72	4.62	206.61
E17CC010	m. Cable 1x1.5 Cu Circuito alumbrado realizado con tubo PVC corrugado M 20/gp5, conductores de cobre rígido de 1,5 mm ² , aislamiento VV 750 V., en sistema monofásico (fase y neutro), incluido p./p. de cajas de registro y regletas de conexión.		1	46.48			46.48	4.89	489.00
E17CC020	m. Cable 1x10 Cu Circuito usos varios realizado con tubo PVC corrugado M 25/gp5, conductores de cobre rígido de 2,5 mm ² , aislamiento VV 750 V., en sistema monofásico (fase neutro y tierra), incluido p./p. de cajas de registro y regletas de conexión.		1	46.48			46.48	5.26	263.00
E17CC030	m. Cable 1x6 Cu Circuito lavadora realizado con tubo PVC corrugado M 25/gp5, conductores de cobre rígido de 4 mm ² , aislamiento VV 750 V., en sistema monofásico (fase neutro y tierra), incluido p./p. de cajas de registro y regletas de conexión.		1	46.48			46.48	7.08	283.20
E17CC040	m. Cable 1x2.5 Cu Circuito cocina realizado con tubo PVC corrugado M 25/gp5, conductores de cobre rígido de 6 mm ² , aislamiento VV 750 V., en sistema monofásico (fase neutro y tierra), incluido p./p. de cajas de registro y regletas de conexión.		1	46.48			46.48	9.08	181.60
E18IAF020	ud Regleta de superficie 1x36 w.af Regleta de superficie de 1x36 W. con protección IP20 clase I, cuerpo de chapa de acero de 0,7 mm., pintado con pintura epoxi poliéster y secado al horno, sistema de anclaje formado por chapa galvanizada sujeta con tornillos incorporados, equipo eléctrico formado por reactancia, condensador, portalámparas, cebador, lámpara fluorescente nueva generación y bornes de conexión. Instalado, incluyendo replanteo, accesorios de anclaje y conexionado.		2				2.00		

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
E17MSC010	ud P.LUZ SENCILLO SIMÓN 75 Punto de luz sencillo realizado con tubo PVC corrugado de M 20/gp5 y conductor rígido de 1,5 mm2 de Cu., y aislamiento VV 750 V., incluyendo caja de registro, caja de mecanismo universal con tornillos, interruptor unipolar Simón serie 75, instalado.						2.00	18.97	37.94
E17MSB090	ud B.ENCH.SCHUKO SIMÓN 31 Base de enchufe con toma de tierra lateral realizada con tubo PVC corrugado de M 20/gp5 y conductor rígido de 2,5 mm2 de Cu., y aislamiento VV 750 V., en sistema monofásico con toma de tierra (fase, neutro y tierra), incluyendo caja de registro, caja de mecanismo universal con tornillos, base de enchufe sistema schuko 10-16 A. (II+t.) Simón serie 31, instalada.						40.00	22.12	884.80
E17CC050	m. Cable 1x16 Cu						30.00	24.36	730.80
E17CC060	m Cable 1x35 Cu						5.00	11.08	55.40
							20.00	14.15	283.00
TOTAL CAPÍTULO C.8 Inst. eléctrica.....									31,693.37

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO C.9 Carpintería									
E13EPL020	ud P.p. lisa hueca, sapelly p/barn. Puerta de paso ciega normalizada, serie económica, lisa hueca (CLH) de sapelly para barnizar, con cerco directo de sapelly macizo 70x50 mm., tapajuntas lisos de DM rechapados de sapelly 70x10 mm. en ambas caras, y herrajes de colgar y de cierre latonados, montada, incluso p.p. de medios auxiliares.						24.00	100.85	2,420.40
E14ALV040	ud Vent.al.lb. practicables 1 hoja Carpintería de aluminio lacado blanco, en ventanas practicables de 1 hoja , menores o iguales a 1 m2. de superficie total, compuesta por cerco, hoja y herrajes de colgar y de seguridad, instalada sobre precerco de aluminio, sellado de juntas y limpieza, incluso con p.p. de medios auxiliares. s/NTE-FCL-2.						12.00	154.66	1,855.92
E27EEL030	m2 Pintu. temple liso color Pintura al temple liso color en paramentos verticales y horizontales, dos manos, incluso aparejado, plastecido y lijado dos manos.								
	Distribuidor	1	23.38			2.70	63.13		
	Distribuidor	1	20.00			2.70	54.00		
	Salón	1	45.00			2.70	121.50		
	Salón	1	43.00			2.70	116.10		
	Comedor	1	26.00			2.70	70.20		
	Comedor	1	14.00			2.70	37.80		
	Hall	1	10.50			2.70	28.35		
	Hall	1	10.50			2.70	28.35		
	Esc. Baja	1	14.10			2.70	38.07		
	Esc. Baja	1	14.10			2.70	38.07		
	Dormitorio 1	1	12.00			2.70	32.40		
	Dormitorio 1	1	17.00			2.70	45.90		
	Dormitorio 2	1	13.36			2.70	36.07		
	Dormitorio 2	1	15.00			2.70	40.50		
	Dormitorio 3	1	13.16			2.70	35.53		
	Dormitorio 3	1	11.00			2.70	29.70		
							815.67	1.90	1,549.77
E15CPL010	ud Puerta chapa lisa 70x200 Puerta de chapa lisa de 1 hoja de 70x200 cm. realizada en chapa de acero galvanizado de 1 mm. de espesor, perfiles de acero conformado en frío, herrajes de colgar y seguridad, cerradura con manilla de nylon, cerco de perfil de acero conformado en frío con garras para recibir a obra, elaborada en taller, ajuste y fijación en obra. (sin incluir recibido de albañilería).						4.00	74.46	297.84
TOTAL CAPÍTULO C.9 Carpintería.....									6,123.93

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO C.10 Pavimentos									
E11MBA060	m2 Solado mármol gris macael Solado de mármol gris macael de 2 cm., recibido con mortero de cemento CEM II/A-P 32,5 R y arena de miga 1/6, cama de arena de 2 cm. de espesor, i/rejuntado con lechada de cemento blanco BL-V 22,5 y limpieza, s/NTE-RSR-1, medida la superficie ejecutada.						234.37	59.21	13,877.05
E11ECR020	m. Rodapié cerámico 33x8 cm. Rodapié cerámico de 33x8 cm., recibido con mortero de cemento CEM II/A-P 32,5 R y arena de río 1/6 (M-40), i/rejuntado con lechada de cemento CEM II/A-P 32,5 R 1/2 y limpieza s/NTE-RSR, medido en su longitud.						48.00	3.87	185.76
E11EXB030	m2 Pavimento hormigón Solado de baldosa de barro cocido de 40x40 cm. manual, recibida con mortero de cemento CEM II/A-P 32,5 R y arena de río 1/6 (M-40), i/cama de 2 cm. de arena de río, p.p. de rodapié del mismo material de 28x8 cm., rejuntado con lechada de cemento CEM II/A-P 32,5 R 1/2 y limpieza, s/NTE-RSR-2, medida la superficie realmente ejecutada.						558.00	30.50	17,019.00
E12PEM010	m. Encimera mármol nacional e=2 Encimera de mármol nacional de 2 cm. de espesor, con faldón y zócalo, i/anclajes, colocada, medida la superficie ejecutada (mínima=1 m2).						10.00	135.82	1,358.20
E08TAE010	m2 Falso techo escayola lisa Falso techo de placas de escayola lisa de 100x60 cm., recibida con esparto y pasta de escayola, i/repaso de juntas, limpieza, montaje y desmontaje de andamios, s/NTE-RTC-16, medido deduciendo huecos.						540.36	11.07	5,981.79
E10AKV011	m2 Sub-base solera						798.00	8.57	6,838.86
E10AKV012	m2 Pavimento Epoxy						251.64	35.00	8,807.40
D06AA001	m2 Cubierta Panel Sandwich Aislante 100 mm						1,530.00	29.13	44,568.90
TOTAL CAPÍTULO C.10 Pavimentos.....									98,636.96

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO C.11 Urbanización									
E15VPM010	ud Puerta 0,80x4,00 40/14 std Puerta de 1 hoja de 0,80x2,00 m. para cerramiento exterior, con bastidor de tubo de acero laminado en frío de 40x40 mm. y malla S/T galvanizada en caliente 40/14 STD, i/ herrajes de colgar y seguridad, elaborada en taller, ajuste y montaje en obra. (sin incluir recibido de albañilería).								
	Acceso exterior	1	1.80				1.80	149.54	269.17
TOTAL CAPÍTULO C.11 Urbanización									269.17

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO C.12 Terreno									
PAR	m2 Adquisición parcela								
							2,993.00	70.00	209,510.00
	TOTAL CAPÍTULO C.12 Terreno.....								209,510.00
	TOTAL.....								631,192.40

RESUMEN DE PRESUPUESTO

CAPITULO	RESUMEN	EUROS	%
C.1	Movimiento de tierras	2,229.67	0.35
C.2	Cimentación.....	29,847.89	4.73
C.3	Estructuras.....	50,447.63	7.99
C.4	Equipos.....	173,113.04	27.43
C.5	Fontanería y Sanitarios.....	7,432.28	1.18
C.6	Mobiliario y otros.....	20,862.86	3.31
C.7	Inst. contra incendios.....	1,025.60	0.16
C.8	Inst. eléctrica.....	31,693.37	5.02
C.9	Carpintería.....	6,123.93	0.97
C.10	Pavimentos.....	98,636.96	15.63
C.11	Urbanización.....	269.17	0.04
C.12	Terreno.....	209,510.00	33.19
	TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL	631,192.40	
	13.00% Gastos generales.....	82,055.01	
	6.00% Beneficio industrial.....	37,871.54	
	SUMA DE G.G. y B.I.	119,926.55	
	21.00% I.V.A.	157,734.98	
	TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA	908,853.93	
	TOTAL PRESUPUESTO GENERAL	908,853.93	

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de NOVECIENTOS OCHO MIL OCHOCIENTOS CINCUENTA Y TRES EUROS con NOVENTA Y TRES CÉNTIMOS

, a 11 de marzo de 2023.

LA PROPIEDAD

LA DIRECCION FACULTATIVA



Escuela Politécnica
Superior - Huesca
Universidad Zaragoza

DOCUMENTO 5: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

PROYECTO DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA FÁBRICA DE CERVEZA
ARTESANAL EN EL MUNICIPIO DE SALLEN DE GÁLLEGO (HUESCA).

SOFÍA NIEVES CALVO

TRABAJO FIN DE GRADO - 2023

Ingeniería Agroalimentaria y del Medio Rural – Mención Industrias Agrarias y Agroalimentarias

ÍNDICE

1. Objeto del estudio.....	2
2. Datos generales del proyecto.....	2
3. Unidades constructivas que concurren en la obra.....	3
4. Evaluación de riesgos laborales en la obra	3
4.1. MOVIMIENTOS DE TIERRAS.....	3
4.1.1. IMPLANTACIÓN	4
4.1.2. LIMPIEZA Y DESBROCE DEL TERRENO	4
4.1.3. APERTURA DE ZANJAS	5
4.1.4. RELLENOS	7
4.2. COLOCACIÓN Y MONTAJE DE TUBOS.....	9
4.3. TRABAJOS CON FERRALLA	10
4.4. HORMIGONADO	11
4.5. MONTAJE DE ESTRUCTURAS METÁLICAS.....	14
4.6. MONTAJE DE CUBIERTAS	15
4.7. FONTANERÍA	16
4.8. CARPINTERÍA	18
4.9. MONTAJE DE EQUIPOS ELÉCTRICOS	19
4.10. MEDIOS AUXILIARES.....	20
4.10.1. HORMIGONERA	20
4.10.2. PALA CARGADORA.....	21
4.10.3. CAMIÓN GRÚA Y BASCULANTE	22
4.10.4. ANDAMIOS	23
5. Formación e información de los trabajadores	24
6. Condiciones generales de los lugares de trabajo.....	25
6.1. TEMPERATURA.....	25
6.2. VENTILACIÓN.....	25
6.3. PRIMEROS AUXILIOS.....	25
6.4. DETECCIÓN Y LUCHA CONTRA INCENDIOS	26
6.5. INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR.....	26
6.6. VÍAS DE CIRCULACIÓN.....	27
6.7. ORDEN, LIMPIEZA Y MANTENIMIENTO.....	27
6.8. DISPOSICIONES RELATIVAS AL EMPLAZAMIENTO DE LA OBRA	27

1. Objeto del estudio

En cumplimiento de lo establecido por el Real Decreto 1627/1997 del 24 de octubre, el presente documento se redacta como un Estudio de Seguridad y Salud vinculado a la construcción de una industria dedicada a la producción de cerveza artesanal en Sallent de Gállego (Huesca).

Este estudio tiene como objetivo proporcionar directrices básicas a la empresa constructora adjudicataria para cumplir eficazmente con sus obligaciones en materia de prevención de riesgos profesionales, bajo la supervisión de la Dirección Facultativa.

Se busca lograr una construcción sin accidentes ni enfermedades laborales, incluyendo la prevención de posibles accidentes para personas ajenas a la obra.

Los objetivos del estudio incluyen:

- El cumplimiento de la Legislación Laboral vigente en España y del ordenamiento jurídico.
- La identificación de riesgos que puedan aparecer durante la ejecución de los trabajos previstos en esta obra.
- La definición de medidas de prevención colectiva e individual y normas de conducta segura.
- La creación de un ambiente laboral saludable en la obra.
- El diseño de protocolos de actuación en caso de accidentes.
- La implementación de una formación en prevención de accidentes.
- La divulgación de medidas preventivas para los trabajadores a través del presente Estudio de Seguridad y Salud.

2. Datos generales del proyecto

Las obras objeto de este Estudio son las correspondientes a la Construcción de una industria dedicada a la producción de cerveza artesanal en Sallent de Gállego (Huesca).

El acceso a las obras se realiza desde el Camino del Obispo Martón, en las inmediaciones del pantano de Lanuza y del núcleo urbano de Sallent de Gállego. La distancia con el núcleo urbano es de 1 Km.

3. Unidades constructivas que concurren en la obra

Durante la fase de ejecución del Proyecto, se llevarán a cabo las siguientes unidades constructivas y trabajos:

- Implantación: se instalarán las instalaciones provisionales de obra y se realizarán las acometidas necesarias de electricidad, agua y saneamiento.
- Desbroce y limpieza del terreno: se eliminará toda la vegetación de la parcela y se retirará cualquier otro material presente.
- Excavación de zanjas: se abrirán zanjas para colocar tuberías.
- Rellenos: se rellenarán y cubrirán las zanjas por las que discurrirán las tuberías.
- Colocación y montaje de tubos: se colocarán en las zanjas las tuberías de las redes de distribución y de saneamiento.
- Cimentaciones: se realizarán las cimentaciones previstas en el proyecto.
- Trabajos con ferralla: se dispondrán armaduras en la ejecución de las obras.
- Hormigonado: se ejecutarán las cimentaciones previstas en el proyecto.
- Montaje de estructuras metálicas: se ejecutará la estructura metálica prevista en el proyecto.
- Montaje de cubiertas: se ejecutará la cubierta descrita en el proyecto.
- Trabajos de fontanería: se colocarán elementos de los sistemas frigoríficos, de agua y sanitarios.
- Carpintería: se colocarán puertas de acceso tanto en el interior como en el exterior de la edificación.
- Trabajos con pintura: se pintarán superficies tanto interiores como exteriores.
- Montaje de equipos eléctricos: se ejecutarán las instalaciones eléctricas previstas.
- Soldaduras eléctricas: se realizarán las soldaduras necesarias en el montaje de la estructura.

4. Evaluación de riesgos laborales en la obra

En primer lugar, se identifican los principales riesgos asociados a las diferentes actividades que se realizan en las obras y se proponen medidas de prevención, además de identificar las protecciones colectivas e individuales para los trabajadores. La mayoría de los riesgos identificados tienen una probabilidad baja o media de ocurrencia, y las consecuencias son leves o graves en la mayoría de los casos, aunque en algunos casos pueden ser muy graves.

4.1. MOVIMIENTOS DE TIERRAS

4.1.1. IMPLANTACIÓN

Riesgos laborales

- Caídas de personas al mismo nivel.
- Atropellos y golpes contra objetos.
- Caídas de materiales.
- Derrumbamiento de acopios.
- Riesgo de contacto eléctrico.

Normas de prevención

- Las vías de circulación serán señalizadas.
- Los lugares de acopio serán señalizados con la cantidad de señalización necesaria.
- Quedará estrictamente prohibido hacer acopios fuera de los lugares señalados para ese fin.
- El acopio de equipos y materiales se realizará teniendo en cuenta su forma y peso, colocando los más pesados y voluminosos en la parte inferior.
- La instalación eléctrica se realizará con los elementos de protección necesarios para evitar electrocuciones.

Protecciones individuales

- Casco de polietileno.
- Calzado de seguridad.
- Ropa de trabajo.
- Mascarillas antipolvo.
- Guantes aislantes.
- Material impermeable si las condiciones meteorológicas son adversas.

4.1.2. LIMPIEZA Y DESBROCE DEL TERRENO

Riesgos laborales

- Desprendimiento de tierras o rocas.
- Atropellos, colisiones, vuelcos y maniobras incorrectas.
- Atrapamiento durante el montaje y la conexión de implementos en la maquinaria.
- Caídas de personas desde diferentes alturas.
- Caídas de personas en el mismo nivel.

- Ruido.
- Incendios.
- Problemas de circulación, atascos.
- Riesgos para terceros derivados de su entrada no autorizada en las obras.

Medidas preventivas

- Se prohíbe cualquier trabajo de medición o presencia de personal en la zona de influencia donde se esté operando maquinaria que realice labores de desbroce.
- En las operaciones de desbroce de zonas rocosas, se evitará el golpeo de estas, ya que pueden provocar chispas que originen incendios.
- Inspección diaria y después de cualquier interrupción para detectar posibles riesgos en el sitio de trabajo.
- Se delimitará el entorno de trabajo de la maquinaria.
- Se mantendrán las vías de circulación en buen estado, evitando la formación de barro y baches.

Protecciones individuales

- Casco de polietileno.
- Botas de seguridad.
- Mascarillas antipolvo.
- Guantes de cuero.
- Cinturón antivibratorio para los conductores de maquinaria.
- Material impermeable en caso de condiciones meteorológicas adversas.

4.1.3. APERTURA DE ZANJAS

Riesgos profesionales:

- Desprendimiento de tierras.
- Atropellos, colisiones, vuelcos y falsas maniobras.
- Caída de personas al interior de la zanja.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Caídas de objetos
- Atrapamiento de personas mediante maquinaria.
- Inundación.
- Golpes por objetos.

- Todos aquellos derivados de interferencias con conducciones enterradas (saneamiento, agua corriente, red eléctrica...).

Medidas preventivas:

- El personal que trabaje en las zanjas debe estar consciente de los riesgos a los que se expone. Para garantizar una entrada y salida segura, se debe usar una escalera sólida anclada en el borde superior de la zanja, sobrepasando en un metro el borde de ésta. Como norma general, se prohíbe el acopio de materiales a una distancia menor de dos metros de la zanja.
- En caso de que la profundidad de la zanja sea menor a dos metros, se debe instalar una señalización de peligro que consiste en una línea de señalización paralela a la zanja formada por cinta de banderola sobre pies derechos. También se debe cerrar eficazmente el acceso a la coronación de los bordes de las zanjas en la zona.
- Si es necesario iluminar el área, se debe utilizar torretas aisladas con toma a tierra y proyectores de intemperie alimentados a través de un cuadro eléctrico general de obra. Para la iluminación portátil, se debe utilizar una alimentación de 24 V y los portátiles deben tener rejillas protectoras y carcasa-mango aislados eléctricamente.
- En caso de lluvias o encharcamientos de las zanjas, es fundamental revisar minuciosamente los taludes antes de continuar con los trabajos. Si hay cortes o taludes que puedan recibir empujes exógenos por la proximidad de caminos, carreteras, calles, etc. transitados por vehículos, se deben revisar periódicamente. También se deben revisar los trabajos en los bordes de las zanjas con taludes no muy estables y ejecutarlos sujetos con el cinturón de seguridad amarrado a puntos fuertes ubicados en el exterior de las zanjas.
- Es esencial efectuar el achique inmediato de las aguas que afloran en el interior de las zanjas para evitar que se altere la estabilidad de los taludes. Por último, se debe revisar las entibaciones después de la interrupción de los trabajos antes de reanudarlos nuevamente.

Protecciones colectivas:

- Se instalarán barandillas con un listón intermedio y rodapié a una altura de 0,90 cm.
- Señalización con cinta para indicar zanjas con profundidades menores de 2 metros.

- No se permitirá acopiar materiales a menos de 2 metros del borde de la excavación.
- Se llevará a cabo una revisión regular de los taludes, así como su entibación y arriostramiento.
- También se revisarán los apuntalamientos y se desviarán las instalaciones afectadas.
- Se formarán correctamente los taludes y se instalarán pasos sobre las zanjas.
- Los productos de excavación se acopiarán a un solo lado de la zanja.
- Se colocarán escaleras portátiles separadas por una distancia máxima de 30 metros.
- Se mantendrá el entorno de trabajo ordenado y limpio, así como los viales.
- La alimentación a las lámparas portátiles se realizará a una tensión de 24 V.

Protecciones individuales:

- Se usará un casco de polietileno, botas de seguridad, gafas antipolvo, cinturón de seguridad, máscara antipolvo con filtro mecánico recambiable, guantes de cuero, ropa de trabajo de color naranja y protectores auditivos.
- En caso de meteorología adversa, se usará material impermeable.

4.1.4. RELLENOS

Riesgos profesionales:

- Desprendimiento de tierras.
- Caídas de trabajadores al mismo nivel.
- Caídas de trabajadores a diferentes niveles.
- Falla del encofrado.
- Sobreesfuerzos por el manejo de la canaleta de vertido.
- Ruido (uso de vibradores).
- Proyección de hormigón o tierras.
- Accidentes de vehículos por sobrecarga o mantenimiento insuficiente, incluyendo posible volcamiento en retroceso.
- Vibraciones.

Medidas preventivas:

- Todos los conductores de camiones, dumpers, apisonadoras o compactadoras deben ser especialistas en el manejo de estos vehículos y poseer documentación acreditativa de capacitación.
- Todos los vehículos deben ser revisados periódicamente y se deben registrar las revisiones en el libro de mantenimiento.
- Se prohíbe sobrecargar los vehículos por encima de la carga máxima permitida, la cual debe estar escrita de forma legible.
- Está prohibido transportar a trabajadores fuera de la cabina de conducción o en número superior a los asientos existentes en el interior.
- Cada equipo de carga para rellenos debe estar dirigido por un jefe de equipo que coordine las maniobras.
- Se debe regar periódicamente los tajos, caminos, etc., para evitar polvaredas.
- Se deben señalar los accesos y recorridos de los vehículos en el interior de la obra para evitar interferencias.
- En el borde de los terraplenes de vertido se deben instalar topes sólidos para limitar el recorrido del vertido en retroceso.
- Está prohibida la presencia de personas a menos de 5 metros, como norma general, alrededor de las compactadoras y apisonadoras en funcionamiento.
- Todos los vehículos utilizados en la obra para las operaciones de relleno y compactación deben estar equipados con una bocina automática de marcha atrás.
- Se deben señalar los accesos a la vía pública con las señales normalizadas de "peligro indefinido", "peligro salida de camiones" y "STOP".
- Los vehículos de compactación y apisonado deben tener una cabina de seguridad en caso de vuelco.
- A lo largo de la obra se deben colocar letreros informativos y señalizaciones sobre los riesgos propios de este tipo de trabajo (peligro: vuelco, atropello, colisión, etc.).
- Todos los conductores de vehículos con cabina cerrada deben usar casco de seguridad al abandonar la cabina en el interior de la obra.

Protecciones colectivas:

- Carga adecuada de los vehículos.
- Señalización vial clara y visible.
- Medidas para reducir el polvo en suspensión.
- Limpieza de las vías de circulación, evitando charcos y encharcamientos.
- Evitar la presencia de personas en la zona de carga y descarga de los camiones.
- Instalación de topes para limitar el recorrido del vertido.

Medidas de protección individual:

- Uso obligatorio de cascos de seguridad.
- Uso de botas de seguridad y, en caso necesario, de botas impermeables.
- Empleo de mascarillas antipolvo con filtros mecánicos reemplazables.
- Uso de guantes de cuero.
- Cinturones antivibración para reducir los efectos de la vibración en el cuerpo.
- Utilización de ropa de trabajo de color naranja.

4.2. COLOCACIÓN Y MONTAJE DE TUBOS

Riesgos profesionales:

- Riesgo de desprendimiento de tierras.
- Caídas del personal en el mismo nivel.
- Caídas del personal a diferentes niveles.
- Desprendimiento de tuberías durante su izado.
- Rotura de eslingas o ganchos de sujeción.
- Posibilidad de atrapamientos.
- Sobreesfuerzos al levantar objetos pesados.
- Heridas y cortes por objetos, herramientas y maquinaria manual.
- Dermatitis por contacto con lubricantes.

Medidas preventivas

- Se colocarán cuñas para evitar que los tubos se muevan una vez distribuidos.
- Se procurará montar los tubos a medida que se va abriendo la zanja para evitar grandes tramos de zanjas abiertas.
- Se evitará acopiar las tuberías en los límites de las zanjas debido al riesgo de deslizamiento y golpes.
- Se asegurará que la eslinga, gancho o balancín utilizados para elevar y colocar los tubos estén en perfectas condiciones y capaces de soportar los esfuerzos.
- Antes de la maniobra de elevación, se ordenará a los trabajadores que se retiren para evitar lesiones en caso de que el tubo caiga por algún motivo.
- Se prohibirá a los trabajadores permanecer debajo de cargas suspendidas o bajo el radio de acción de la pluma de la grúa cuando ésta esté cargada con el tubo.

- Se les ordenará a los trabajadores que reciban los tubos en el fondo de la zanja que se retiren lo suficiente para evitar el riesgo de atrapamiento entre el tubo y la zanja.
- El gancho de la grúa deberá contar con un pestillo de seguridad.
- Los trabajos de montaje de tubos se paralizarán cuando los vientos superen los 60 km/h.
- Los trabajadores que estén montando los tubos deberán usar obligatoriamente guantes de cuero, casco y botas de seguridad.
- Todo el personal encargado de la colocación y montaje de tubos deberá ser especialista en esta tarea.

Protecciones individuales

- Ropa de trabajo de color naranja.
- Casco de seguridad.
- Guantes de cuero o de goma.
- Botas de seguridad.
- Ropa impermeable en caso de fenómenos meteorológicos adversos.

4.3. TRABAJOS CON FERRALLA

Riesgos profesionales

- Cortes y lesiones en las manos y pies al manipular barras de acero.
- Aplastamientos durante la carga y descarga de paquetes de varillas de refuerzo.
- Aplastamientos durante el montaje de armaduras.
- Peligros derivados de posibles roturas de las barras de acero durante la doblado.
- Sobreesfuerzos.
- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a diferentes niveles.
- Lesiones por golpes causados por la caída o giro incontrolado de la carga suspendida.

Medidas preventivas

- Se designará un área en la obra específicamente para el almacenamiento clasificado de las barras de acero cerca del lugar de montaje de las armaduras.

- Los paquetes de barras se almacenarán en posición horizontal sobre bloques de madera, capa a capa, evitando que las pilas superen los 1,5 metros de altura.
- El transporte aéreo de paquetes de armaduras mediante grúa se llevará a cabo suspendiendo la carga de dos puntos separados mediante eslingas, con un ángulo superior igual o menor a 90° en el anillo de cuelgue que formen las hondillas de la eslinga entre sí.
- La ferralla montada se almacenará en áreas específicas para tal fin.
- Los recortes de acero o residuos se recogerán y retirarán del área de trabajo.
- Se llevará a cabo una limpieza en torno al lugar de trabajo para retirar puntas, alambres y recortes de ferralla.
- La ferralla montada se transportará al punto de ubicación suspendida del gancho de la grúa mediante eslingas o balancín que la sujetarán de dos puntos distantes para evitar deformaciones y desplazamientos no deseados.

Protecciones individuales

- Casco de seguridad.
- Calzado de seguridad.
- Gafas protectoras contra proyecciones.
- Mandil.
- Ropa de trabajo naranja.
- Protección auditiva.

4.4. HORMIGONADO

Riesgos profesionales

- Caídas de personas y/o objetos en el mismo nivel.
- Caídas de personas y/o objetos desde diferentes niveles.
- Colapso de encofrados.
- Lesiones punzantes en manos y pies.
- Caída de encofrados escaladores.
- Lesiones por pisar objetos punzantes.
- Lesiones por pisar superficies de tránsito inseguras.
- Riesgos asociados al trabajo en superficies húmedas o mojadas.
- Dermatitis por exposición al cemento.
- Sobreesfuerzos por manipulación de canaletas durante el vertido de hormigón.

- Salpicaduras de hormigón.
- Falla de las entibaciones.
- Deslizamientos de tierra.
- Riesgos asociados con trabajar en condiciones meteorológicas adversas.
- Atrapamientos.
- Atropellos por maquinaria.
- Vibraciones causadas por el manejo de agujas vibrantes.
- Exposición a ruido ambiental.
- Riesgos de electrocución y contactos eléctricos.

Medidas preventivas

Medidas preventivas durante la puesta en obra de vertidos directos mediante canaleta incluyen:

- Colocar topes sólidos al final del recorrido de los camiones hormigonera para evitar vuelcos.
- Prohibir que las ruedas de los camiones hormigonera se acerquen a menos de 2 m. del borde de la excavación, como norma general.
- Prohibir que los operarios se sitúen detrás de los camiones hormigonera durante el retroceso.
- Instalar barandillas sólidas en el frente de la excavación para proteger el tajo.
- Colocar un cable de seguridad amarrado a puntos sólidos en los tajos con riesgo de caída desde altura, para enganchar el mosquetón del cinturón de seguridad.
- Dirigir la maniobra de vertido por un responsable que vigile que no se realicen maniobras inseguras.

Medidas preventivas durante el hormigonado de cimientos incluyen:

- Mantener las protecciones instaladas durante el movimiento de tierras.
- Revisar el buen estado de seguridad de las entibaciones antes del inicio del vertido de hormigón, si existen.
- Revisar el buen estado de seguridad de los encofrados antes del inicio del hormigonado para prevenir reventones y derrames.
- Mantener una limpieza esmerada, eliminando puntas, restos de madera, redondos y alambres antes del vertido de hormigón.

- Instalar pasarelas de circulación de personas sobre las zanjas a hormigonar, formadas por un mínimo de tres tablones trabajados de 60 cm. de anchura.
- Establecer pasarelas móviles de al menos tres tablones de 0,60 m. sobre las zanjas a hormigonar para facilitar el paso y los movimientos necesarios del personal de ayuda al vertido.
- Colocar fuertes topes al final del recorrido, a una distancia mínima de 2 m., para los vehículos que deben aproximarse al borde de las zanjas o zapatas para verter hormigón, como norma general.

Protecciones colectivas

- Implementación de topes de final de recorrido para vehículos como Dumpers y camiones hormigonera.
- Utilización de plataformas de trabajo de 0.60 m de ancho, equipadas con barandillas a 0.90 m mínimo, listón intermedio y rodapié.
- Uso de torretas de hormigonado.
- Empleo de escaleras portátiles que cumplan con la normativa reglamentaria.
- Instalación de viseras de protección contra caída de objetos.
- Colocación de redes perimetrales para evitar caídas.
- Protección de huecos.
- Mantenimiento de orden y limpieza.
- Toma a tierra de las máquinas para evitar electrocuciones.
- Uso de pasarelas de madera de 0.60 m de ancho para facilitar la circulación de personas.
- Correcto apuntalamiento de la losa.
- Mantenimiento adecuado de la maquinaria.

Medidas de protección individual

- Uso de casco de seguridad.
- Calzado de protección, clase III, de caña alta.
- Guantes de goma.
- Gafas protectoras contra la proyección de partículas.
- Cinturón de seguridad.
- Cinturón antivibratorio.
- Trajes de agua de color amarillo.
- Protectores auditivos.

4.5. MONTAJE DE ESTRUCTURAS METÁLICAS

Riesgos profesionales

- Caídas de personas y/o objetos en el mismo nivel.
- Caídas de personas y/o objetos a diferentes niveles.
- Colapso de andamios.
- Heridas punzantes en pies y manos.
- Pisadas sobre objetos punzantes.
- Pisadas en superficies de tránsito.
- Riesgos derivados de trabajar en suelos húmedos o mojados.
- Riesgos derivados de trabajar en condiciones climáticas adversas.
- Electrocutión. Contacto eléctrico.
- Quemaduras.

Medidas preventivas sobre organización

- Los operadores de maquinaria deben estar debidamente informados de las normativas para eliminar los riesgos que afectan al resto del personal.
- Prestar atención a dónde y cómo se colocan los elementos que puedan producir incendios o explosiones.
- Comprobar el estado de los cinturones de seguridad antes de su uso por parte del personal de la obra. Además, se verificará el estado del equipo de soldadura antes de comenzar las tareas y después de cualquier interrupción durante la jornada.
- Prohibido trabajar o permanecer en zonas de tránsito de piezas suspendidas para prevenir el riesgo de colapso.
- Se instalarán señales de "peligro, paso de cargas suspendidas" en lugares donde se transiten piezas suspendidas.
- Se detendrá la instalación de elementos de estructura metálica en régimen de vientos superiores a los 60 km/h.

Protecciones colectivas

- Uso de andamios con barandilla y rodapiés, arriostrados para evitar caídas.
- Piezas de hierro embebidas para el amarre del cable del cinturón de seguridad.
- Dispositivo de cable fijado a esperas ancladas para trabajos de mantenimiento.
- Balizamiento de las zonas de circulación de vehículos para prevenir accidentes.

Protecciones individuales

- Uso de casco de seguridad para proteger la cabeza.
- Uso de guantes de cuero o goma para proteger las manos.
- Uso de gafas antipartículas para proteger los ojos.
- Uso de cinturón de seguridad para evitar caídas.
- Uso de equipo de soldador, que incluye mandil y pantalla protectora.
- Uso de calzado de seguridad, y en condiciones húmedas, botas de clase III con caña alta.
- Uso de trajes de agua de color amarillo para mantener al trabajador seco en ambientes húmedos.

4.6. MONTAJE DE CUBIERTAS

En este apartado se incluyen las tareas de soldadura de los elementos prefabricados en la cubierta de la nave, después de que se hayan colocado en la estructura metálica.

Riesgos profesionales

- Caídas de personas al mismo nivel.
- Caídas de personas a diferente nivel.
- Caída de objetos en el mismo nivel.
- Caída de objetos a diferente nivel.
- Riesgos derivados de trabajar en superficies húmedas o mojadas.
- Quemaduras.
- Causticaciones.

Medidas preventivas de organización

- Se asegurará de que los operarios de maquinaria estén debidamente informados sobre la normativa para eliminar los riesgos que puedan afectar al resto del personal.
- Se prestará atención al lugar y la forma en que se dejan los objetos que puedan causar incendios o explosiones.
- Se verificará que los cinturones de seguridad estén en perfectas condiciones antes de que el personal de la obra los use. Además, se comprobará el equipo de soldadura antes de comenzar las tareas y después de cualquier interrupción durante la jornada.

Protecciones colectivas

- Barandilla permanente instalada.
- Piezas de hierro empotradas para sujetar el cable del cinturón de seguridad.
- Dispositivo de cable asegurado a anclajes diseñados principalmente para trabajos de mantenimiento.

Protecciones individuales

- Casco de seguridad.
- Guantes de cuero.
- Guantes de goma.
- Gafas de protección contra partículas.
- Cinturón de seguridad.
- Equipo de soldadura (mandil, pantalla, etc.).
- Calzado de seguridad.

4.7. FONTANERÍA

Riesgos profesionales

- Caídas desde altura.
- Caídas en el mismo nivel.
- Caídas de objetos por desplome o derrumbe.
- Caídas de objetos durante su manipulación.
- Caídas por objetos que se desprenden.
- Pisadas sobre objetos.
- Choques contra objetos fijos.
- Choques contra objetos móviles.
- Golpes por objetos o herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Atrapamientos entre objetos o por ellos.
- Atrapamientos por vuelco de maquinaria.
- Sobreesfuerzos.
- Exposición a temperaturas extremas.
- Contactos térmicos.
- Exposición a corrientes eléctricas.
- Explosiones.

- Atropellos por vehículos.

Normas básicas de seguridad:

- El personal encargado de los trabajos debe estar debidamente capacitado.
- Las máquinas portátiles utilizadas deben tener doble aislamiento.
- Nunca se deben utilizar las canalizaciones de instalaciones como toma de tierra o neutro.
- Se deben revisar las válvulas, mangueras y sopletes para prevenir fugas de gases.
- Se deben retirar las botellas de gas de las cercanías de fuentes de calor y protegerlas del sol.
- Se debe comprobar el estado general de las herramientas manuales para evitar golpes y cortes.
- Los sopletes no deben dejarse encendidos en el suelo ni colgados en las botellas.

Protecciones colectivas

- Los andamios y escaleras utilizados en los trabajos deben estar en óptimas condiciones, con barandillas sólidas y zócalos de 20 cm.
- Las zonas de trabajo deben mantenerse limpias y ordenadas, y las herramientas inactivas deben permanecer en sus respectivas cajas de herramientas.
- Los tubos deben ser almacenados en un lugar que no sea utilizado como vía de tránsito para el personal o los vehículos. Se deben apilar en capas separadas por listones de madera o hierro, y deben contar con calzos al final o estar doblados hacia arriba en el extremo.
- Es esencial mantener separados los cables de soldar de los de alimentación de alta tensión.

Protección individual

- Uso de casco de seguridad.
- Cinturón de seguridad.
- Herramientas manuales en buen estado de conservación.
- Las herramientas eléctricas portátiles deben estar protegidas contra contactos indirectos mediante doble aislamiento.
- Uso de guantes y mandiles de cuero en soldadura, además de gafas y botas de seguridad.

4.8. CARPINTERÍA

Riesgos laborales:

- Caídas desde diferentes niveles.
- Caídas en el mismo nivel.
- Caídas de objetos debido al desplome o derrumbe.
- Caídas de objetos durante la manipulación.
- Caídas de objetos desprendidos.
- Tropiezos con objetos.
- Choques contra objetos fijos.
- Choques contra objetos móviles.
- Golpes por objetos o herramientas.
- Proyección de fragmentos o partículas.
- Atrapamiento por u entre objetos.
- Atrapamiento por vuelco de maquinaria.
- Sobreesfuerzos.
- Exposición a temperaturas extremas.
- Exposición a contactos eléctricos.
- Atropellos o golpes con vehículos.

Medidas de protección colectiva:

- Uso de medios auxiliares adecuados y en perfecto estado para realizar el trabajo.
- Mantener las zonas de trabajo limpias y ordenadas.
- Almacenamiento de materiales de forma adecuada hasta su fijación definitiva.

Medidas de protección individual:

- Uso de casco de seguridad.
- Uso de cinturón de seguridad.
- Uso de guantes de cuero.
- Uso de botas de seguridad.
- Uso de mono de trabajo.

4.9. MONTAJE DE EQUIPOS ELÉCTRICOS

- Contacto directo o indirecto con electricidad.
- Caídas de personas al mismo nivel.
- Caídas de personas a distinto nivel.
- Incendios por cortocircuito.
- Caída de objetos por desplome o manipulación.
- Mal funcionamiento de sistemas de protección y tomas de tierra.

Medidas preventivas

- Cumplir con las normas establecidas para la instalación eléctrica en los lugares de trabajo.
- Realizar y utilizar las instalaciones eléctricas de manera segura, evitando riesgos de incendios y explosiones.
- Realizar mantenimiento y verificación regular de la instalación eléctrica durante la obra.
- Realizar la instalación eléctrica provisional de obra con instaladores autorizados.
- Comprobar la desconexión efectiva de la red eléctrica antes de reparar o realizar mantenimiento en la maquinaria.
- Evitar pisar conductores eléctricos colocados sobre superficies horizontales o colocar materiales acopiados sobre ellos.
- Ubicar los cuadros eléctricos de distribución en lugares de fácil acceso y cerrados con cerradura mientras están en servicio.
- Proteger los cuadros eléctricos ubicados a la intemperie con viseras contra fenómenos meteorológicos adversos.
- Realizar comprobaciones y mantenimiento periódico de las tomas de tierra, maquinaria e herramientas utilizadas por los trabajadores.
- Realizar trabajos de mantenimiento de la red eléctrica provisional de la obra sólo por personal autorizado y capacitado.

Protecciones colectivas

- Mantener orden y limpieza en todas las áreas de trabajo.
- Organizar diariamente los trabajos.
- Iluminar adecuadamente las zonas de trabajo.

- Señalizar las áreas de trabajo con balizamiento, cordones o vallas.
- Proporcionar escaleras con tirantes y, si son de mano, con elementos antideslizantes en la base.

Protecciones individuales

- Utilizar cascos de seguridad.
- Utilizar calzado de seguridad aislante.
- Utilizar herramientas eléctricas portátiles con protección contra contactos indirectos.
- Usar ropa de trabajo adecuada.
- Utilizar guantes de seguridad dieléctricos y de goma.
- Usar cinturones de seguridad.
- Utilizar gafas de protección.

4.10. MEDIOS AUXILIARES

4.10.1. HORMIGONERA

Riesgos profesionales:

- Electrocutación.
- Atrapamiento por partes móviles.
- Proyección o vuelco al cambiar su ubicación.
- Ambiente con polvo.

Medidas preventivas:

- Colocar la máquina en un lugar estable que evite cambios o desplazamientos involuntarios.
- Conexión a tierra.
- Transmisión protegida.
- Establecer normas de uso correcto para los operadores y mantenedores.
- Mantener la zona lo más despejada y seca posible.
- Establecer normas para los operadores que puedan afectar a los demás trabajadores.

Protecciones personales:

- Casco de seguridad.
- Gafas de protección contra partículas.
- Guantes de goma.
- Botas de goma con puntera y plantilla de seguridad.
- Traje de agua..

4.10.2. PALA CARGADORA

Riesgos profesionales

- Posible vuelco del vehículo.
- Posibilidad de atrapamiento.
- Peligro de atropello de personal.
- Riesgo de desplome de la carga.
- Caídas al acceder a la zona de control.

Medidas preventivas

- Las maniobras de carga y descarga deben ser supervisadas por un señalista.
- Se prohíbe sobrepasar la carga máxima recomendada por el fabricante.
- El personal de obra no debe permanecer debajo de la pala.
- El operario debe tener siempre la carga a la vista. Si no es posible, un especialista le señalará.
- El operario debe tener un certificado de capacitación para el manejo de la maquinaria.
- Se establecerán una serie de normas de seguridad para los operadores de la pala cargadora:
 - No pasar la pala, con o sin carga, sobre el personal.
 - Mantener la máquina alejada de terrenos inseguros.
 - Acceder a la pala cargadora solo por los lugares permitidos y no saltar directamente al suelo.
 - Pedir ayuda a otro operario en caso de no poder visualizar la pala con la carga.
 - No sobrepasar la carga máxima autorizada de la pala.
 - Comprobar los dispositivos de frenado antes de poner en servicio la máquina.

- Cerciorarse del estado de la unión de la pala con el vehículo antes de comenzar cualquier trabajo.

Protecciones personales

- Casco de seguridad, siempre que no se permanezca en la cabina.
- Ropa de trabajo.
- Guantes de cuero.
- Botas de seguridad.
- Ropa de trabajo y botas impermeables en caso de condiciones climatológicas adversas.

4.10.3. CAMIÓN GRÚA Y BASCULANTE

Riesgos profesionales

- Vuelco del camión.
- Atrapamientos.
- Atropello de personal.
- Desplome de la carga.
- Golpes por la carga contra estructuras verticales.
- Caídas al acceder a la zona de mandos.

Medidas preventivas

- Antes de iniciar las maniobras de carga, se deben colocar calzos inmovilizadores en las cuatro ruedas y gatos estabilizadores.
- Un especialista dirigirá las maniobras de carga y descarga.
- Los ganchos de sujeción estarán equipados con pestillos de seguridad.
- Queda prohibido exceder la carga máxima permitida establecida por el fabricante.
- Se debe evitar suspender cargas lateralmente cuando la superficie de apoyo del camión esté inclinada hacia el lado de la carga, para prevenir accidentes por vuelco.
- No se permitirá arrastrar cargas con el camión para evitar accidentes por vuelco.
- Se prohíbe a los trabajadores permanecer debajo de las cargas suspendidas.
 - El operador de la grúa siempre mantendrá la carga suspendida a la vista. En caso contrario, un especialista le señalará.
 - El operador de la grúa poseerá el certificado de capacitación correspondiente para manejar la maquinaria.

- Se establecerán normas de seguridad para los operadores del camión grúa, como:
 - Evitar que el brazo de la grúa, con o sin carga, pase sobre el personal.
 - Mantener la máquina alejada de terrenos inseguros.
 - Acceder al camión grúa por las entradas previstas y evitar saltar directamente al suelo, a menos que exista un riesgo inminente.
 - En caso de que el operador no pueda ver la carga suspendida, deberá pedir ayuda a otro trabajador.
 - No exceder la carga máxima permitida para levantar.
 - Asegurarse de que el brazo grúa esté inmovilizado antes de comenzar a moverse.
 - Comprobar los dispositivos de frenado antes de utilizar la máquina.
 - Verificar la presencia del pestillo de seguridad en los ganchos para evitar que la carga se suelte accidentalmente.

Protecciones personales

- Casco de seguridad, a menos que se esté dentro de la cabina.
- Ropa de trabajo.
- Guantes de cuero.
- Botas de seguridad
- Ropa de trabajo y botas impermeables en caso de condiciones climatológicas adversas.

4.10.4. ANDAMIOS

Riesgos profesionales:

- Caídas desde diferentes niveles.
- Caídas en el mismo nivel.
- Colapso del andamio.
- Lesiones por golpes con objetos o herramientas.
- Atrapamientos.
- Contacto con energía eléctrica.
- Mareos y vértigos.

Medidas preventivas:

- Los andamios deben estar asegurados para evitar movimientos que puedan poner en peligro la seguridad de los trabajadores.

- La estructura del andamio debe ser inspeccionada con la suficiente frecuencia.
- Los tramos verticales del andamio deben apoyarse en tabloneros que distribuyan la carga adecuadamente.
- Las plataformas de trabajo deben tener una anchura mínima de 60 cm, ser metálicas salvo en casos excepcionales, y estar firmemente ancladas para evitar deslizamientos o vuelcos.
- Las plataformas de trabajo situadas a más de 2 metros de altura deben contar con una barandilla perimetral de 90 cm de altura formada por pasamanos o listones y rodapiés.
- La distancia entre el andamio y la superficie vertical sobre la que se trabaja no debe superar los 30 cm para evitar situaciones de riesgo y caídas.
- Está prohibido correr sobre las plataformas de trabajo y abandonar herramientas o materiales en ellas, ya que pueden caer sobre personas situadas a una altura inferior o provocar caídas.
- Las plataformas de trabajo deben permitir la circulación necesaria para la realización de los trabajos.
- Antes del inicio de los trabajos, se debe realizar una inspección diaria del estado de los andamios.
- Cualquier elemento que comprometa la integridad de los trabajadores debido a un fallo técnico debe ser desmontado de inmediato y sustituido o reparado.
- En los reconocimientos médicos pertinentes, se deben detectar cualquier trastorno o enfermedad en los trabajadores que trabajan sobre andamios para evitar situaciones de riesgo o accidentes.

Protecciones personales:

- Casco de seguridad.
- Ropa de trabajo.
- Calzado antideslizante.
- Ropa de trabajo impermeable en caso de condiciones climáticas adversas.
- Cinturón de seguridad.

5. Formación e información de los trabajadores

Es crucial que los trabajadores reciban formación en materia de riesgos laborales para evitar accidentes y llevar a cabo la obra sin contratiempos. Esta formación es

obligatoria, por lo que todos los trabajadores deben conocer los riesgos asociados a su actividad, las conductas a seguir y cómo usar correctamente los equipos de protección. La formación se llevará a cabo al comienzo de la obra y durante su desarrollo, mediante charlas instructivas, seguidas de fichas técnicas de seguridad con información relevante según el puesto de trabajo. Además, se incluirá un apartado de primeros auxilios para capacitar a los trabajadores en su uso y en la asistencia de accidentados con los medios disponibles.

6. Condiciones generales de los lugares de trabajo

6.1. TEMPERATURA

Es importante que la temperatura durante las horas de trabajo sea adecuada para los trabajadores, tomando en cuenta los métodos de trabajo y las cargas físicas que deben soportar. La temperatura en las áreas destinadas a comedor, vestuarios, aseos, etc., deberá ser la adecuada para el uso específico de cada espacio.

6.2. VENTILACIÓN

Los trabajadores deben contar con una cantidad suficiente de aire limpio y evitar ambientes cerrados que puedan afectar negativamente su salud. En caso de utilizar un sistema de ventilación mecánica, éste debe estar en buen estado de funcionamiento y ajustado de tal manera que no cause corrientes de aire molestas o perjudiciales para los trabajadores. Si se utiliza un sistema de ventilación, un sistema de control debe indicar cualquier problema que pueda afectar la salud de los trabajadores.

6.3. PRIMEROS AUXILIOS

En la obra se colocarán botiquines aprobados para primeros auxilios. El contenido se adaptará al personal capacitado para prestar atención médica en la obra.

Estos botiquines deben contener, como mínimo: desinfectantes, antisépticos, gases estériles, algodón hidrófilo, vendas, esparadrapo, apósitos adhesivos, tijeras y pinzas, y guantes desechables. El material se revisará periódicamente y se repondrá tan pronto como caduque o se utilice.

Tanto el material como el local de primeros auxilios, si es necesario, estarán debidamente señalizados. En la obra se colocará un listado visible con las direcciones y teléfonos de los centros médicos, ambulancias y servicios de emergencia asignados para el traslado de los trabajadores accidentados.

Además, se colocará un panel con instrucciones de actuación en caso de accidente, como se muestra en los planos del estudio. Todo el personal de la obra deberá someterse a un examen médico al menos una vez durante el período de construcción.

6.4. DETECCIÓN Y LUCHA CONTRA INCENDIOS

Dependiendo de las particularidades de la obra, incluyendo el número de trabajadores, los equipos utilizados, las sustancias o materiales presentes y las dimensiones del espacio, se deberá contar con un número adecuado de dispositivos de lucha contra incendios apropiados. Además, cualquier sistema o dispositivo de alarma deberá ser inspeccionado periódicamente, estar fácilmente accesible y ser fácil de manipular.

6.5. INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR

Se deberá prever una zona en la obra para las instalaciones de higiene y bienestar destinadas al uso de los trabajadores. El número de estas instalaciones será suficiente para satisfacer las necesidades del personal, teniendo en cuenta la posible evolución en el número de trabajadores durante la obra. Las instalaciones serán módulos prefabricados que cumplirán con las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo establecidas en el Real Decreto 486/1997, de 14 de abril.

Las instalaciones de higiene y bienestar incluirán agua potable, vestuarios, duchas, lavabos y retretes. Los lugares de trabajo dispondrán de agua potable fácilmente accesible. Los vestuarios estarán equipados con asientos y taquillas individuales con llave, con suficiente capacidad para guardar la ropa y el calzado. Los vestuarios, locales de aseo y retretes estarán separados por género y no podrán ser utilizados para otros fines. En las proximidades de los puestos de trabajo y los vestuarios, se dispondrán de locales de aseo con espejos, lavabos con agua corriente, jabón y toallas individuales, además de duchas con agua corriente fría y caliente. Las cabinas de los retretes contarán con una puerta con cierre interior, una percha y una descarga automática de agua y papel higiénico. En caso de ser utilizados por mujeres, se instalará un recipiente cerrado. Los locales serán fáciles

de acceder, adecuados para el uso y tendrán características constructivas que faciliten su limpieza y desinfección.

También se dispondrá de locales de descanso con dimensiones suficientes para que el personal de la obra pueda disponer de ellos. Estos locales estarán dotados de asientos con respaldo y mesas, y serán fácilmente accesibles desde los lugares de trabajo.

Se llevarán a cabo acometidas provisionales de electricidad, saneamiento y distribución de agua para todas estas instalaciones de bienestar e higiene.

6.6. VÍAS DE CIRCULACIÓN

Se requerirá que las vías de circulación, tanto internas como externas a los edificios y locales, sean seguras y de fácil acceso para peatones, vehículos y trabajadores en la obra. El número, posición, dimensiones y construcción de las vías se ajustarán al número de trabajadores y a las condiciones del lugar. La anchura de las vías se adaptará al propósito previsto, y se mantendrá una distancia de seguridad suficiente cuando se transiten peatones y vehículos al mismo tiempo. Las vías estarán claramente señalizadas y balizadas para garantizar la seguridad, y su uso será obligatorio en general, excepto en casos donde la actividad lo haga imposible.

6.7. ORDEN, LIMPIEZA Y MANTENIMIENTO

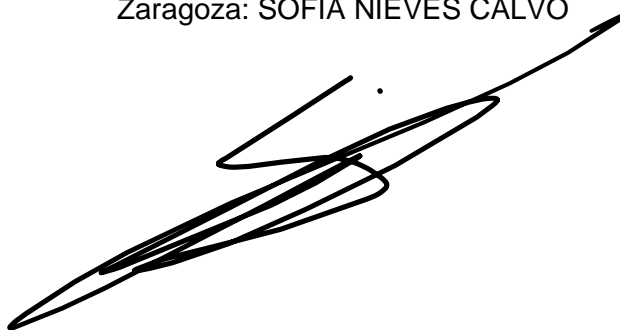
Se garantizará que cualquier zona de paso, salida o vía de circulación esté libre de obstáculos en todo momento para permitir un uso sin dificultades. Los lugares de trabajo, equipos e instalaciones se limpiarán y desinfectarán periódicamente y siempre que sea necesario para mantener condiciones higiénicas adecuadas sin poner en riesgo a los trabajadores. Se proporcionarán los medios necesarios para llevar a cabo estas operaciones de limpieza. Además, los lugares de trabajo y sus equipos e instalaciones se someterán a mantenimiento periódico y siempre que sea necesario para asegurar las condiciones de funcionamiento adecuadas para la labor desempeñada. Cualquier deficiencia que pudiera afectar a la seguridad y salud de los trabajadores se corregirá de manera oportuna.

6.8. DISPOSICIONES RELATIVAS AL EMPLAZAMIENTO DE LA OBRA

Para garantizar la seguridad del personal de la obra y de terceras personas, se delimitará el perímetro de la obra con señalización y vallas. Se asegurará que solo el

personal y los vehículos autorizados accedan al área, y se impedirá el acceso a vehículos o personas ajenas a la obra, especialmente en las zonas de acceso. Se instalarán señales de prohibición en el área y se recordará la obligación de utilizar protecciones individuales en cada acceso. No se permitirán acopios de materiales ni vertidos fuera de la obra, y los residuos serán depositados en instalaciones adecuadas. Además, no se permitirá a terceros utilizar los accesos y zonas colindantes para dejar materiales o verter residuos. Las zonas de acceso se mantendrán siempre libres de obstrucciones.

Firmado por la graduada en Ingeniería Agroalimentaria y del Medio Rural, en
Zaragoza: SOFÍA NIEVES CALVO

A handwritten signature in black ink, consisting of several overlapping loops and a long horizontal stroke at the end, positioned below the printed name.