

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA
ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR D'ENGINYERIA AGRONÒMICA
I DEL MEDI NATURAL



ALUMNO/A: RUBÉN TRAVER ROJANO

DOCUMENTO 2: ANEXOS

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA
ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR D'ENGINYERIA AGRONÒMICA
I DEL MEDI NATURAL



ANEXO I: EMPLAZAMIENTO Y CLIMATOLOGÍA

ÍNDICE DE CONTENIDO

1.	Introducción	4
2.	Datos metereológicos	4
2.1.	Temperatura	4
2.2.	Humedad relativa	5
2.3.	Índice de temperatura-humedad (ITH).....	5
3.	EFFECTO DE LA CLIMATOLOGÍA EN LOS ANIMALES	6
3.1.	Temperatura	6
3.2.	Humedad relativa	6
3.3.	Viento	7

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Temperaturas medias	4
Tabla 2	Registro de las Humedades Relativas medias.....	5
Tabla 3	Índice de temperatura-humedad (ITH).....	6

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Evolución de las temperaturas medias.....	4
----------	---	---

1. INTRODUCCIÓN

El proyecto se localiza en el término municipal de Albal, provincia de Valencia, situado en la comarca de l’Horta Sud. Se encuentra a una altitud de 15 metros sobre el nivel del mar y a una distancia de 7,5 km de la ciudad de Valencia. El término municipal de esta población se extiende por una superficie de 13,4 km².

La explotación de ganado vacuno lechero se ubica en la parcela 34 del polígono 13, en el mencionado término municipal. Las coordenadas UTM de la parcela son las siguientes:

- X: 721.750,52
- Y: 4.363.063,37
- HUSO UTM: 30

Para acceder a la parcela se utiliza el camino de la Folla, dirección Albal-Alcácer.

Se trata de una parcela de superficie de 0,51 ha, la cual se encuentra totalmente ocupada por la explotación de ganado vacuno. Tiene una pendiente de 4,3% bastante uniforme ya que se encuentra hormigonada por completo.

El objetivo del presente anejo es definir las condiciones climatológicas de la zona de Albal. Para ello se realiza, a continuación, un análisis detallado de los datos climatológicos existentes.

La climatología es un factor importante en una explotación ganadera, ya que afecta directamente a la productividad y el bienestar de los animales que habiten en ella.

Para definir el clima de la zona es necesario conocer los parámetros que en el influyen, temperatura y humedad relativa. Estos se toman de la estación meteorológica más cercana a nuestra explotación, en este caso, del observatorio de Picassent, municipio valenciano situado aproximadamente a 5 km de la explotación.

2. DATOS METEREOLÓGICOS

2.1. TEMPERATURA

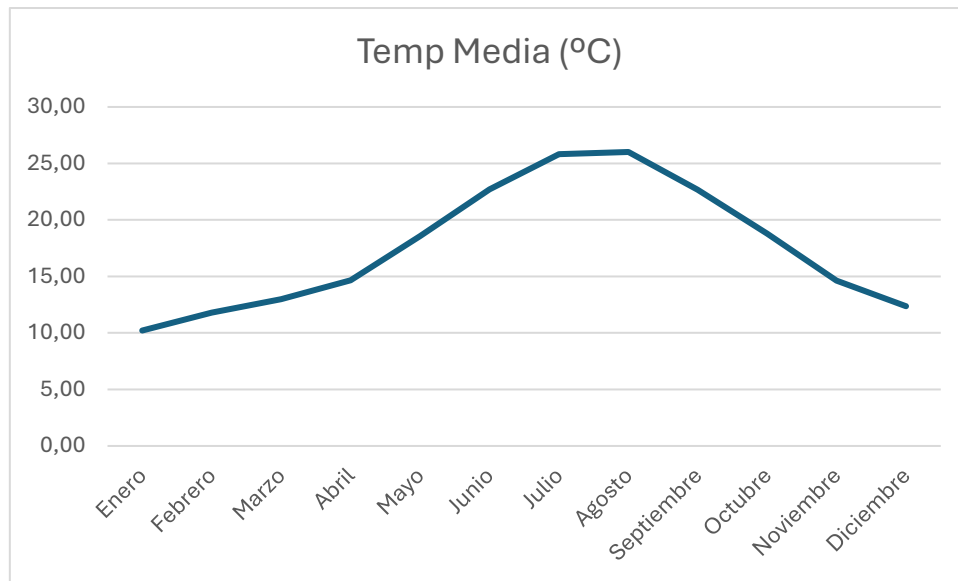
En la Tabla 1, se detallan la temperatura media mensual, teniendo en cuenta los datos desde marzo de 2019 hasta marzo de 2024, en la estación meteorológica anteriormente indicada.

Tabla 1 Temperaturas medias

Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Temp Media (°C)	10,21	11,79	13,00	14,65	18,56	22,71	25,82	26,02	22,68	18,80	14,62	12,37

A continuación, se representa gráficamente la evolución anual de las temperaturas medias mensuales anteriormente indicadas:

Figura 1 Evolución de las temperaturas medias.



Tras este análisis se debe tener en cuenta en el diseño las altas temperaturas del verano que pueden afectar a los animales llegando a producirles situaciones de estrés térmico.

2.2. HUMEDAD RELATIVA

La humedad relativa representa la cantidad de vapor de agua que contiene el ambiente en relación con la cantidad máxima necesaria para saturar el aire a una temperatura. Se representa en porcentaje.

En la Tabla 2, se indica el promedio de las humedades relativas medias mensuales teniendo en cuenta los datos desde marzo de 2019 hasta marzo de 2024:

Tabla 2 Registro de las Humedades Relativas medias

Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
HR Media (%)	68,37	70,53	69,96	72,25	70,39	68,65	70,37	68,84	72,62	73,30	67,23	68,56

Analizando los datos de la tabla, se cumple que las humedades relativas medias están próximas al 70%, por lo que estamos hablando de un Clima Mediterráneo. Además, cabe destacar que la explotación se encuentra cercana a la Albufera que provoca que a lo largo del año se llegué a valores cercanos al 100%. Este fenómeno favorece aún más la incidencia del estrés por calor.

2.3. ÍNDICE DE TEMPERATURA-HUMEDAD (ITH)

El índice de temperatura-humedad (ITH) se crea a partir de la comparación de la temperatura y la humedad relativa para estima la existencia de estrés térmico en los animales.

Para ello se emplea la siguiente ecuación:

$$ITH = 0,81 \times T^a + HR/100 (T^a - 14,4) + 46,4 \text{ (Mader et al., 2002)}$$

El riesgo de estrés térmico se clasifica según el valor obtenido en el THI:

- Ausencia de estrés → $ITH < 71$ (blanco)
- Estrés Suave → $72 < ITH < 78$ (azul)
- Estrés Real → $79 < ITH < 88$ (verde)

- Estrés Grave → $89 < \text{ITH} < 99$ (naranja)
- Muerte de los animales → $\text{ITH} \geq 100$ (rojo)

Con los datos de temperatura y humedad relativa media de la zona, indicados anteriormente, se obtienen los siguientes resultados del ITH mensual mostrados en la Tabla 3:

Tabla 3 Índice de temperatura-humedad (ITH)

Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
ITH	51,80	54,08	55,87	58,40	64,36	70,52	75,36	75,48	70,78	64,88	58,34	55,06

Por temperaturas y humedad relativa medias solo existe riesgo suave en los meses de julio y agosto, y algunos años en junio y septiembre, por lo que en estos meses aún es más importante vigilar a los animales para que no sufran ningún golpe de calor.

Debido a esta situación, durante los meses de verano las vacas es muy difícil que se queden preñadas y, por tanto, la tasa de preñez se reduce prácticamente a 0. Es por ello, que en este periodo no se realiza inseminación artificial.

3. EFECTO DE LA CLIMATOLOGÍA EN LOS ANIMALES

Al tratarse de una explotación intensiva los animales van a permanecer estabulados durante todo el año. Esto permitirá que podamos introducir sistemas que ayuden a superar o reducir los problemas producidos por la climatología sobre las vacas. Por ello, es importante saber cómo afecta la climatología a los procesos productivos e incluso las épocas que mayor riesgo hay.

3.1. TEMPERATURA

La temperatura es el factor principal de riesgo de la especie bovina y va a condicionar la alimentación de los animales. En los meses de temperaturas elevadas, van a tender a disminuir la ingestión de alimentos por lo que estos deberán ser más concentrados para evitar la pérdida de peso de los animales. Además, el consumo de agua va a ser mayor por lo que estará siempre a su disposición en una cantidad elevada. En cambio, los meses de invierno, que en la zona no son excesivamente extremos, los animales van a superarlos sin problema. En cuanto a la alimentación, deberá contener mucha energía y grasa para que no deban movilizar sus reservas para paliar el frío.

En la zona donde se encuentra la explotación, se deberá tener cuidado con el estrés térmico por elevadas temperaturas y humedad relativa. Es por ello, que se colocaran ventiladores para mover el aire y una zona con aspersores donde poder ir los animales a refrescarse. Estos sistemas se activarán de forma automática una vez se superen unas condiciones climatológicas determinadas. A fin de evitar el uso excesivo de agua, los aspersores están equipados con un sistema de proximidad que haga que solo funcionen cuando se acerque un animal y un temporizador para que el tiempo de funcionamiento no sea excesivo.

3.2. HUMEDAD RELATIVA

La humedad relativa afecta negativamente a los animales cuando la temperatura ambiental es elevada aumentado la sensación de estrés térmico a los animales.

En cuanto al interior de la nave, es importante evitar que la cama este muy húmeda ya que va a producir un aumento de la carga de agua en el ambiente. Además, puede ser la causa de cogerás y enfermedades de origen fúngico.

3.3. VIENTO

La orientación de la nave tiene que ver mucho con la dirección del viento. Esta debe situarse perpendicularmente al viento dominante para favorecer así una correcta circulación del aire. En este caso, los vientos dominantes suelen venir del NE. Sin embargo, cuando la intensidad es más elevada la dirección dominante es el Oeste.

Como se ha comentado anteriormente, en la zona los animales es probable que puedan sufrir situaciones de estrés térmico. El viento en este caso ayuda a que el aire en contacto con los animales se mueva y permita un intercambio de calor con el ambiente más adecuado, favoreciendo así que las situaciones de estrés no lleguen a ocurrir.

En caso contrario, durante los meses de invierno es importante evitar corrientes de aire muy elevada que produzcan una sensación mayor de frío a los animales, ya que se incrementan las pérdidas de calor.

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA
ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR D'ENGINYERIA AGRONÒMICA
I DEL MEDI NATURAL



ANEXO II: PLANIFICACIÓN Y MANEJO DE LA EXPLOTACIÓN

ÍNDICE DE CONTENIDO

1.	Sistema de explotación.....	11
2.	Composición del rebaño.....	11
2.1.	Vacas adultas.....	11
2.2.	Animales de reposición.....	12
3.	Elección de los animales	12
3.1.	Raza seleccionada.....	12
3.2.	Características morfológicas.....	13
3.3.	Características productivas	13
4.	Reproducción	13
4.1.	Inseminación artificial	14
4.2.	Detección del celo.....	14
4.3.	Manejo del semen	15
4.4.	Ejecución de la inseminación artificial	16
5.	Gestación.....	16
6.	Parto	17
7.	Lactación y periodo de secado	18
7.1.	Curva de lactación	19
8.	Cría y cría.....	19
9.	Manejo de machos.....	20
10.	Manejo general.....	20
10.1.	Organización de lotes.....	20
10.2.	Reparto de alimentos	20
10.3.	Limpieza de locales	20
10.4.	Manejo de los residuos y el estiércol	21
10.5.	Ordeño	21
10.6.	Otras prácticas ganaderas.....	22
10.6.1.	Sistema de identificación	22
10.6.2.	Sistema de vigilancia.....	23
10.6.3.	Descornado.....	23
10.6.4.	Otros tratamientos	23
11.	Producciones	23
11.1.	Producción de leche	23
11.2.	Producción de carne.....	23
11.3.	Producción de estiércol.....	23

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Curva de lactación estándar	19
--	----

1. SISTEMA DE EXPLOTACIÓN

Se pueden distinguir dos tipos de explotaciones de ganado vacuno según la relación que tengan los animales con el territorio que ocupa la misma:

- Explotaciones ligadas al territorio donde la alimentación es directamente de las praderas que ocupa o se distribuye sobre el comedero tras la recolección. También existe la opción de que parte del alimento se aporte en forma de piensos, ya que es posible que únicamente con el pasto no se cubran las necesidades nutricionales de los animales.
- Explotaciones que son independientes al territorio que ocupan. Son explotaciones con mayor carga ganadera, lo que exige una dedicación exclusiva del ganadero. Se utiliza gran cantidad de piensos y forrajes para la alimentación del ganado y, además, están equipadas con maquinaria con el fin de obtener la mayor cantidad de leche posible.

El sistema más habitual es la estabulación permanente, puesto que permite una producción más controlada y homogénea. Los animales se pueden encontrar en estabulación fija o libre.

La estabulación fija es aquella en la que los animales se encuentran atados permanentemente en sus plazas y no se pueden moverse con libertad. Este tipo de estabulación se encuentra actualmente prohibida o en vía de ello debido que va en contra de la normativa de bienestar animal de la UE. En cambio, la estabulación libre es aquella en que los animales tienen capacidad de moverse libremente. Existen dos tipos de estabulación libre:

- Abierta: los animales tienen acceso libre a todas las áreas que ocupa la explotación. Normalmente se extiende sobre el suelo cama de paja que se retira varias veces al año con el fin de utilizarse como abono. El suelo suele ser de cemento en la zona donde permanecen los animales y se les echa la comida.
- Cerrada: los animales se sitúan en zonas delimitadas por vallado y disponen de filas de cubículos individuales donde descansa. A diferencia de la estabulación fija, los animales no se encuentran atados. El suelo de los cubículos puede estar recubierto por una cama de paja, serrín, arena o por una fina lámina de goma o caucho. Las heces y orina se depositan en las finas entre los cubículos por donde se puede situar una arrobadera que las recoja y deposite en una fosa de purines. Para que la retirada sea correcta el suelo debe estar enrejillado o bien con hormigón armado, a fin de que se encuentre lo más nivelado posible.

La explotación sobre la que se realiza el proyecto presenta una estabulación libre cerrada en la que las vacas se encuentran distribuidas en 3 zonas o parques, 2 de producción y 1 de vacas secas. Los parques de producción tienen cubículos, uno de arena y el otro de colchones y serrín. Además, el parque 2 presenta una zona de cama caliente que permite que la capacidad de animales sea mayor que la del parque 1. Ambos están equipados con arrobaderas que permiten eliminar las deyecciones de los animales a la fosa de purines situada al final de los parques. El parque 4, destinado a las vacas secas, únicamente presenta cama caliente ya que los animales permanecen aquí máximo 2 meses y medio antes del parto.

2. COMPOSICIÓN DEL REBAÑO

2.1. VACAS ADULTAS

La explotación está formada por 120 vacas madre.

El objetivo de la explotación es conseguir que cada vaca produzca al menor 20 litro de leche al día, ya que por debajo de este nivel productivo no es rentable mantenerla en el ordeño. Para ello, en teoría cada vaca debería tener un parto al año asegurando así una producción óptima. Sin embargo, en la práctica no ocurre así ya que el intervalo entre partos se alarga debido a las

dificultades que tienen las vacas en quedarse preñadas. Por ese motivo, se tendrá en consideración un ciclo productivo de 14 meses.

Para determinar el número de partos mensuales:

$$\frac{120}{14} = 8,57 \approx 9 \text{ partos/mes}$$

En los 14 meses que dura el ciclo productivo, la cantidad de leche no es uniforme, sino que se divide en cuatro periodos, por lo que las 120 vacas con las que cuenta la explotación se dividen en:

- Vacas de alta producción: 4 meses
- Vacas de media producción: 4 meses
- Vacas de baja producción: 4 meses
- Tiempo de recuperación o secado: 2 meses

Teniendo en consideración la duración de cada una de las etapas anteriores, las vacas se dividirán de la siguiente forma:

- Vacas de alta producción: $120 * \frac{4}{14} \approx 34$
- Vacas de media producción: $120 * \frac{4}{14} \approx 34$
- Vacas de baja producción: $120 * \frac{4}{14} \approx 34$
- Vacas secas: $120 * \frac{2}{14} \approx 17$

2.2. ANIMALES DE REPOSICIÓN

En las explotaciones de vacuno de leche es muy importante tener en cuenta los animales de reposición que llegarán para sustituir aquellos animales que por diferentes motivos abandonan la explotación.

Es necesario calcular la tasa de reposición que es el número de animales al año que será necesario que lleguen a la explotación. Esta tasa depende de la vida media útil del rebaño (número medio de ciclos). Al tratarse de animales de alta producción su vida útil se acorta y su fertilidad no muy elevada, ya que han sido seleccionados para producir la mayor cantidad de leche posible y esto hace que muchas veces antepongan esto a quedarse preñadas fisiológicamente hablando. Por este motivo, se propone que la vida útil de estas vacas es de 4 ciclos productivos. Así, la tasa de reposición será de:

$$\frac{120}{4} \approx 30 \text{ novillas/ciclo}$$

Dado que siempre hay que dejar un número superior al calculado, para prever muertes, eliminaciones, etc....: dejaremos $30/12 \approx 2,5$ novillas/ mes, que al tener el primer parto a los 2 años nos dará un total de 60 terneras y novillas de reposición en la explotación.

Es necesario remarcar que, en el caso de esta explotación, las terneras de reposición se envían a un centro de cría situado en Titaguas, Castellón, donde son criadas e inseminadas llegando de nuevo a la explotación dos meses antes de parir. Esto ocurre debido a la falta de espacio en la explotación.

3. ELECCIÓN DE LOS ANIMALES

3.1. RAZA SELECCIONADA

La raza elegida para la explotación de ganado vacuno de este proyecto es la Raza Frisona o Holstein. Esta es la raza de vacuno lechero por excelencia ya que se encuentra distribuida por

todo el mundo ya que su adaptabilidad al medio es bastante buena. Además, se caracteriza por conseguir una producción media diaria de 40 l de leche o más.

Esta raza tiene su origen en la región holandesa de Frisa, por lo que recibe su nombre. Sin embargo, desde 1965 gran parte de la genética que se compra en España es de origen estadounidense o canadiense donde se avanzó más en temas de mejora genética, obteniendo animales con mayor producción media.

3.2. CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS

Los animales de la raza frisona son animales celoides, longilíneos, hipermétricos, de poca masa y proporcionado hueso. Se caracterizan por un ligero dimorfismo sexual en su estructura y capacidad, con una moderna tendencia al descornado de los animales para facilitar su manejo. Su condición lechera aporta a las hembras un sistema mamario equilibrado, con ligamentos suspensores fuertes, así pues, la ubre tiene una gran capacidad y está muy desarrollada y bien irrigada, fuertemente adherida, con pezones medianos, separados y simétricos para facilitar el ordeño. La selección por morfología mamaria ha ido en aumento en los últimos años debido a la implantación en las explotaciones de robots de ordeño automáticos, a fin de facilitar la tarea de localización de los pezones y colocación de las pezoneras.

Su capa es berrenda en negro o rojo. Se trata de una capa blanca con manchas negras o rojas distribuidas en zonas bien marcadas.

La cabeza es relativamente pequeña, angulosa y descarnada. La línea frontal cóncava, la cara es recta y alargada, terminando en un morro ancho. Los cuernos son cortos (en los machos son más largos) y no gruesos. Las orejas son finas y muy móviles. Los ojos son grandes y expresivos. Por su parte, el cuello es delgado y alargado en las vacas, con muchos pliegues cutáneos verticales. En cuanto al tronco, es amplio, profundo y ampuloso con el dorso y lomo horizontales, fuertes y potentes, para soportar la masa visceral y en las hembras el feto.

La altura de la cruz suele ser entre 150-160 cm, siendo normalmente mayor en los machos. El peso de las crías al parto es aproximadamente de 40 kg, llegando a alcanzar en su etapa adulta aproximadamente 600-700 kg, en caso de las hembras, y 1000 kg los machos.

3.3. CARACTERÍSTICAS PRODUCTIVAS

Es una raza de aptitud lechera que alcanza los 10000-12000 kg de leche en cada lactación llegando a pico productivos de más de 40 L/día. La composición de grasa y proteína suele estar cerca del 3-4%.

En cuanto a la producción cárnica es una raza bastante pobre ya que tiene mayor desarrollo óseo que muscular. Por eso motivo, es habitual que las hembras se inseminen con semen de razas cárnicas como Limousine o Azul Belga cuyas crías no son muy grandes con el fin de evitar problemas en el momento del parto. Esto proporciona animales con un mayor crecimiento y, por tanto, su precio de venta es mayor.

4. REPRODUCCIÓN

La reproducción se realiza por inseminación artificial (IA). Se requieren entre 2-4 inseminaciones para que las vacas queden gestantes. El 50% o menos se quedan preñadas en la primera inseminación, aunque puede variar mucho dependiendo de la época del año y el nivel productivo del animal.

El objetivo productivo en una explotación de ganado vacuno de leche es conseguir un parto al año, con una lactación cercana a 10 meses y un periodo de secado preparto de 2 meses para que la vaca se recupere antes de la siguiente lactación.

En cuanto a la edad del primer parto, el objetivo es que tenga lugar a los 2 años y medio y siempre antes de los 3 años. El intervalo entre partos suele ser entre 14-16 meses llegando a realizar entre 3 y 4 partos en su vida productiva que será entre 5-7 años.

La reproducción del ganado vacuno se puede realizar a lo largo de todo el año. Sin embargo, en los meses de verano el porcentaje de preñez tras la IA se reduce debido al calor. Además, este porcentaje ya suele bajo en esta raza en particular debido a su especialización en la producción de leche, quedando muchas veces de lado sus funciones reproductivas.

4.1. INSEMINACIÓN ARTIFICIAL

Las ventajas de llevar a cabo la inseminación artificial son:

- Permite elegir los mejores toros, que son testados previamente, y de esta forma transmitir los rasgos deseables a la próxima generación. De esta forma la mejora genética es más rápida.
- Son necesarios menos machos ya que con cada eyaculado se pueden conseguir un gran número de dosis. Esto permite hacer una selección más fuerte dejando como reposición los mejores machos. Además, las pajuelas se pueden congelar en nitrógeno líquido durante un gran periodo de tiempo, llegando a inseminar a vacas con semen de toros ya muertos.
- Se elimina el coste de mantener a un toro en la explotación. Además, es más fácil controlar la consanguinidad.
- Se disminuye la diseminación de enfermedades de transmisión sexual y defectos genéticos.
- Aumenta la fertilidad del ganado respecto a la monta natural ya que existe un mayor control del instante más adecuado para la inseminación.

Para que la IA sea un éxito es necesario llevar a cabo un registro individual de las vacas y sus datos de celos. También es importante registrar las inseminaciones para ver posibles problemas reproductivos. Todo ello es necesario para llevar a cabo un correcto manejo reproductivo.

4.2. DETECCIÓN DEL CELO

La detección de celo es crucial para llevar a cabo la IA en el momento óptimo donde la fertilidad sea más elevada.

Las vacas tienen un comportamiento normal que se ve alterado cuando se encuentran en celo. Esto provoca un aumento de la actividad, que se muestran receptivas a la monta o monten a otras vacas, disminución de la ingesta y descargas de fluidos vaginales.

Es por ello, que existen diferentes técnicas para la detección de celos:

- Pintar la cola: la pintura desaparece cuando son montadas por otras vacas. Además, actualmente se han desarrollado aparatos electrónicos que se colocan en el inicio de la cola y detectan la presión ejercida por otro animal en el momento de la monta.
- Análisis de progesterona en leche: se detecta la caída de los niveles de progesterona, hormona sexual de las vacas, en la leche incluso antes que los síntomas externos del celo sean visibles. Esto permite llevar a cabo la IA en el momento adecuado.
- Equipos de medición del comportamiento: aparatos equipados con una antena capaces de medir la actividad de la vaca y enviarla a un sistema externo para analizarla. Mediante la comparación con su comportamiento habitual se puede detectar la salida en celo de los animales de una forma bastante eficaz. Son capaces de medir la actividad, la rumia e incluso otros comportamientos. La forma de presentación más habitual hasta el momento ha sido en forma de podómetros, sin embargo, se han desarrollado collares y crotales capaces de realizar las mismas mediciones e incluso de una forma más precisa.

- Observación del comportamiento: al menos tres observaciones diarias para comprobar el comportamiento de las vacas y detectar algún símbolo de celo.
- Producción de leche: debido a la bajada en la ingesta es habitual detectar una bajada de la producción de leche durante el tiempo que dure el celo.

En la explotación donde se desarrolla el proyecto, las técnicas llevadas a cabo son el uso de collares y podómetros que unidos a un programa informático son capaces de enviar alarmas de las vacas que muestra comportamientos de celo. Además, son capaces de clasificar los celos a partir de un índice que va del 0 al 100 e indicar el momento óptimo de llevar a cabo la IA. También es importante realizar una observación diaria de los animales para detectar el celo de animales que los dispositivos no son capaces de detectar.

El robot de ordeño que se instalará permite detectar el celo a partir del análisis de la progesterona en la leche mejorando de esta forma la detección de celo e informando al ganadero de que vacas deben ser inseminadas o si se encuentran ya preñadas. Esta aplicación mejorará la detección de celos silenciosos y permitirá disminuir costes en equipos como collares y podómetros y, además, el coste del veterinario para la confirmación de preñez ya que puede pasar de realizar 3 visitas (28, 60, 90 días de gestación) a una sola visita a los 60 días.

4.3. MANEJO DEL SEMEN

El semen utilizado en ganado vacuno suele encontrarse congelado, por lo que es muy importante mantenerlo en una temperatura adecuada para evitar su deterioro.

El semen se almacena en pajuelas marcadas con el código del toro, el nombre, número de registro y un código de recolección.

La descongelación tiene lugar con agua tibia controlando el tiempo que la pajuela permanece dentro del agua y su temperatura para evitar la muerte de los espermatozoides durante el proceso. Una vez descongelado debe utilizarse lo antes posible ya que su calidad va a disminuir en el tiempo.

La pajuela se introduce en una pistola que se introduce a través de la vagina. Mediante palpación rectal se localiza en cuello del útero, lugar idóneo para depositar el semen, y se coloca la punta de la pistola en esa posición. Una vez hay ya se puede depositar el semen.

El equipo para realizar la IA debe contar con los siguientes elementos:

- Tanque preservación del semen que debe mantener las dosis de semen a temperaturas de -196°C. Suele ser de nitrógeno líquido y se debe rellenar cada cierto tiempo.
- Dosis de semen, las cuales se almacenan en el termo.
- Caja para el instrumental, que se guarda en un sitio que lo proteja del polvo y la suciedad.
- Pinzas para manejar el semen.
- Caja o termos de descongelación.
- Termómetro para controlar la temperatura de descongelación.
- Material para cortar los recipientes que contienen las dosis de semen.
- Guantes de plástico para proteger la mano del operario a la hora de realizar las palpaciones para la inseminación.
- Pipeta o pistola para la aplicación del semen dentro de la hembra
- Libro de registro de todas las inseminaciones que se realizan en la explotación.

La descongelación del semen también es un factor importante que influye en el éxito de la inseminación artificial. La temperatura ideal es de 35-37°C. Por un tiempo de 30-40 segundos el semen debe dejarse en agua tibia por lo que es importante medir con termómetro la temperatura del agua. También debe protegerse el semen de los rayos solares, luz intensa y corrientes de aire.

4.4. EJERCUCIÓN DE LA INSEMINACIÓN ARTICIAL

El celo no es más que un periodo de aceptación para el apareamiento, es decir, la receptividad sexual, que normalmente se presenta en novillas pubescentes y vacas no preñadas. El ciclo estral de la vaca dura 21 días y el período de celo tiene una duración de entre 6 y 30 horas. El intervalo entre dos celos es normalmente de 18 a 24 días.

La vaca puede quedarse preñada si la inseminación se ha realizado en el momento adecuado. El óvulo es liberado del ovario entre las 10 y las 14 horas tras la finalización del celo y puede sobrevivir fértil entre 6 y 12 horas, mientras que el espermatozoide puede vivir hasta 24 horas en el aparato reproductivo de la vaca. Por ello, si en la observación que se realiza por la mañana se detecta que una vaca está en celo, su inseminación se realizará esa misma tarde. Si, por el contrario, se observa que está en celo durante la tarde, su inseminación se realizará a la mañana siguiente.

La técnica de inseminación más extendida en bovino es el método recto-cervical, que consiste en introducir un brazo por el recto de la vaca, manipulando el cérvix, y con la otra mano manipular el aplicador o pistola de inseminación que se introduce vía vaginal para depositar el semen en el cuello del útero.

Como ya se ha comentado anteriormente, los robots serán capaces de identificar la salida en celo mediante la medición de progesterona en la leche. Cuando detecte que la vaca está en celo, no le permitirá salir al parque con el resto, sino que la dirigirá, mediante una puerta seleccionadora, a un recinto cerrado donde poder ser cogida e inseminada. Este procedimiento será llevado a cabo por un veterinario.

En caso de que se detecte que una vaca no sale en celo se realizará el siguiente protocolo:

- Se pedirá al veterinario que realice una explotación de los óvulos para ver si existen quistes que lo impidan.
- Se realizará un tratamiento hormonal con el fin de producir la salida en celo. El tratamiento empleado será a partir de Gonadotropinas (GnRH) + Prostaglandinas, existiendo estas 2 opciones:

- Simple

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
GnRH						PGF ₂ α		GnRH	IA

- Doble

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
GnRH						PGF ₂ α			GnRH				
15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
		GnRH							PGF ₂ α			GnRH	IA

El tratamiento simple se realizará a vacas multíparas que no hayan salida en celo tras 100-120 días de lactación. En cuanto al doble, se realizará a las que el primer tratamiento no surja efecto. Si este tratamiento no funciona se designará para llevar a matadero tras completar la lactación.

5. GESTACIÓN

El tiempo de gestación medio en ganado vacuno es de 9 meses, como en el caso de los humanos, aunque el rango más específico varía entre los 276 y 283 días. Estos datos pueden depender de la raza, la edad y el tamaño de la vaca gestante. También puede influir el tamaño del ternero o el

número de crías. En caso de partos dobles, los cuales no son muy comunes, es habitual que el parto de adelante unos días.

Existen varios métodos para corroborar la preñez de una hembra bovina una vez que ha sido fertilizada:

- Observación: en caso de no salida en celo de la vaca tras 21 días desde la última IA.
- Palpación rectal: se puede realizar a partir de los 40 días de gestación, cuando el feto ya empieza a tener un cierto tamaño.
- Ecografía: se introduce el ecógrafo vía rectal para ver si existe o no desarrollo embrionario en el útero. Se realizan tres comprobaciones a los 38,60 y 90 días de gestación.
- Progesterona en leche: detección del aumento de la progesterona en leche tras 21 días de la IA.

Conforme vaya avanzando la gestación, el crecimiento del ternero va a ser más visible ya que el vientre de la madre aumentará su tamaño de forma considerable. Debido al desarrollo embrionario, es recomendable aumentar la energía de la vaca en el último tercio de gestación. Además, los dos últimos meses van a dejar de producir leche para que todos sus nutrientes se destinen al crecimiento del feto.

Cuando se produce un aborto, interrupción repentina de la gestación, la preñez llega a su fin. Las principales causas de aborto son:

- Inseminación de una vaca ya preñada.
- Lesiones físicas.
- Ingestión de alimentos en mal estado, que contengan toxinas, moho o altos niveles de estrógenos.
- Enfermedad, principalmente, infecciones microbianas.

6. PARTO

Después del periodo de gestación, el desarrollo embrionario se encuentra completo y está listo para salir. El proceso de expulsión de la cría recibe el nombre de parto y se recomienda que ocurra en un ambiente lo más cómodo y tranquilo posibles para la vaca.

El proceso de parto de una vaca consta de 3 fases, las cuales son desencadenadas por señales neuronales y hormonales de su organismo. La primera fase tiene una duración máxima de 24 horas y es en la cual comienza la dinámica uterina y la dilatación del cuello de la hembra. Una vez que están creadas las condiciones para el nacimiento, el ternero se abre paso a través del canal vaginal y lo atraviesa. Las vacas experimentadas no suelen necesitar ayuda en esta fase, pero algunas primerizas sí. Los signos de parto inminente son:

- Alargamiento e inflamación de las ubres.
- Abdomen hinchado.
- Relajación de los ligamentos pélvicos.
- Descarga del tapón mucoso que cerraba el útero
- La vaca se empieza a tumbar y levantar. Se muestra intranquila.
- En algunos casos, se aparta del resto del grupo en busca de espacio y tranquilidad.

La tercera y última fase consiste en la expulsión de la placenta, la cual carece de utilidad para una madre una vez que ha nacido la cría. Si después de 12 horas todavía no ha expulsado la placenta se deberá llamar al veterinario ya que se puede producir algún tipo de infección en la vaca. Sin embargo, puede ocurrir que, si el parto es por la noche o cuando no haya nadie presente en la explotación, la vaca se coma la placenta al tratarse de una especie que tiene el papel de presa en la naturaleza.

Al igual que en el último tercio de gestación, la alimentación los 60 días después del parto es importante ya que las necesidades nutricionales son mucho mayores que en cualquiera de las otras fases del ciclo productivo. Se llega al punto de que las necesidades sean tan elevadas que la vaca no es capaz de ingerir el alimento necesario como para cubrir las y se encuentre en una situación de déficit. Es por lo que las vacas deben llegar al momento del parto con algunas reservas de grasa, que le van a ser útiles llegado este momento.

7. LACTACIÓN Y PERIODO DE SECADO

En la explotación se realiza lactación artificial, ya que las crías son apartadas de sus madres al nacer. Las vacas pasan a lactación tras el parto, pero durante los 2 primeros días se recoge el calostro para dárselo a las crías mediante el uso de biberones de 1,8 litros. Las crías que proceden de cruce con razas cárnicas son llevadas a cebadero a los pocos días de nacer, al igual que los machos de raza frisona. En el caso de las hembras frisonas que servirán para reposición son enviadas a un centro de cría situado en la localidad de Titaguas, Castellón.

El calostro es la leche que produce la madre durante los 2 primeros días postparto. Se caracteriza por tener un valor autoinmune muy importante para la cría, ya que la pared del estómago aún se encuentra en desarrollo y es capaz de absorber nutrientes que luego ya no podrá. Además, tiene alto contenido energético que le permite combatir la hipotermia y facilita el tránsito intestinal, debido al elevado contenido en sales de magnesio que tienen un efecto laxante, lo cual ayuda a la cría a expulsar el meconio, material fecal fetal.

Los terneros recién nacidos están desprovistos de inmunoglobulinas en el suero sanguíneo por lo que están completamente desprotegidos frente a cualquier enfermedad, por lo que es esencial que tomen el calostro correctamente, ya que les aportará los anticuerpos necesarios en las primeras horas de vida.

El ciclo productivo de una vaca comprende todas las fases y sucesos por las que pasan las vacas entre un parto y el siguiente. Este se divide en cuatro periodos bien diferenciados: parto, lactación exclusiva, lactación más gestación y periodo seco.

El primer periodo de lactación comprende desde el parto hasta que se supera el pico de lactación, dura unos tres meses. Durante este periodo se produce una importante movilización de grasas corporales porque los animales se encuentran en déficit nutricional.

El segundo periodo de lactación se inicia una vez superado el pico de lactación hasta el momento del secado. Durante dos meses la hembra ni gana ni pierde peso, pero después se recupera hasta el secado. Este periodo dura al menos 7 meses.

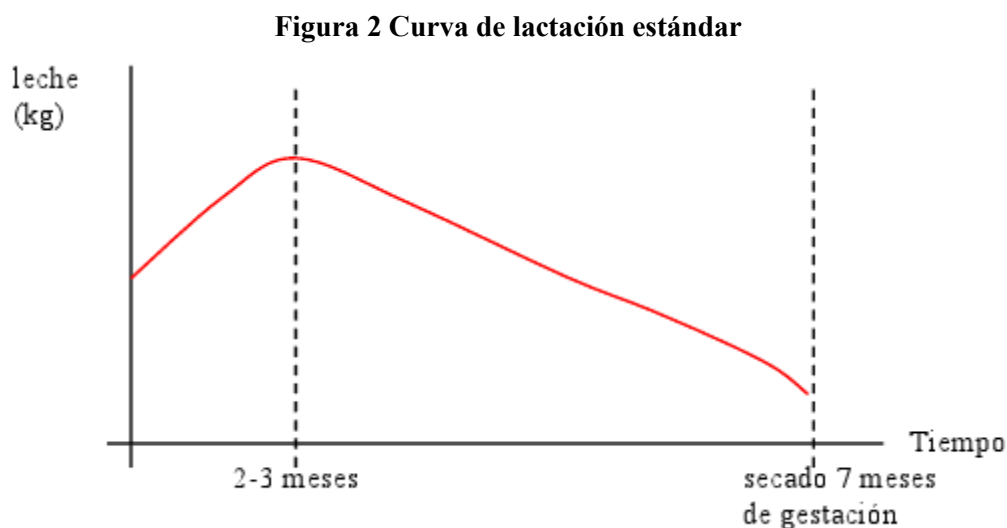
El periodo seco de las vacas se inicia debido a que en 2 meses la vaca va a tener un nuevo parto o porque la producción de leche es menor de 20 litros al día y es preferible que el animal se recupere a que siga en lactación. El cese del ordeño marca el comienzo del periodo seco, produciéndose la reabsorción de la leche no secretada y una pérdida rápida de las células secretoras de la glándula mamaria. Este periodo es una fase de reposo entre lactaciones.

El objetivo fundamental del periodo seco es garantizar el descanso de la glándula mamaria y la regeneración del tejido glandular productor de leche para preparar a la vaca para la siguiente lactación. Aquellos animales que sufran infecciones en alguno de sus cuartos durante la lactación deberán ser tratados durante este periodo a fin de que al inicio de la siguiente todos se encuentren en perfecto estado.

7.1. CURVA DE LACTACIÓN

La curva de lactación es la representación de la producción de una vaca a lo largo de la lactación. El pico de leche se define como la producción máxima en un día, se suele alcanzar en los primeras 90 días de la lactación.

La curva de la producción de leche en una lactación estándar sigue la evolución que se representa en la Figura 1:



En general, a partir del parto la producción aumenta rápidamente (tasa de ascenso) hasta alcanzar el pico e inmediatamente después desciende gradualmente (tasa de descenso) hasta llegar al final de la lactación.

Existe una relación positiva entre el pico de leche y la producción total de la lactación. Las vacas primerizas tienden a dar unas curvas más chatas, ya que el pico de lactación es un 25% menor que el de las vacas adultas.

A partir del 5º mes de gestación de la vaca se acelera la caída de la producción.

8. CRÍA Y RECRÍA

La cría y recría no tiene lugar en la explotación, las terneras de reposición son enviadas a las pocas semanas de edad a un centro especializado en recría situado en Titaguas. Este centro se encarga de criar a las terneras hasta dos meses antes de su primer parto cuando son enviadas de vuelta a la explotación.

Su objetivo es que las novillas tengan su primer parto a los 2 años o 2 años y medio por lo que se empezarán a cubrir a partir de los 15 meses de edad. Es importante que las novillas tengan una condición corporal, por tanto, la alimentación debe ser controlada para evitar cualquier problema que dificulte o impida que se queden preñadas.

En el momento que llegue a la explotación, se debe mantener una dieta rica capaz de cubrir tanto las necesidades de gestación como las de crecimiento, ya que las novillas aún se encuentran en desarrollo. Su fertilidad futura se puede ver afectada si la novilla no se crece adecuadamente durante el último tercio de gestación o sufre un engrasamiento excesivo que puede dificultar el parto.

Tras el parto, las novillas se unen al resto de vacas que ya se encuentran en producción.

9. MANEJO DE MACHOS

Desde hace un año la explotación no cuenta con machos adultos debido a que únicamente se realiza IA. Se usa semen sexado de raza frisona en las novillas para que nazcan hembras y semen sexado de razas cárnicas en el resto de las vacas adultas para que nazcan machos ya que tienen un mayor precio en los cebaderos. Este semen se comprará siembre en centros especializados.

El uso de semen sexado disminuye un poco la fertilidad, pero te permite saber el sexo de la cría en el momento que se confirma la preñez. Además, en el caso de las novillas te permite asegurar la reposición de la explotación y maximizar la mejora genética.

En cuanto al semen de razas cárnicas se suele emplear el de azul belga, pero dependiendo del coste de la pajueta, en ocasiones, se utiliza semen de limousine.

10. MANEJO GENERAL

10.1. ORGANIZACIÓN DE LOTES

En la explotación los animales se encuentran divididos en 3 lotes:

- Lote 1: 50 vacas adultas en ordeño.
- Lote 2: 70 vacas adultas en ordeño.
- Lote 3: vacas secas y novillas llegadas del centro de recría.

Para el nuevo manejo de la explotación, con la implantación de robots de ordeño automáticos, únicamente se van a dividir las vacas en producción y secas. De esta forma todas las vacas en ordeño tendrán acceso a los robots.

Los cubículos de descanso del lote 1 son de caucho y echa diariamente serrín encima. En cambio los del lote 2 son de arena y, además, tienen una zona de cama caliente de serrín y estiércol. El lote 3 únicamente tiene cama caliente.

10.2. REPARTO DE ALIMENTOS

El reparto de alimentos se realiza dos veces al día después del ordeño. La ración diaria se encuentra cercana a los 36 kg de alimento, que teniendo en cuenta un 50% de materia seca (MS) equivaldría a 18kg/ms al día.

La ración actual está compuesta por 6,9 kg de alfalfa, 1,3 kg de paja, 12 kg de pienso y 16 kg de cebadilla o bagazo de cerveza. En algunas ocasiones se utiliza semillas de algodón.

El reparto se realiza utilizando un carro mezclador que permite crear un alimento completo con el fin de que los animales no puedan seleccionar un componente sobre otro y la dieta ingerida sea lo más homogénea posible. Además, tendrán siempre a disposición agua y piedras de sal.

10.3. LIMPIEZA DE LOCALES

Una adecuada limpieza y desinfección de las instalaciones junto con la desinsectación y desratización tienen un efecto positivo sobre el estado sanitario de los animales.

La retira del estiércol en la zona de los cubículos se encuentra automatizado mediante arrobaderas que arrastran las deyecciones hasta la fosa de purines. De forma diaria se extrae purín mediante una cuba y es aplicado a las ficas cercanas a la explotación. Además, una vez al mes se extrae el estiércol de la zona de cama caliente que es vendido a los agricultores de la zona.

Las aguas procedentes de la limpieza de la sala de ordeño y la lechería serán conducidas a la fosa de purines, al igual que las aguas pluviales. La limpieza de estas zonas es muy importante por lo que se realizará de forma diaria. Los tanques de almacenamiento de la leche se deben limpiar cada

vez que sean vaciados mediante agua caliente y legía. Después deben ser enjuagados correctamente para evitar la contaminación de la leche.

En cuanto al equipo de ordeño, se limpia de forma automática tras cada ordeño combinando semanalmente detergentes ácidos y básicos para asegurar la correcta limpieza de las tuberías.

Para llevar a cabo todas estas tareas se emplea una excavadora o tractor equipado con una pala.

Para la desinsectación y desratización, se deben utilizar productos recomendados por un especialista y evitar cualquier tipo de intoxicación.

10.4. MANEJO DE LOS RESIDUOS Y EL ESTIERCOL

El estiércol se almacenará en una explanada ubicada frente a la explotación hasta que sea adquirido por agricultores locales. En cuanto a los purines, el propietario de la explotación los utiliza para fertilizar sus campos de cítricos.

Recientemente, se ha implementado un sistema de separación de sólidos y líquidos en la balsa de purines. El componente líquido seguirá siendo utilizado para la fertilización de los cultivos. Sin embargo, el componente sólido se dejará secar para ser utilizado como lecho en lugar de la arena actualmente empleada en los cubículos.

El propósito de esta medida es reducir la carga de materia orgánica en los purines, permitiendo así aumentar la dosis aplicada en los campos y, a su vez, reducir los costos asociados a la compra de materiales como serrín, arena y paja, que actualmente se utilizan como lecho.

10.5. ORDEÑO

El ordeño es el acto de extraer de la ubre la leche acumulada a través del estímulo de esta.

La leche se genera en los alveolos de las glándulas mamarias y es forzada a salir, después de que la vaca reciba los estímulos oportunos, hacia los conductos de la ubre. Se almacena en la cisterna hasta que el tercero, el operario o la máquina de ordeño realice la presión adecuada sobre el pezón que permita su extracción.

En la actualidad, existen 2 lotes en la explotación que son ordeñados 2 veces al día. Uno se realiza a primera hora de la mañana (5:30-9:00) y el otro a media tarde (17:30-21:00). La duración del ordeño va a depender del número de animales que se encuentren en ordeño en ese momento. En primer lugar, se ordeña el lote 2 y, a continuación, el lote 1.

Para iniciar el ordeño, las vacas serán conducidas hasta la sala de espera que forma parte del parque 1, pero se puede cerrar el acceso a los animales del lote 1 que allí se encuentran.

El diseño de la explotación va a permitir que las vacas de un mismo lote puedan acceder a la sala de espera; el número de animales que formará cada lote será de 70 vacas en el lote 1 y 50 vacas en el lote 2.

La instalación de ordeño está formada por 12 juegos, cada vez que se abran las puertas de la sala de ordeño entrarán 6 vacas en cada plataforma.

Concluido el ordeño, los animales saldrán de la sala de ordeño por el lado opuesto al que habían entrado, y entrarán directamente en el parque 2. En cuanto se ordeñan todos los animales del lote 2, una zona del parque 2 se cierra para actuar como sala de espera post- ordeño para las vacas del lote 1. Una vez finalizado el ordeño del lote son guiadas de nuevo al parque 1.

La rutina del ordeño debe efectuarse de modo higiénico. Se garantizará llevando a cabo la rutina:

- Antes de comenzar, los pezones, la ubre y las partes contiguas deben estar limpias.
- Estimulación de la ubre con un masaje.
- Se controla la leche procedente de cada animal, para detectar las anomalías organolépticas o fisicoquímicas.
- Colocación de las pezoneras.
- Ordeño propiamente dicho.
- Retirada de las pezoneras.
- Inmersión de pezones en una solución cicatrizante y desinfectantes, ya que el conducto de la ubre permanece abierto durante un pequeño periodo de tiempo después del ordeño y puede ser entrada de patógenos.

Hay que tener en cuenta que no se puede destinar al consumo humano la leche de animales que presenten signos clínicos de mastitis, y la de aquellos animales sometidos a tratamientos con antibióticos tampoco. La leche extraída irá al tanque de leche, que es un tanque frigorífico que estará colocado en la lechería. La temperatura debe estar en todo momento dentro de los parámetros legalmente establecidos (3-4°C) para su adecuada conservación en el tiempo.

En el futuro, con la adopción de sistemas de ordeño automatizado, la tradicional sala de ordeño será reemplazada por robots especializados, lo que implicará que los animales se congreguen en un único espacio. Estos robots estarán estratégicamente ubicados para permitir que las vacas accedan a pares, una en cada dispositivo.

Cada vaca contará con un sistema de identificación electrónica que permitirá a los robots determinar si el animal ha sido ordeñado recientemente. En caso negativo, el robot procederá con el ordeño; en caso contrario, permitirá que la vaca se reincorpore al resto del ganado.

Adyacente a los robots, se establecerá un área adicional donde las vacas serán dirigidas por el sistema central, basado en diversos criterios como la detección de mamitis, el celo, la baja producción, el proceso de secado, entre otros.

Los robots estarán equipados con avanzados sistemas de detección y análisis, incluyendo conteo de células somáticas y medición de conductividad para la detección temprana de mamitis. Asimismo, contarán con tecnología de visión artificial para localizar y posicionar adecuadamente los pezones, y sistemas para la medición de estrógenos a fin de detectar el celo. La limpieza de los equipos será realizada de manera automática, con un sistema de almacenamiento externo.

La implementación de esta tecnología permitirá ajustar el proceso de ordeño de cada animal según sus necesidades individuales, lo que se traducirá en un aumento estimado del 5-10% en la producción diaria de leche. Además, posibilitará una recopilación más precisa y detallada de datos, lo cual contribuirá significativamente a la toma de decisiones en la gestión de la explotación.

Es fundamental tener en cuenta que la operación de estos sistemas requerirá un mantenimiento regular y periódico para garantizar su óptimo funcionamiento.

10.6. OTRAS PRÁCTICAS GANADERAS

10.6.1. Sistema de identificación

Se basa en la colocación de dos crotales auriculares que van acompañados de un documento de identificación individual. Con la implantación de los robots será necesario implantar crotales electrónicos para que el robot pueda identificar todos los animales de forma individual.

10.6.2. Sistema de vigilancia

Es importante controlar todo lo que entra y sale de la explotación para prevenir la entrada de enfermedades en la explotación. Se debe registrar los movimientos de animales, material reproductivo, alimentación, agua, residuos ganaderos y vehículos. Además, se debe evitar al máximo el contacto con vectores y animales salvajes que pueden ser también un foco de enfermedades.

10.6.3. Descornado

Este manejo es cada vez menos habitual ya que se han seleccionado animales sin cuernos para mejorar las tareas de manejo en la explotación. En caso de que sea necesario, solo se puede realizar con permiso del veterinario. Los procedimientos más usados son el desmochado por cauterización, el desmochado químico mediante la aplicación de una sustancia cáustica y el descornado por amputación.

10.6.4. Otros tratamientos

Aquellos a realizar cuando sean necesarios para la desparasitación de garrapatas u otros parásitos, éstos se realizarán mediante el uso de comederos autoblocantes.

11. PRODUCCIONES

La producción principal de la explotación es la leche. Sin embargo, se van a dar otras producciones: los terneros y las terneras, que no se destinan a reposición se venderán a un cebadero para que se engorden y se utilicen para la obtención de carne. Además, también se producirá estiércol y purín, que bien se utilizarán en la aplicación de los campos del propietario de la explotación o bien se venderán a los agricultores de la zona.

11.1. PRODUCCIÓN DE LECHE

La producción diaria de la explotación esta entre los 3500-4000 kg leche/día. Esto varía dependiendo del número de animales que se encuentren en ordeño en cada momento, las temperaturas y el momento del ciclo productivo en el que se encuentren las vacas a nivel general.

La recogida de la leche se realiza los lunes, miércoles, viernes y domingo. La leche se utiliza para la producción de quesos y productos lácticos destinados a grandes supermercados.

La producción anual de la explotación se estima entre 1.277.500-1.460.000 kg de leche/año.

11.2. PRODUCCIÓN DE CARNE

Una parte de los ingresos de la explotación proviene de la venta de terneros/as para su futuro engorde.

Únicamente se quedan como reposición las crías de las 30 novillas que son inseminadas con semen sexado de raza frisona en cada ciclo. Así pues, teniendo en cuenta que la duración de cada ciclo productivo es de 14 meses y que en la explotación hay un total de 120 animales, en cada ciclo se venderán aproximadamente 90 terneros de raza mixta ya que se usa semen sexado de razas cárnicas para inseminar a las vacas adultas, de más de 1 parto.

11.3. PRODUCCIÓN DE ESTIÉRCOL

Una vaca produce el 8% de su peso vivo en estiércol y orina. De esta manera se estima que cada vaca produce una media de 55 kg de estiércol al día.

$$120 \text{ vacas} * 55 \frac{\text{kg}}{\text{día}} * 365 \frac{\text{días}}{\text{año}} = 2.409.750 \frac{\text{kg}}{\text{año}}$$

Se debe tener en cuenta que ahora mismo esta producción es menor al tener estiércol y purín. Sin embargo, con la colocación del separado de sólido-líquido el error de esta estima será menor.

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA
ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR D'ENGINYERIA AGRONÒMICA
I DEL MEDI NATURAL



ANEXO III: INSTALACIONES EXISTENTES

ÍNDICE DE CONTENIDO

1.	Introducción.....	27
2.	Naves para descanso y alimentación	27
2.1.	Parque 1	27
2.2.	Parque 2	27
2.3.	Parque 3	28
2.4.	Parque 4	28
2.5.	Diseño de cubículos	28
2.6.	Bebederos	28
2.7.	Arrobaderas.....	29
2.8.	Fosa de purines	29
2.9.	Separador sólido-líquido.....	29
3.	Centro de ordeño	30
3.1.	Sala de ordeño.....	30
3.2.	Lechería	30
3.3.	Oficina y sala del personal.....	30
3.4.	Almacenes.....	30
4.	Zona exterior	31
5.	Otras instalaciones.....	31
5.1.	Pajar	31
5.2.	Maquinaria.....	31
5.3.	Silos	31
5.4.	Zona de los mamones	31

1. INTRODUCCIÓN

En el siguiente anejo se presentarán las diferentes estancias e instalaciones, representadas en el Plano 1, que componen actualmente la explotación, la cual sigue una estabulación libre cerrada sin paredes en la zona de descanso de las vacas, en los alojamientos y las instalaciones deben ser funcionales, económicas y eficaces. Además, se realizarán los cálculos de la nave donde se situarán los robots de ordeño.

La explotación consta de tres naves principales que albergan a los animales distribuidos en lotes, un centro de ordeño que incluye la sala de ordeño y la lechería, una oficina, una zona de cuadras, un área de almacenamiento de alimentos compuesta por dos silos y un pajar, así como una zona destinada al almacenamiento de maquinaria.

La nueva nave en la que se situaran los robots ocupara parte de una de las ya existentes y la sala de ordeño.

2. NAVES PARA DESCANSO Y ALIMENTACIÓN

La distribución de las naves actual se hizo con el fin de facilitar la entrada de las vacas en producción en la sala de ordeño. Las naves no son del mismo tamaño ya que se han ido construyendo en los años conforme la explotación crecía.

Las vacas se encuentran bajo el sistema de estabulación libre cerrada, y por tanto los animales se pueden mover libremente por su nave. Los animales disponen de cubículos individuales para su descanso, y se pueden mover libremente para su alimentación.

2.1. PARQUE 1

En el Parque 1 se localizan las vacas del lote 1. Tiene capacidad para 50 vacas adultas que disponen de cubículos de caucho recubiertos de serrín para mejorar su descanso. Estas plazas de descanso individual tienen por objeto que la vaca se pueda tumbar de frente y salga hacia atrás, para que no defeque y orine en este espacio que es en el que se tumba y lo mantenga limpio.

Las dimensiones del parque son aproximadamente 40x12,5 situándose en el centro los cubículos y a cada lado de ellos hay una arrobadera que se emplea para recoger las heces varias veces al día.

Existe una zona dentro de la nave la cual se encuentra separa por una valla y se utiliza como sala de espera en el momento del ordeño. En ella se encuentra el único bebedero de esta nave que tiene una longitud de 2 metros. Está equipado con una boya que permite mantener siempre el mismo nivel de agua.

La solera de la nave es de hormigón y se encuentra 40 cm por debajo del nivel del pasillo de alimentación para permitir un acceso mejor al alimento.

Existen 35 m de comederos autoblocantes, ocupando por completo el lateral que da al pasillo de alimentación.

2.2. PARQUE 2

En el Parque 2 se localizan los animales del lote 2. Tiene capacidad para 70 vacas adultas.

Tiene una zona con la misma distribución que el parque 1 pero, además, existe una zona de cama caliente que permite a los animales tumbarse y descansar también.

La superficie total del parque es aproximadamente de 900 m², 500m² ocupados por cubículos y arrobaderas y 400 m² de cama caliente.

En este parque existe una zona que se utiliza como sala de espera post ordeño, en la que permanecen las vacas del parque 1 hasta que son ordeñada todas y se vuelven a su emplazamiento habitual. Esta zona será remodelada para colocar los robots de ordeño.

En cuanto a los bebederos, se dispone uno de 1 metro en el extremo del pasillo de alimentación que da a la sala de ordeño. Además, se sitúan 2 bebedero de individuales automáticos en el extremo opuesto del parque junto a la fosa de purines.

2.3. PARQUE 3

El parque 3 realmente forma parte del parque 2 pero se puede situar un pastor eléctrico en caso de ser necesario utilizar como lazareto.

2.4. PARQUE 4

En el parque 4 se localizan aquellos animales que no se encuentran en producción.

Dispone de un bebedero de 0,5 m con boya que permite tener acceso continuo a agua.

No presenta cubículos y las vacas descansa sobre cama caliente.

En cuanto a la alimentación, presenta 20 m de comederos autoblocantes, 5m en el pasillo de alimentación y los restantes junto al pajar.

2.5. DISEÑO DE CUBÍCULOS

Los cubículos están diseñados para permitir el movimiento de levantarse y tumbarse respetando la biomecánica de la vaca. Así pues, sus dimensiones son 1,2 m de ancho por 2,5m de largo. Sobre los cubículos se coloca una barra para limitar hasta dónde puede entrar la vaca y los bordillos deben ser redondeados. La solera del cubículo es de hormigón y se sitúa a un nivel superior al pasillo de circulación con un escalón de una altura de 25 cm, y debe tener una ligera pendiente hacia el pasillo de circulación. Sobre la solera se coloca una colchoneta o arena sobre la que reposarán las vacas. Los pasillos de acceso a los cubículos son, aproximadamente, de 3,5 m. Además, existen 3 pasillo de 1,5 m distribuidos a lo largo de la fila de cubículos que permiten pasar de un lado al otro. La limpieza de los pasillos se realizará mediante arrobaderas.

2.6. BEBEDEROS

Las vacas pueden consumir entre 4,5 y 5,0 litros de agua total (de bebida y contenido en el alimento) por cada kilo de leche producida, aportando el agua de bebida cerca del 80-90% de las necesidades totales del animal. Debe recordarse que los bebederos deben ser fáciles de limpiar y ser limpiados con regularidad, además, deben dimensionarse para permitir su uso a varios animales simultáneamente.

El suelo alrededor del bebedero debe ser firme y proporcionar un apoyo seguro a las vacas. Deberá tener ligera pendiente para evitar encharcamientos. También debe evitarse que el agua llegue a los cubículos contiguos. La altura de colocación del bebedero varía entre los 60 y 80 cm, no debiendo superarse el 61% de la altura a la cruz del animal. La profundidad del agua recomendable se sitúa entre 10 y 20 cm, 82 ya que debemos considerar que las vacas introducen el morro en el agua entre 2 y 5 cm, inclinando la cabeza unos 60°.

Se recomiendan 60 cm de espacio lineal de bebedero cada 15-20 vacas. Esto permite beber simultáneamente al 5-7% de las vacas de un grupo o lote. Por tanto, un grupo de 100 vacas necesita entre 3-3,5 m de acceso al bebedero, mejor si se reparte en dos o tres localizaciones.

En este caso, todos los parques presentan suficientes bebederos para la cantidad de animales que alojan.

Los bebederos conjuntos, en los que pueden acceder varias vacas a la vez, son de acero inoxidable que llevan incorporada una boya, que mantendrá el nivel de agua en el bebedero, a medida que las vacas vayan bebiendo. En cuanto a los bebederos individuales, solo se encuentran en el parque 2, son también de acero inoxidable y presentan una lengüeta que al ser presionada por el morro de la vaca permite el llenado de la cubeta del bebedero.

2.7. ARROBADERAS

Para la limpieza de las deyecciones en estabulaciones libres con cubículos el principal sistema utilizado es el de arrobaderas, concretamente arrobadera hidráulica. Es un sistema de funcionamiento discontinuo producido por el desplazamiento de la barra de tracción, colocada en una ranura longitudinal a lo largo del pasillo de limpieza, la cual es desplazada adelante y atrás por el conjunto cilíndrico. La barra de tracción se ubica en el centro del pasillo. El movimiento es lento para evitar el estrés de los animales y que se puedan quitar fácilmente o pasar por encima de la excreta. Se colocará una arrobadera en cada uno de estos pasillos que arrastrarán todos estos purines hasta la fosa de purines situada de forma perpendicular a la dirección de las arrobaderas. La limpieza de los pasillos mediante arrobaderas se realiza 3-4 veces al día.

2.8. FOSA DE PURINES

Se sitúa en un extremo de las naves de descanso y se hace llegar hasta allí tanto las deyecciones como el agua sucia proveniente de la limpieza de las instalaciones de ordeño y la lechería.

Tiene capacidad de acumular los purines durante aproximadamente 15 días, esta capacidad aumentará al colocar el separador de sólido-líquido ya que se elimina gran parte de la materia orgánica del purín.

Teniendo en cuenta que una vaca adulta produce entre 50-60 litros de purín al día, que equivale aproximadamente a 0,05-0,06 m³, la fosa de purines debe tener una capacidad de 108 m³.

Las dimensiones actuales son de 30*2,3*2 metros que equivale a 138m³ de capacidad, que es suficiente para acumular el volumen de purín producido.

2.9. SEPARADOR SÓLIDO-LÍQUIDO

El separador de sólido-líquido es una herramienta fundamental en la gestión de residuos agrícolas, especialmente en granjas ganaderas donde se producen grandes cantidades de purines, una mezcla de excrementos de animales y agua.

El funcionamiento básico de un separador de sólido-líquido de purines implica varios pasos:

- **Recolección del purín:** El purín se recoge de la balsa de purines a partir de una tubería de succión.
- **Separación física:** El purín se introduce en el separador, donde se lleva a cabo la separación física de sólidos y líquidos. Esto se puede lograr mediante diferentes métodos, como la centrifugación, la filtración o la sedimentación. En la centrifugación, que es la empleada en este caso, la fuerza centrífuga se utiliza para separar los sólidos del líquido, mientras que, en la filtración, se emplean filtros para retener los sólidos y dejar pasar el líquido.
- **Almacenamiento y disposición:** Los sólidos separados se almacenan para su posterior uso como fertilizante y cama es sustitución del serrín que se utiliza actualmente en la explotación. El líquido resultante, se devuelve a la fosa de purines y será utilizada directamente como fertilizante agrícola de forma controlada.

Esta herramienta presenta varios beneficios:

- Reducción del volumen: Al separar los sólidos del líquido, se reduce significativamente el volumen total del purín. Esto facilita su almacenamiento y transporte, ya que los sólidos ocupan mucho menos espacio que la mezcla original.
- Mejora de la calidad del líquido: El líquido resultante después de la separación suele tener una mayor concentración de nutrientes en forma mineral que son más móviles. Se debe tener en cuenta a la hora de calcular la dosis de purín que aplicar a campo.
- Obtención de fertilizante orgánico: Los sólidos separados suelen contener una alta concentración de nutrientes como nitrógeno, fósforo y potasio, lo que los convierte en un valioso fertilizante orgánico para su uso en agricultura.
- Permite el empleo del sólido como material de cama después de un proceso adecuado de secado.

3. CENTRO DE ORDEÑO

El centro de ordeño está compuesto por las instalaciones de ordeño (sala de ordeño y lechería), la oficina, la sala del personal y los almacenes.

3.1. SALA DE ORDEÑO

Las vacas acceden a la sala de ordeño desde la sala de espera que se encuentra dentro del parque 1. Esta se encuentra en más alta que el resto de las instalaciones ya que los empleados trabajan dentro de un foso para facilitar las tareas de colocación ordeño.

La sala tiene un tamaño de 2x6 con 12 juegos de ordeño. Las vacas se sitúan de forma paralela al foso, por lo que deben estar correctamente colocadas para permitir un acceso adecuado a la ubre.

Las dimensiones de la sala de ordeño son de 9x5 y se instala una toma de agua a presión para poder realizar la limpieza mediante una manguera, además, el suelo presenta una pendiente del 1% para evacuar el agua hacia la zona de entrada donde se encuentra los desagües que llevan el agua sucia hasta la fosa de purines.

3.2. LECHERÍA

La lechería es el local para el almacenamiento y el acondicionamiento de la leche, contiene los tanques de frío y algunos elementos de la máquina de ordeño como la bomba de vacío y el sistema de lavado de las conducciones de leche. Tiene unas dimensiones similares a la sala de ordeño y se localiza contigua a la misma, a la cual se accede mediante puerta de lona PVC.

Los tanques tienen capacidad de 4200 y 5000 litros que permiten almacenar la leche de 2 días.

3.3. OFICINA Y SALA DEL PERSONAL

La oficina tiene una superficie de aproximadamente 15 m² y en ella se realiza la gestión administrativa de la explotación y se almacena ropa para el personal. En cuanto a la sala del personal sirve como zona de descanso y vestuario. Tiene una superficie de 5 m² y contiene una pequeña mesa y perchas.

3.4. ALMACENES

Se diferencian 2 almacenes de una superficie de 8 y 6 m². El primero se utiliza para almacenar herramientas y recambios de las instalaciones de ordeño. En el segundo, se guardan los medicamentos y tiene un tanque de nitrógeno líquido donde se encuentran la dosis de semen.

4. ZONA EXTERIOR

La explotación solo tiene un acceso por lo que entran todas las visitas de la explotación. Todo vehículo externo que accede a la explotación es registrado indicando el conductor, la matrícula del vehículo y el remolque, en caso de llevarlo y el motivo de la visita.

La lechería se encuentra en la entrada de la explotación por lo que el camión que viene a recogerla no debe pasar por la zona sucia, donde se encuentra la fosa de purines.

La explotación se encuentra delimitada perimetralmente con un muro de hormigón que va desde los 2 a los 2,5 metros de altura.

Enfrente de la explotación se sitúa un descampado que sirve como aparcamiento para las visitas.

5. OTRAS INSTALACIONES

Además, de las instalaciones descritas anteriormente, en la explotación encontramos un pajar, un techado para la maquinaria, un silo para la cebadilla de cerveza y otro para el serrín, la zona de los mamones y un cercado de burros.

5.1. PAJAR

Tiene una superficie aproximada de 195 m² donde se guardan bajo techo las pacas de paja y alfalfa. Además, también se emplea para almacenar el pienso a granel.

5.2. MAQUINARIA

En un lateral de la explotación hay un techado de 8,5x13 m bajo el que se guardan aperos y maquinaria agrícola hasta que sea necesaria su utilización.

5.3. SILOS

Existen 2 silos horizontales para la cebadilla de cerveza o, en algunas ocasiones, naranjas y otro para almacenar el serrín empleado como cama en los parques. Tienen unas dimensiones de 7x3 m y 7x5 m, respectivamente.

El silo de la cebadilla está equipado con un sistema de evacuación de líquidos que llega a un depósito que se conecta con la fosa de purines.

5.4. ZONA DE LOS MAMONES

Los mamones son las crías de las vacas que aún consumen leche. Estos se alojan en casetas individuales o dentro de cuadras de caballos en desuso hasta que abandonan la explotación.

El tiempo que permanecen en estos alojamientos es de entre 2 a 3 semanas. Diariamente se les dan 2 biberones de 1,8 L y se le aporta cama seca. Una vez a la semana se les quita la cama y se les vuelve a poner de nueva.

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA
ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR D'ENGINYERIA AGRONÒMICA
I DEL MEDI NATURAL



ANEXO IV: NUEVA INSTALACIÓN

ÍNDICE DE CONTENIDO

1.	Introducción	36
2.	Descripción de la construcción	36
2.1.	Dimensiones generales	36
2.2.	Fachadas	36
2.3.	Cubierta	36
3.	Descripción de la estructura.....	36
3.1.	Pórtico principal	36
3.2.	Correas de cubierta y fachada.....	37
3.3.	Base de anclaje	37
3.4.	Muro hastial.....	37
3.5.	Riostras	37
3.6.	Resumen datos:.....	37
4.	Normativa de aplicación	37
5.	Materiales estructurales	38
6.	Acciones previstas en el cálculo	38
6.1.	Cargas permanentes (G)	38
6.2.	Sobrecarga de uso (S).....	38
6.3.	Sobre Carga de Nieve (N).....	38
6.4.	Acción del viento (V2)	39
7.	Condiciones de seguridad	40
8.	Pórtico.....	41
8.1.	Tipo de barras	41
8.2.	Modelo de cálculo	43
8.3.	Resultado de los esfuerzos.....	45
8.4.	Criterios de dimensionado E.L.U	46
8.5.	Dimensionado del Pilar IPE-240	49
8.6.	Dimensionado del Dintel IPE-180.....	52
8.7.	Comprobación del cartabón IPE-180/360	55
8.8.	Deformaciones. E.L.S.....	55
9.	CORREAS	56
9.1.	Datos del proyecto	56
9.2.	Tipos de perfiles	57
9.3.	Cálculo de correas	57
10.	BASE DE ANCLAJE	60
10.1.	Definiciones.....	60
10.2.	Elementos y funcionamiento de una base de anclaje	60

10.3.	Cálculo de los elementos de una placa según el CE.....	64
10.4.	Cálculo de la base y cartelas del pórtico	65
11.	MURO HASTIAL. ARRIOSTRAMIENTOS	67
11.1.	Dintel.....	67
11.2.	Pilares	68
11.3.	Arriostramiento de cubierta.....	69
11.4.	Arriostramiento de fachada lateral	72
12.	Cimentación.....	73
12.1.	Estructura principal	73
12.2.	Muro hastial.....	75

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Combinaciones de carga consideradas	41
Tabla 2	Resumen M y N del pdf-formulario.	45
Tabla 3	Tracción de agotamiento	62

INDICE DE FIGURAS

Figura 1	Zonas eólicas en una cubierta a dos aguas.....	40
Figura 2	Resumen de acciones lineales (kg/m) sobre el pórtico a dos aguas.....	40
Figura 3	Modelo habitual para definir los nudos/barras en un pórtico. Ejes locales y globales .	43
Figura 4	Dimensiones geométricas y constructivas de un pórtico	44
Figura 5	Flector M y axil N obtenidos del pdf-formulario, para Comb 2	45
Figura 6	Proceso de dimensionado de un pórtico.....	49
Figura 7	Pandeo del pilar en su plano y lateral.	50
Figura 8	Planos y longitudes de pandeo del dintel.....	53
Figura 9	Deformación (muy aumentada) debida a cargar verticales (ELS-1) y viento (ELS-2).	55
Figura 10	Detalles del apoyo. Leyes de flectores y deformada.....	56
Figura 11	Elementos de una placa de anclaje.....	60
Figura 12	Tipos de cartelas.....	61
Figura 13	Disposición y anclaje de pernos en el cimiento	63
Figura 14	Tipos de unión de pernos a la placa de anclaje	63
Figura 15	Base de un soporte sin cartelas. Área equivalente en compresión pura.....	64
Figura 16	Base de anclaje del pórtico a dos aguas.....	65
Figura 17	Dintel simplemente apoyado o biarticulado	67
Figura 18	Muro hastial. Posición de los pilares y planos de pandeo.....	69

Figura 19 Arriostramiento de cubierta	69
Figura 20 Arriostramiento de cubierta. Axil de la riostra más solicitada.	71
Figura 21 Cálculo del arriostramiento del muro lateral	73
Figura 22 Datos geométricos zapata y enano de la estructura principal	73
Figura 23 Armadura de la zapata de la estructura principal	75
Figura 24 Datos geométricos zapata y enano del muro hastial	76
Figura 25 Armadura de la zapata del muro hastial.....	77

1. INTRODUCCIÓN

En este anexo IV se procederá a dimensionar la nave que albergará los robots de ordeño. Para ello, se utilizará el área que actualmente se emplea como sala de espera post-ordeño y la sala de ordeño, ya que estas no tendrán utilidad al implementar el nuevo sistema de ordeño automatizado.

2. DESCRIPCIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN

2.1. DIMENSIONES GENERALES

La nave es de planta rectangular de 10 m de anchura y 30 m de longitud (1224 m²), con una cubierta a dos aguas (simétrica) de un 10% de pendiente. La altura de los pilares es de 5 m, mientras que la de coronación o de cumbrera es de 5,5 m.

Los muros laterales se dividen en 6 vanos de 5 m de longitud cada uno, que es la separación entre los pórticos (luz o longitud de apoyos de correas).

El muro hastial se compone de 4 vanos a separación de 2,5 m.

2.2. FACHADAS

El cerramiento de una de las fachadas laterales y los dos hastiales está constituido desde la base mediante placas prefabricadas de hormigón de 20 cm de espesor y dos placas de 1.5 m de altura por placa, en disposición horizontal, cerrando una altura de 3 m. Está sujeta en sus extremos entre el ala externa del pilar y un perfil soldado de alma del soporte.

En los 2 m superiores de la fachada lateral y resto de la fachada hastial, se dejarán sin cubrir para permitir la circulación de aire. Además, una de las fachadas laterales, donde se situarán los robos permanecerá abierta y únicamente se colocará vallado para impedir el paso a las vacas.

2.3. CUBIERTA

Se realiza a base de panel prefabricado tipo sándwich de 4 cm de espesor formando por dos placas de acero prelacadas, grecada la exterior y lisa la interior, de 0,5 mm, y asilamiento de poliisocianurato (PIR). Se une rígidamente a las correas de cubierta mediante tornillos autorroscantes. Se dispone de canalón para la regida de aguas pluviales, bajantes y caballete en la cumbrera.

3. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA

La estructura de la nave se realiza en acero con perfiles metálicos laminados en caliente y perfiles conformados en frío.

Los elementos estructurales de la nave son los siguientes:

3.1. PÓRTICO PRINCIPAL

De 10 m de luz o distancia entre ejes de pilares. La separación entre pórticos es de 5 m, dimensión que es también la luz de las correas de cubierta y fachada y es la separación entre pilares de la fachada lateral. Los pilares tienen 5 m de altura que comprende desde la cara superior de la solera de hormigón de la nave hasta el nudo de esquina del pórtico.

Se desarrollan en este curso dos soluciones estructurales:

Estructura a base de un pórtico a dos aguas de nudos rígidos con dintel acartelado en el nudo de esquina y en el de cumbrera y bases empotradas en la cimentación.

Estructura triangulada de cubierta o celosía a dos aguas unida rigidamente con ambos cordones al pilar de 5 m de altura y bases empotradas.

3.2. CORREAS DE CUBIERTA Y FACHADA

Las cubiertas con correas continuas en todos los apoyos interiores sobre el dintel. Salvan vanos de 5 m de longitud. Se encuentran espaciadas entre si cada 2.512 m en proyección horizontal. Se disponen 3 unidades en cada faldón.

Las correas de fachada son biapoyadas, tienen 5 m en la fachada lateral y 2,5 m en la fachada hastial, se separan 0.5 m y se colocan 3 unidades. Están soldadas al ala exterior al pilar.

3.3. BASE DE ANCLAJE

Se encuentra empotrada formada por una placa de acero rigidizada con cartelas longitudinales y transversales y anclada mediante pernos a tracción dentro de un enano o dado de hormigón de la cimentación (zapatas aisladas).

3.4. MURO HASTIAL

Está constituida por pilares de diferente altura a separaciones de 2.5 m y dintel para apoyo extremo de correas. Los pilares extremos en la esquina de la nave son iguales a los de la fachada lateral. Los 5 pilares intermedios soportan el dintel hastial que recibe los extremos de las correas de cubierta.

3.5. RIOSTRAS

De cubierta y de fachada lateral en vanos extremos. Se componen en Cruces de San Andrés y zuncho de atado en coronación de los soportes de fachada.

3.6. RESUMEN DATOS:

Luz del pórtico:	$a = 10 \text{ m}$	Altura de soportes:	$H = 5 \text{ m}$
Pendiente de la cubierta:	$p = 10 \%$	Nº total de correas en cubierta:	$N = 6 \text{ Uds.}$
Separación entre pórticos: vanos	$s = 5 \text{ m}$	Nº de vanos dirección longitudinal:	$v = 6$
Longitud de la nave:	$b = v \cdot s = 6 \cdot 5$		$b = 30 \text{ m}$
Altura de cumbrera:	$h = H + p \cdot a / 2 = 5 + 0,1 \cdot 10 / 2$		$h = 5,5 \text{ m}$
Separación entre correas:	$s_c = a / (N - 2) = 10 / (6 - 2)$		$s_c = 2,5 \text{ m}$
Altura del faldón:	$h - H = 5,5 - 5$		$0,5 \text{ m}$

4. NORMATIVA DE APLICACIÓN

La estructura de acero se proyecta conforme las siguientes normativas:

CE: Código Estructural, Título 3: Estructuras de acero, Anejo 22 (2021). De uso preferente en este proyecto.

Eurocódigo 3 (EC-3): Proyecto de estructuras de acero. Parte 1-1 (UNE EN 1993-1-1 de 1996). De uso complementario en este proyecto.

CTE SE-A: Código Técnico de la Edificación, Seguridad Estructural, Acero (2007). Uso puntual (esbeltez reducida límite inferior a 2).

CTE SE: Código Técnico de la Edificación, Seguridad Estructural, (2007).

CTE SE-AE: Código Técnico de la Edificación, Seguridad Estructural, Acciones en la edificación (2007).

Eurocódigo 1 (EC-1): Acciones de viento, (UNE-EN-1991-1-4 de 2007).

5. MATERIALES ESTRUCTURALES

Acero de edificación S275JR (CE):

Espesor menor de 40 mm para perfiles laminados en caliente, conformados en frío, placa y cartelas de la base de anclaje y chapas:

$$f_y = 275 \text{ N/mm}^2; f_u = 430 \text{ N/mm}^2; E = 2,1 \cdot 10^5 \text{ N/mm}^2$$

$$\gamma_{M0} = \gamma_{M1} = 1.05; f_{yd} = 262 \text{ N/mm}^2$$

Pernos de anclaje

Acero para tornillos de características (CE) ($\gamma_{M2} = 1,25$):

$$\text{Clase 4.6: } f_{yb} = 240 \text{ N/mm}^2; f_{ub} = 400 \text{ N/mm}^2$$

Rosca: tornillo estampado en frío o tornillo mecanizado con arranque de viruta

Hormigón armado para cimentación:

$$\text{a) HA-25 } f_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2; \gamma_c = 1,5; f_{cd} = 25/1,5 = 16.7 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{b) HA-30 } f_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2; \gamma_c = 1,5; f_{cd} = 30/1,5 = 20 \text{ N/mm}^2$$

6. ACCIONES PREVISTAS EN EL CÁLCULO

6.1. CARGAS PERMANENTES (G)

- Peso propio de la estructura:

$$\text{Correas IPE-120 (10,4 Kg/m} \cdot 6 \text{ correas / 30 m) = 2,08 Kg/m}^2 \text{ (0,021 kN/m}^2\text{)}$$

$$\text{Estructura de pórtico (dintel + pilar) = 14 Kg/m}^2 \text{ (0,14 kN/m}^2\text{)}$$

- Elementos constructivos y fijos:

$$\text{Panel tipo sándwich (4cm) y accesorios = 14 Kg/m}^2 \text{ (0,14 kN/m}^2\text{)}$$

$$\text{Instalaciones (Iluminación, eléctricas, incendios, placas solares) = 20 Kg/m}^2 \text{ (0,2 kN/m}^2\text{)}$$

$$\text{Total carga permanente superficial = 36,1 Kg/m}^2 \text{ (0,361 kN/m}^2\text{)}$$

$$\text{Total carga permanente lineal (* s) = 36,1 Kg/m}^2 \cdot 5 \text{ m = 180,5 Kg/m (1,181 kN/m)}$$

6.2. SOBRECARGA DE USO (S)

Cubierta ligera ($G < 1 \text{ kN/m}^2$) sobre correas, accesibles sólo para conservación G1, $\alpha < 20^\circ = 40 \text{ Kg/m}^2 \text{ (0,4 kN/m}^2\text{)}$.

$$\text{Total sobrecarga de uso lineal (* s) = 40 Kg/m}^2 \cdot 5 \text{ m = 200 Kg/m (2 kN/m)}$$

6.3. SOBRE CARGA DE NIEVE (N)

Nieve zona 5 a 155 m altitud, $\mu = 1$ para $\alpha < 30^\circ = 20 \text{ Kg/m}^2 \text{ (0,2 kN/m}^2\text{)}$.

$$\text{Total sobrecarga de nieve lineal (* s) = 20 Kg/m}^2 \cdot 5 \text{ m = 100 Kg/m (1 kN/m)}$$

6.4. ACCIÓN DEL VIENTO (V2)

$$\text{Presión estática: } q_e = q_b * c_e * c_p$$

- Presión dinámica del viento (q_b)

Zona A, velocidad básica del viento de 26 m/s = 42 Kg/m² (0,42 kN/m²).

- Coeficiente de exposición (c_e)

Grado de aspereza del entorno: III. Rural accidentada o llana con obstáculos aislados, árboles o construcciones pequeñas:

	Coeficiente de exposición	c_e
PILAR DE FACHADA	Para 5 m de altura	1,93
CUBIERTA	Para 5,5 m de altura	1,99

- Coeficiente de presión en pilares de fachada lateral (c_p) Condiciones de seguridad

Hipótesis de partida:

Dirección del viento sobre la fachada lateral (acción perpendicular a esta fachada).

Según la Tabla A5 o A6, siendo $h = 5,5$ m; $d = 10$ m (longitud según la dirección del viento: longitud pórtico o hastial). El valor de la esbeltez es $\lambda = h/d = 5,5/10 = 0,55$.

Para promediar, se aplican las expresiones válidas para $0,25 \leq \lambda \leq 1$ y Áreas > 10 m²:

$$\text{Zona D: } c_{p,B} = +(2/15) * (\lambda - 0,25) + 0,71 = 0,74$$

$$\text{Zona E: } c_{p,S} = -(4/15) * (\lambda - 0,25) - 0,32 = -0,38$$

$$q_b \cdot s_{pórticos} \cdot c_e \cdot c_p = q_{pilar}$$

42	·	5	·	1.93	·	0.74	=	300
42	·	5	·	1.93	·	-0.38	=	-154

- Coeficiente de presión en cubierta c_p

Al tratarse de una cubierta a dos aguas ($5^\circ < \alpha = 5,71^\circ < 15^\circ$), la cubierta se divide en las zonas eólicas: F,G,H,I,J (Figura 1), con diferentes valores del coeficiente de presión o succión c_p .

En general, distinguimos 2 hipótesis de viento sobre la cubierta:

Succión: que define la hipótesis de cara V1.

Presión: que definirá la hipótesis de carga V2.

La hipótesis V1 no suele proporcionar los peores resultados en pórticos (salvo en construcciones con huecos: presión interior; o abiertas; corrientes a través) y no se tendrá en cuenta.

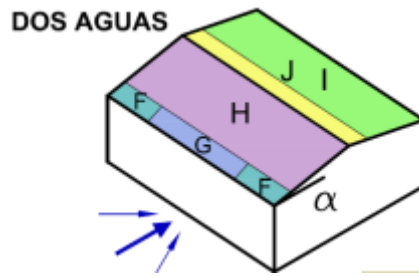
Presión V2

$$\text{Zona F, G, H: } c_p = 0,02 * \alpha - 0,1 = 0,01$$

$$\text{Zona I, J: } c_p = 0,3 - 0,02 * \alpha = 0,19$$

La suma de $c_p = 0,2$

Figura 3 Zonas eólicas en una cubierta a dos aguas

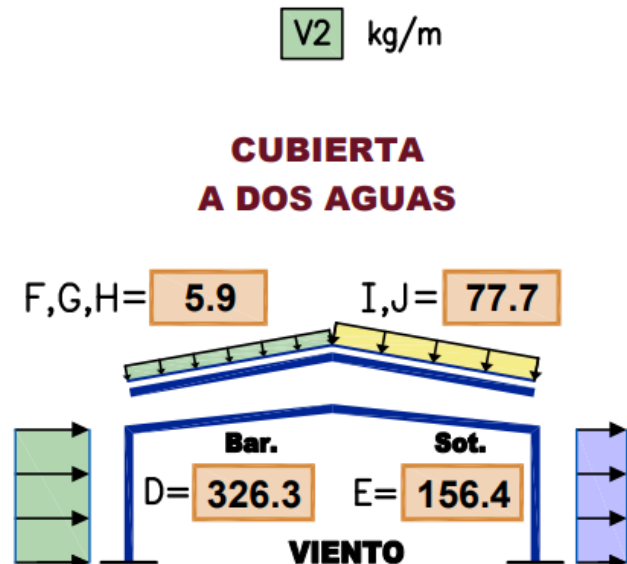
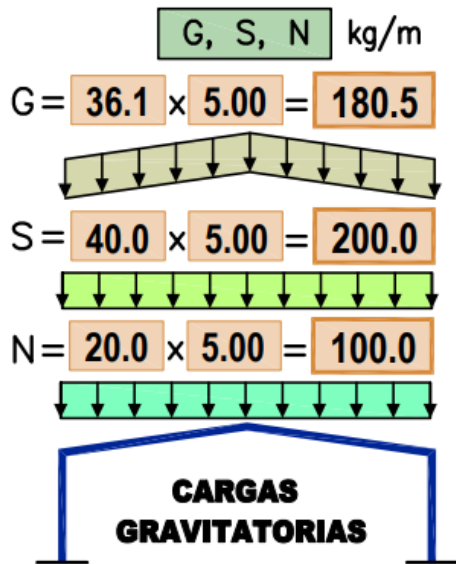


La carga lineal es:

DINTEL	PLANA $\alpha < 5^\circ$	I	42	5.00	---	I =	---	
	DOS AGUAS	F, G, H	kg/m ²	m	1.99	0.014	F,G,H=	6
		I, J				0.186	I,J=	78

Figura 4 Resumen de acciones lineales (kg/m) sobre el pórtico a dos aguas

CARGA LINEAL



7. CONDICIONES DE SEGURIDAD

Se han aplicado los coeficientes de ponderación de cargas correspondientes a las distintas combinaciones de cargas tal como indica la Norma CTE SE.

En la Tabla 1 se han seleccionado las combinaciones más desfavorables para el pórtico proyectado. En este caso, al ser $N > 80 \text{ Kg/m}^2$ no es necesario tener en cuenta la combinación 3.

Tabla 4 Combinaciones de carga consideradas

	Combinación	Peso propio G	Sobrecargas		Viento: presión V2	Carga vertical en proyección horizontal (kg/m ²)
			Uso S	Nieve N		
ELU	1	1.35	1.5	0.75		124.1
	2	1.35	1.5	0.75	0.9	138.3
	3 (N > 80 kg/m ²)	1.35		1.5	0.9	93.3
ELS	1	1.0	1.0	0.5		86.4
	2	1.0	1.0	0.5	0.6	95.9
	3 (N > 80 kg/m ²)	1.0		1.0	0.6	65.9

En rojo: Acción variable determinante

Comentarios:

Combinación 1: Al ser el pórtico simétrico de forma y cargas, los resultados de esta combinación deben ser iguales en valor absoluto entre cada dos puntos simétricos. Además, como las acciones de viento de presión en cubierta son de pequeña magnitud en general, los resultados para el dintel diferirán poco respecto a la combinación 2. La carga superficial vertical mayorada en este proyecto (sin peso propio pórtico) es:

$$q_{d, \text{Comb 1}} = 1,35 \cdot G + 1,5 \cdot S + 0,75 \cdot N = 1,35 \cdot 36,1 + 1,5 \cdot 40 + 0,75 \cdot 20 = 123,74 \text{ Kg/m}^2.$$

Combinación 2: es la que proporciona los mayores esfuerzos y reacciones en este pórtico y en general ($N \leq 80 \text{ kg/m}^2$). Respecto a las acciones verticales, el viento de presión aporta poca componente vertical a añadir a las acciones gravitatorias. El viento en los pilares da lugar a unos momentos inferiores a los debidos a las cargas verticales, que sólo en el pilar de sotavento son del mismo signo y se suman. La carga superficial vertical mayorada igualando la carga de viento a su proyección vertical al ser la pendiente pequeña, es:

$$q_{d, \text{Comb 2}} = 123,74 \text{ Kg/m}^2 + 0,9 \cdot 45 \cdot 1,99 \cdot 0,19 = 139,1 \text{ Kg/m}^2.$$

E.L.S. 1, 2: En estado límite de servicio la combinación ELS 2 dará la mayor flecha en cumbrera y el mayor desplome en el nudo de esquina. La combinación ELS 1 es de interés en pórticos simétricos para comprobar la simetría de los desplazamientos del pórtico, que serán próximos a los que se obtienen con ELS 2:

$$q_{d, \text{ELS 1}} = 1 \cdot G + 1 \cdot S + 0,5 \cdot N = 1 \cdot 36,1 + 1 \cdot 40 + 0,5 \cdot 20 = 86,1 \text{ Kg/m}^2$$

$$q_{d, \text{ELS 1}} = 86,1 \text{ kg/m}^2 + 0,6 \cdot 45 \cdot 1,99 \cdot 0,19 = 96,3 \text{ Kg/m}^2$$

La combinación tipo 3 según EM-T.pdf con la nieve como acción variable determinante, no es más desfavorable debido a que: $N = 30 \text{ kg/m}^2 < 80 \text{ kg/m}^2$. El viento como acción variable principal (combinaciones tipo 4 y 5) tampoco es peor en pórticos rígidos.

8. PÓRTICO

8.1. TIPO DE BARRAS

8.1.1. Perfiles

Se eligen perfiles de la serie IPE para pilar, dintel y acartelamientos. Para el pilar puede plantearse seleccionar un perfil HEA. Este perfil aprovecha mejor el espacio interior al tener menos canto a costa de un mayor peso de acero. Desde el punto de vista estructural, este perfil tiene más

estabilidad lateral (pandeo lateral, vuelco). Si se tienen dificultades de disponibilidad, se sustituye por un HEB, más compacto, pero con un rendimiento algo peor.

8.1.2. Predimensionado

Es necesario definir previamente el tipo de perfiles para poder efectuar el cálculo de esfuerzos. Durante el dimensionado comprobaremos si los perfiles predimensionados son válidos. Si no son adecuados, deberán cambiarse por otros.

Según la teoría de análisis estructural, en un pórtico hiperestático, los flectores dependen de la relación de inercias entre las barras de la estructura, no del valor concreto de la inercia. Las deformaciones sí que dependen del valor de la inercia de cada barra.

Cada vez que cambiamos la relación de inercias, cambian los flectores de las barras. Por otra parte, los perfiles de la serie IPE suelen presentar unas relaciones bastante fijas en la secuencia dimensional. Con perfiles H puede ser suficiente intentar variar poco la relación.

En este caso se agina al pilar una IPE-240 y apara el dintel IPE-180.

8.1.3. Acartelamientos

Existe la posibilidad de realizar los acartelamientos de formas distintas, siendo el canto fijo para cada perfil de la serie IPE. Sin embargo, y dentro de unos límites, puede darse el canto que se desee, aunque se deberá comprobar en el dimensionado que resiste debidamente los esfuerzos en la quina sin inestabilidades. En este proyecto el cartabón de esquina se forma eliminando el ala inferior de dintel y aumentando el canto o altura del perfil mediante un trozo de viga cortado en diagonal. En el caso del de cumbrera, no es necesario eliminar el ala inferior.

El predimensionado del acartelamiento o cartabones vamos a realizarlo según las siguientes recomendaciones:

- Acartelamiento en la esquina

CANTO:

Se recomienda que sea igual o algo menor al doble del canto h del perfil del dintel. El dintel es una IPE-180. Se fija un canto del cartabón de **340 mm**, que es algo menor que $2h = 360$ mm. Se aconseja que el momento resistente elástico del cartabón (suele ser de clase 3) sea similar al momento resistente plástico del pilar, porque resisten el mismo flector en la esquina del pórtico.

LONGITUD:

Se aconseja adoptar orientativamente $Luz/10 = a/10$ o algo más. Se adopta $10\text{ m}/10 = 1\text{ m}$ medido en proyección horizontal desde el eje del pilar. Es decir, su longitud es un 20% de la longitud del dintel. A mayor longitud menor es el flector negativo en el tramo de canto constante del dintel

- Acartelamiento de cumbrera

CANTO:

Para una pendiente del 10%, la altura de un cartabón con el ala inferior horizontal es: $0.1 \cdot 500\text{ m} = 50\text{ mm}$. Para que el ala sea horizontal, es una dimensión inviable por escasa para poder recortar y soldar un cartabón al ala inferior del dintel. Se elige una altura de 120 mm de cartabón (la mitad del canto de una IPE-180), por lo que el ala inferior es quebrada (Figura 10.13). La altura o canto total es: $180 + 90 = 270\text{ mm}$

LONGITUD:

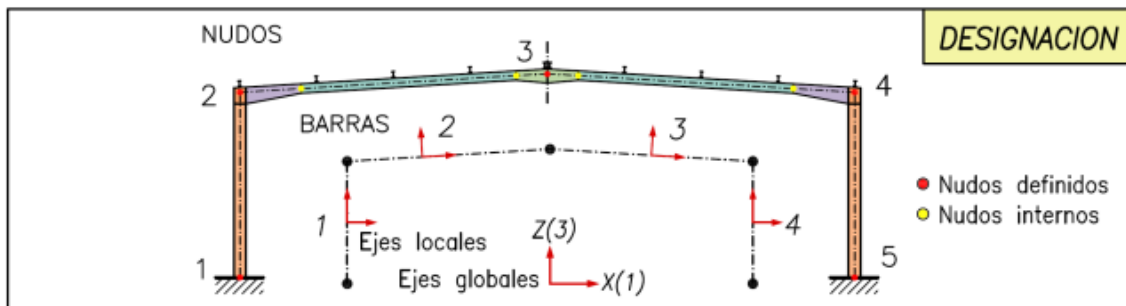
Se fija su longitud en 1 m (0,5 m a cada lado del eje del pórtico). Es decir, su longitud es un 10% de la longitud del dintel. Entre los dos dinteles la longitud total es $a/10$.

8.2. MODELO DE CÁLCULO

8.2.1. Definición de nudos, apoyos, barras

Los nudos se consideran rígidos. Las bases de los pilares se empotran en la cimentación. No confundir nudo rígido con empotramiento. Un nudo rígido tiene resistencia a flexión, como el empotramiento, pero puede ser libre, es decir, desplazarse según las dos direcciones globales y girar según un eje normal al plano de la estructura. Un nudo libre dispone de 3 grados de libertad al movimiento. Los ángulos entre barras unidas rígidamente en el nudo se mantienen fijos. Una barra unida a un nudo rígido puede transmitir momentos a las barras a las que se une. En cambio, en un nudo articulado los ángulos entre las barras se modifican, cada barra experimenta un giro distinto. Una barra unida a un nudo articulado no transmite fletores a las barras a las que se une. Por otra parte, el empotramiento es la unión de la estructura con un medio supuestamente indeformable (sin asientos o giros). Este nudo carece de grados de libertad al ser fijo. La hipótesis de empotramiento perfecto es un caso extremo inalcanzable, pues la rigidez de la placa de anclaje no es infinita, y la zapata transmite la carga a un terreno más o menos deformable. En todo caso, es la hipótesis que suele aplicarse, aunque el flector que se obtiene en un empotramiento se encuentre sobrevalorado. Un débil giro puede ocurrir en la base, lo que disminuye el momento de empotramiento en la base que emigra al nudo de esquina del pórtico o al dintel. No se tiene en cuenta este hecho.

Figura 5 Modelo habitual para definir los nudos/barras en un pórtico. Ejes locales y globales



En la Figura 3 se indica una posible numeración de nudos y barras del pórtico considerada una estructura plana:

Pilar: es suficiente con definir los nudos extremos.

Dintel: en cada faldón se definen los nudos extremos. Es una barra única desde el nudo de esquina hasta el nudo de cumbre. Se compone de tres segmentos: acartelamiento de esquina, tramo de sección constante, acartelamiento de cumbre.

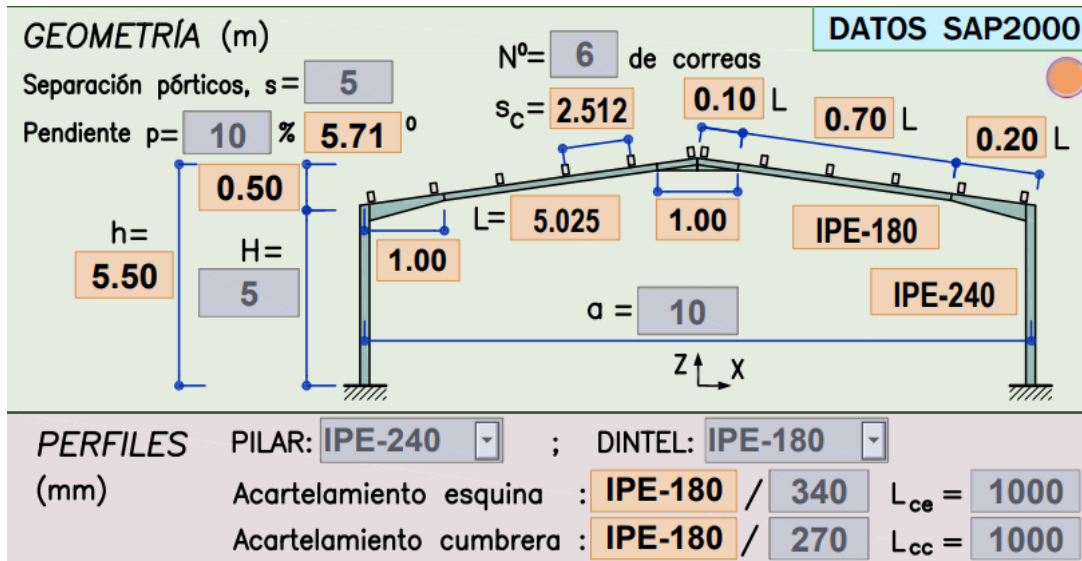
Las propiedades mecánicas (área e inercia) de los tres segmentos son distintas y además el primer y último tramos son de canto variable a lo largo de su longitud.

Las propiedades mecánicas (área e inercia) de los tres segmentos son distintas y además el primer y último tramos son de canto variable a lo largo de su longitud.

- EJES GLOBALES: Sistema fijo para una estructura y cálculo. Por ejemplo, en SAP2000, eje X horizontal, eje Z vertical y eje Y normal al plano de una estructura plana. A él se refieren las coordenadas, deformaciones y reacciones de los nudos y apoyos.

- EJES LOCALES: cada barra tiene un eje situado en su directriz (x ó 1) del nudo origen al nudo extremo, otro normal a él dentro del plano de la estructura (y ó 2) y un tercero normal al plano (z ó 3). A estos se refieren los esfuerzos (axil, flector y cortante)

Figura 6 Dimensiones geométricas y constructivas de un pórtico



8.2.2. Dimensiones geométricas

Las dimensiones deben referirse a los ejes de las barras (Figura 5):

- Luz (a) = 10 m: separación entre ejes de pilares. En un proyecto real, son datos de partida la separación entre caras exteriores (límites exteriores de la nave) o entre caras interiores (dimensión funcional mínima). De partida es desconocida pues depende del perfil de los pilares. Al predimensionar el pilar fijamos la luz del pórtico. En el proyecto del curso, se considera que el dato de la luz "a" es un valor fijo.
- Altura pilar (H) = 5 m: es habitual tomar de referencia el corte del eje del pilar con el eje del dintel de canto constante. El eje real es la directriz del acartelamiento o mitad de la altura del cartabón. Cambia la altura del nudo de esquina. El cálculo es más preciso con flectores algo más bajos. No suele realizarse en la práctica. Respecto a la base del pilar es habitual acotar respecto a la cara superior de la solera de la nave, aunque de forma estricta debería ser respecto a la cara superior de la placa de anclaje, que suele disponerse entre 0.2 a 0.3 m. por debajo de la solera. Esa distancia no suele tenerse en cuenta en el cálculo de la estructura, sólo en la medición.
- Altura de cumbrera (h) = 5,5 m: referida al corte de ejes del tramo de dintel de inercia constante. Si existe limitación de altura total, para conocer la altura de la nave se añade a esa cota la mitad del canto del dintel, correa, panel sándwich y caballete de cumbrera.

8.2.3. Cálculo estructural

Los cálculos de este proyecto se van a realizar empleando pdf-prontuario de la asignatura de estructuras metálicas. En la aplicación pdf-formulario se reduce el sistema matricial a $[3 \times 3]$ (incógnitas: giros del nudo de esquina, cumbrera y flecha del nudo de cumbrera). Desprecia las deformaciones por axil y cortante. Supone el viento en cubierta aplicado uniformemente en ambos faldones. Usa unos coeficientes correctores para tener en cuenta la influencia de los acartelamientos, deducidos para las dimensiones recomendadas de los cartabones.

Los errores de cálculo en FLECTORES: 8% y AXILES: 4%, por tanto, se va a tender a sobre dimensionar las estructuras para asegurar que no haya problemas en el futuro.

En plasticidad la estructura tiene capacidad de redistribuir los esfuerzos. La sección que alcanza su máxima capacidad de carga (Mpl o MN,Rd) sin inestabilidades no falla, y cargas mayores pueden ser resistidas por otras secciones menos solicitadas. Se demuestra en teoría de estructuras que sería posible cualquier solución con una ley de esfuerzos que cumpla las condiciones de equilibrio, las cuales las verifican ambas aplicaciones de cálculo. Por ello cualquiera de las dos puede ser válida en la realidad.

Las hipótesis del análisis estructural efectuado son:

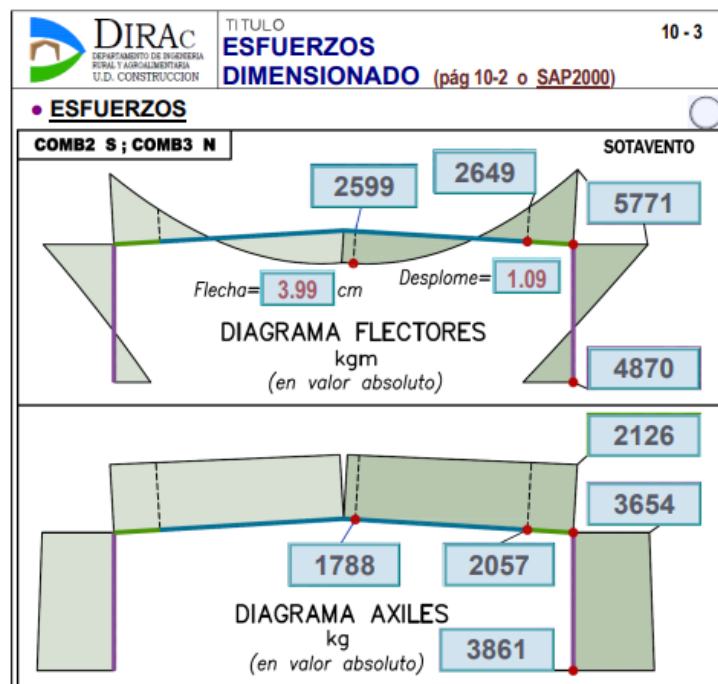
- Elástico: al retirar las cargas, regreso a la posición inicial sin deformar.
- Linealidad:
 - o Del material: relación lineal tensión/deformación (linealidad elástica: $\sigma = E * \epsilon$)
 - o Geométrica: relación lineal causa (acciones) efecto (esfuerzos y deformaciones) por deformaciones muy pequeñas respecto al tamaño de la estructura. Un aumento de las cargas supone un aumento proporcional de esfuerzos y deformaciones.
- Cálculo de 1º orden: el equilibrio estático se formula en la posición inicial sin deformar.
- Análisis estático: se desprecian las fuerzas de inercia originadas por la masa de la edificación al desplazarse por efecto de fuerzas variables con el tiempo (viento).
- Plano: se desprecian las fuerzas de inercia originadas por la masa de la edificación al desplazarse por efecto de fuerzas variables con el tiempo (viento).

Estas hipótesis suelen ser suficientes en la práctica habitual de cálculo para los casos corrientes de esta tipología estructural y otras similares.

8.3. RESULTADO DE LOS ESFUERZOS

En la Figura 5 se han representado los momentos y axiles (negativo: compresión) obtenidos del pdf-formulario EM-10-DIM. Con estos datos se procederá en apartados posteriores a dimensionar o comprobar los perfiles asignados a las barras del pórtico. Unidades: metro y kilogramo.

Figura 7 Flector M y axil N obtenidos del pdf-formulario, para Comb 2



En la tabla 2 se comparan los resultados obtenidos con el pdf-formulario:

Tabla 5 Resumen M y N del pdf-formulario.

Secciones	Esfuerzo	Pdf-formulario
Base pilar	M1	4870
	N1	-3861
Dintel esquina	M2	-5771
	N2	-3654
Flector negativo dintel	M4	-2649
	N4	-2057
Flector positivo dintel	M5	2599
	N5	-1788

Comentarios:

La combinación 2 es la que presenta los máximos esfuerzos, siendo la sobrecarga de uso S la carga variable principal, nieve N y viento V2 como acompañantes. En lo que sigue, los esfuerzos con los que se trabajará pertenecen a esta combinación:

Comb. 2: Permanente G x 1.35 + Uso S x 1.50 + Nieve N x 0.75 + Viento V2 x 0.9

El dintel debe dimensionarse con el flector máximo absoluto en el tramo de canto constante. Se observa que el máximo es el flector negativo |-2649| mkg , pero está próximo al positivo 2599 mkg. En principio, la longitud del cartabón es adecuada. Es decir, no hay motivo de modificar la longitud del cartabón ya que ambos flectores son similares. Si se acorta el cartabón, aumenta el flector y por tanto sube el índice resistente en el tramo de inercia constante, por lo que el perfil previsto podría resultar insuficiente. Alargar el cartabón provoca que el flector negativo sea inferior al positivo, con lo que no se consigue disminuir el flector en el tramo de canto constante. Sólo se consigue disminuir algo las deformaciones

Si tenemos en cuenta la continuidad de las correas (las reacciones no son iguales) y el desplazamiento vertical de los nudos de apoyo de correas (asiento de apoyo, debido a diferencias de deformación entre pórticos, sobre todo respecto al hastial), las cargas actuantes y los esfuerzos en cada pórtico serán distintos, algo inferiores o superiores en cada pórtico frente al valor obtenido en el análisis plano.

Definir las acciones sobre el dintel como uniformes o bien como puntuales donde apoyan las correas (más realista) ofrece resultados casi idénticos. Se prefiere uniforme por facilitar la introducción de datos. En un análisis espacial las cargas se aplican a las correas por lo que en el dintel son puntuales.

8.4. CRITERIOS DE DIMENSIONADO E.L.U

8.4.1. Métodos de dimensionado

El dimensionado (o comprobación) consiste en los cálculos necesarios para definir los perfiles de las barras a partir de los esfuerzos que debe soportar. En un pórtico a dos aguas (estructura hiperestática), para obtener los esfuerzos es necesario realizar un predimensionado de los perfiles de las barras y efectuar después su comprobación.

El CE prescribe diversos métodos de dimensionado que constituyen un conjunto abierto de alternativas para el proyectista. Existen métodos e hipótesis de mayor simplicidad, más del lado de la seguridad o conservadores, y otros más sofisticados con los que puede conseguirse un perfil más ajustado o una mayor precisión en los resultados. Cualquier comprobación consiste en verificar que el esfuerzo de cálculo debido a las cargas no supera el esfuerzo resistido por el elemento. El axil y el flector son los esfuerzos principales de las barras de un pórtico. Se denominan expresiones de interacción las que comprueban el elemento para la interacción entre ambos esfuerzos.

Las comprobaciones, función de la clase de sección, consisten en:

- Comprobación de resistencia. Se realiza a nivel de sección:
 - o Método aproximado y conservador: expresión única para cualquier tipo de sección. Se emplea el momento resistente plástico W_{pl} para las Clases 1 y 2 y el elástico W_{el} para la Clase 3. Se aplica en este texto.
 - o Expresiones específicas para la comprobación del flector según el tipo de sección (I, tubos) y Clases 1 y 2 (plásticas). El flector actuante M_{Ed} debe ser inferior al flector resistido $M_{N,Rd}$ que incluye la reducción de resistencia por efecto del axil. Según el caso se obtienen índices resistentes más bajos.
- Comprobación de inestabilidad. Se realiza para toda la barra con los esfuerzos máximos. Según el CE se puede aplicar alguno de los dos métodos siguientes, en las que hay dos comprobaciones: una en el plano del pórtico (y-y) y otra en el plano lateral (z-z):
 - o Método 2: Es necesario distinguir entre piezas susceptibles o no a la torsión, y entre una pieza intraslacional o traslacional, sin continuidad entre los casos. Es el método que se utiliza en este curso pues permite conseguir un dimensionado ajustado.

8.4.2. Hipótesis y simplificaciones adoptadas

Estructura plana: los esfuerzos existentes son el axil de compresión N_{Ed} y el flector de vector normal al plano de la estructura $M_{y, Ed}$, No existe flector lateral $M_{z, Ed} = 0$

Las secciones son de clase 1, 2 ó 3. No se contempla la clase 4 (vigas armadas)

Sin vuelco lateral en dobles T.

Se considera que las barras de las estructuras que se van a analizar son elementos no susceptibles a deformación por torsión. Su significado es que está impedido el giro torsional, lo cual es coherente con la hipótesis de que se omite el vuelco lateral. Influye en la comprobación en el plano lateral, que es menos exigente.

8.4.3. EXPRESIONES QUE APLICAR

- Comprobación de resistencia (Agotamiento por plastificación) ($f_{yd} = f_y/\gamma_{M0}$; $\gamma_{M0} = 1.05$):

$$\frac{N_{Ed}}{A \cdot f_{yd}} + \frac{M_{y,Ed}}{W_y \cdot f_{yd}} = i_N + i_{My} = i_{Total} \leq 1$$

N_{Ed} y $M_{y,Ed}$ pertenecen a la misma sección de la pieza

- Comprobación a pandeo (Agotamiento por inestabilidad) ($f_{yd} = f_y/\gamma_{M0}$; $\gamma_{M0} = 1.05$):

Pandeo según el eje y-y (si $\lambda_y > 1$, en la expresión de k_{yy} es $\lambda_y = 1$) (clase 1 ó 2):

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{W_y \cdot f_{yd}} = i_N + i_{My} = i_{Total} \leq 1; k_{yy} = C_{m,y} \cdot \left[1 + (\bar{\lambda}_y - 0.2) \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} \right]$$

Pandeo según el eje z-z:

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{W_y \cdot f_{yd}} = i_N + i_{My} = i_{Total} \leq 1$$

Se realiza a nivel de pieza entera con N_{Ed} y $M_{y,Ed}$ máximos

Para $\beta \geq 1$ (traslacional), entonces $C_{my} = 0.9$

8.4.4. Índice resistente

El índice resistente (i) tiene en este texto varios significados:

- De un esfuerzo: cada término de las comprobaciones del CE, en las que se calcula la razón entre el esfuerzo actuante E_{Ed} y el resistido E_{Rd} . Nos referimos por ejemplo al índice resistente del axil (i_N) y del flector (i_M).
- De una comprobación: suma de los índices de cada esfuerzo de una comprobación. Se dice índice resistente de la comprobación de resistencia i_R , de la comprobación de pandeo según y $i_{Pandeo,y}$ o de la comprobación de pandeo según z $i_{Pandeo,z}$. El índice resistente no debe superar la unidad en cada comprobación ($i = i_N + i_M \leq 1$).
- De una barra o elemento: el índice resistente máximo entre todas las comprobaciones $i_{max} = \max(i_R, i_{Pandeo,y}, i_{Pandeo,z})$. Por ejemplo, en SAP2000 es el valor del índice que representa el programa para cada barra en sus gráficos.
- Práctico: el valor límite superior que el proyectista establece como máximo al dimensionar una barra. Si bien por norma no debe superar 1, podemos ampliar el margen a un valor inferior a 1. Surge cierta incertidumbre sobre su valor más adecuado. Puede depender de la fiabilidad del cálculo y tipo de simplificaciones efectuadas, del nivel de riesgo de fallo, preferencias del proyectista, etc.
En los proyectos de este curso, según la estructura, tipo de barra o elemento que se dimensiona, se establece un rango de valores del índice resistente práctico. El límite inferior se fija para no sobredimensionar la estructura. Ese rango sirve para marcar una pauta de dimensionado en los trabajos del curso. No tiene un significado real. El proyectista estimará el índice más adecuado.

Un índice bajo puede dar más seguridad a costa de un mayor coste. Será un despilfarro,

si se compara con otras barras de similar importancia con índices netamente superiores y más limitantes. Respecto al cálculo clásico elástico realizado, la estructura fallará en la barra más débil o de mayor índice resistente por lo que no aporta ventajas que otras barras estén sobradas o sobredimensionadas. Si la estructura tiene un comportamiento plástico sin inestabilidad y una barra alcanza su límite, podría tener la capacidad de redistribuir los esfuerzos al resto sin colapsar la estructura.

Unos índices equilibrados (del mismo orden) entre los diferentes elementos proporciona un diseño optimizado (mayor resistencia o seguridad por peso de material consumido o coste).

Bajar un perfil en la serie IPE, puede aumentar el índice por 1.2 a 1.3 o más si se trata de una barra comprimida muy esbelta, se debe a que al ser menor el radio de giro, aumenta la esbeltez, pero el coeficiente χ disminuye de forma desproporcionada en la misma medida que aumenta el índice a axil i_N .

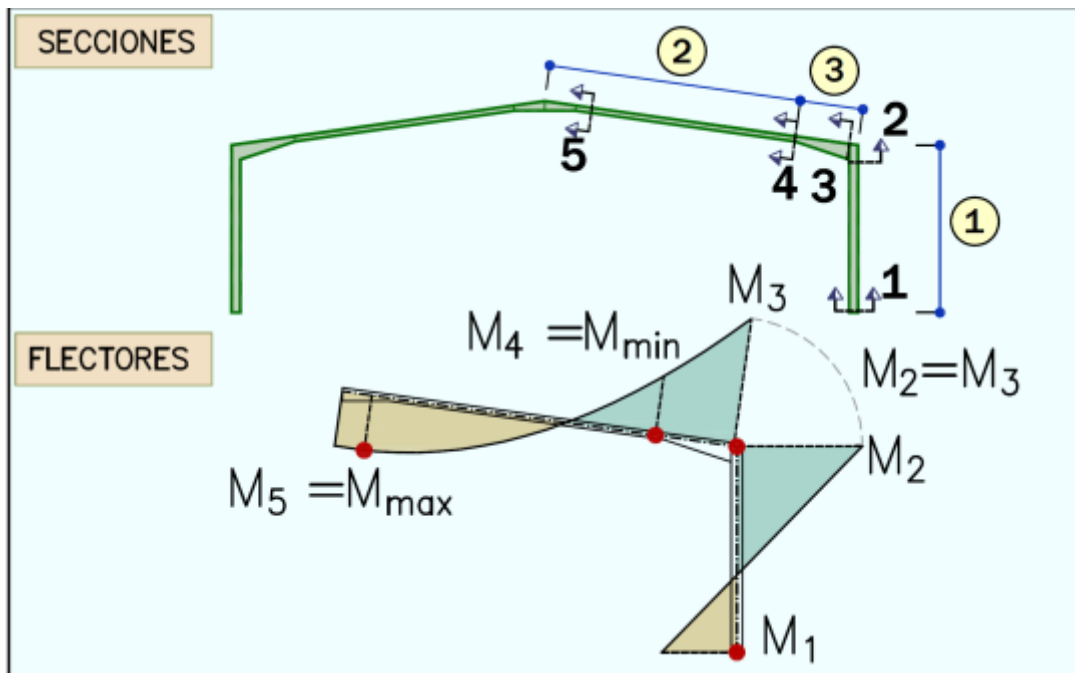
En este proyecto el índice resiste del pilar, del dintel y cartabón estarán en el rango:

$$I = [0,65 \text{ a } 0,85]$$

Es decir, se aconseja elegir los perfiles apropiados para que el índice resistente esté comprendido entre ambos valores.

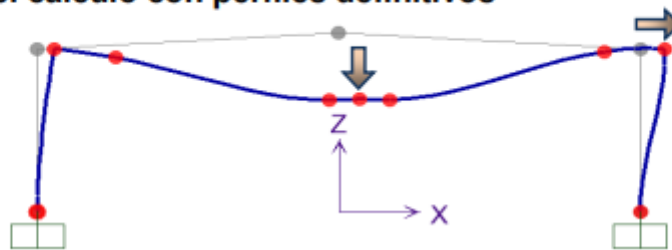
8.4.5. Método para el dimensionado de un pórtico

Figura 8 Proceso de dimensionado de un pórtico



Comprobación deformación (cm)

Al finalizar el cálculo con perfiles definitivos



Un posible método para el dimensionado de la estructura de un pórtico, que es el que se sigue en este curso, y se ve en la Figura 6. Debe cumplir los siguientes pasos:

- La flecha $\Delta flecha \leq a/200 = 1000 \text{ cm} / 200 = 5 \text{ cm}$ se comprueba al final con los perfiles definitivos.
- Comprobar el pilar con el máximo momento. Se debe mantener la relación de inercia I_{pilar}/I_{dintel} , por ellos, si se cambia el perfil de pilar se deberá hacer los mismo con el del dintel.
- Comprobar el tramo de canto constante del dintel con el mayor momento entre las secciones 4 (negativo) ó 5 (positivo). Comparar el índice obtenido con el del pilar.
- Comprobar el nudo de esquina. Ajustar el canto del acartelamiento si es preciso.
- Comprobar el nudo de esquina. Ajustar el canto del acartelamiento si es preciso.

8.5. DIMENSIONADO DEL PILAR IPE-240

8.5.1. Comprobación de resistencia

$$\frac{N_{Ed}}{A \cdot f_{yd}} + \frac{M_{y,Ed}}{W_y \cdot f_{yd}} \leq 1$$

M_{Ed}	5771 kg*m	Momento de cálculo máximo para el pilar. Ocurre para $x = 5 \text{ m}$, pilar de sotavento y combinación 2: $1.35 \cdot G + 1.5 \cdot S + 0.75 \cdot N + 0.9 \cdot V2$
----------	-----------	---

N_{Ed}	3654 kg	Axil de cálculo en la sección de momento máximo ($x = 5$ m).
A	39,1 cm ²	Área de la sección recta del perfil IPE-600.
$W_{pl,y}$	366 cm ³	Momento resistente plástico respecto al eje "y".
f_{yk}	2750 kg/cm ²	Límite elástico del acero S275JR.
γ_{M0}	1,05	Coefficiente de seguridad del acero en comprobaciones de resistencia
f_{yd}	2619 kg/cm ²	Resistencia de cálculo: $f_{yd} = f_y/\gamma_{M0}$.

$$I = \frac{N_{Ed}}{A \cdot f_{yd}} + \frac{M_{y,Ed}}{W_y \cdot f_{yd}} = \frac{3654}{39,1 \cdot 2619} + \frac{5771 \cdot 100}{366 \cdot 2619} = 0,036 + 0,602 = 0,64 \leq 1$$

Se puede confirmar la clasificación del perfil en función de los esfuerzos N_{Ed} , N_{Ed} y geometría del perfil:

CLASIFICACIÓN DOBLE T (IPE, H, armado) a FLEXOCOMPRESIÓN

Clase 1 y 2	$M = 5771$ kgm	$N = 3654$ kg	$f_{yk} = 2750$ kg/cm ²
$W_{pl,y}$	$h = 230$	$b = 240$	$t_f = 17$
Clase 3	$t_w = 10$	$r = 21$ (mm)	
$W_{el,y}$	CLASE 1	$A = 105.0$ cm ²	$W_{el} = 890$ cm ³
		$W_{pl} = 1000$ cm ³	

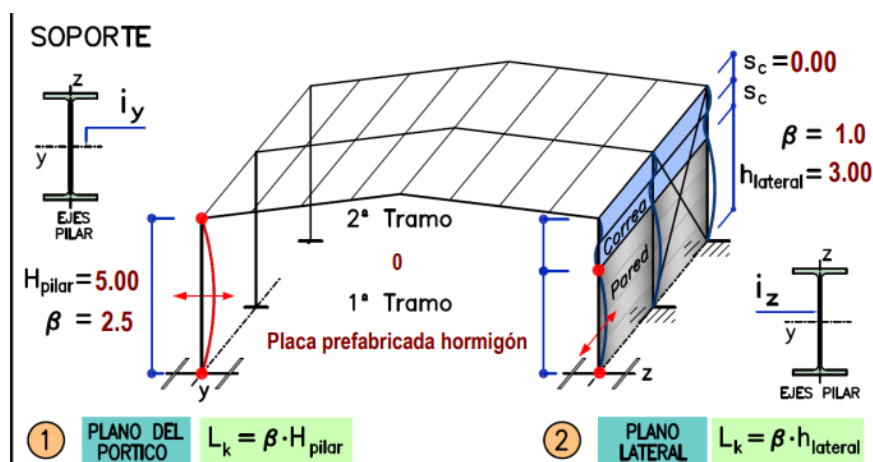
8.5.2. Comprobación a pandeo

M_{Ed}	5771 kg*m	Flector de cálculo máximo del pilar. Ocurre para $x = 5$ m, a sotavento y combinación 2.
N_{Ed}	3861 kg	Axil de cálculo máximo del pilar ($x = 0$) igual combinación del flector.
i_y	9,97 cm	Radio de giro respecto al eje fuerte (Pandeo plano del pórtico).
i_z	2,69 cm	Radio de giro respecto al eje débil (Pandeo lateral).

La fachada lateral del proyecto se compone de:

- El cerramiento de las fachadas laterales y hastial está constituido desde la base por placas prefabricadas de hormigón de 20 cm de espesor y dos placas de 1,5 m de altura de placa, en disposición horizontal, cerrando una altura total de 3 m. En los 2 superiores de fachada lateral y resto superior de la fachada hastial, se dejan abiertos para permitir una buena ventilación de la nave.

Figura 9 Pandeo del pilar en su plano y lateral.



Cálculo de esbeltez

- Plano pórtico

Se adopta un coeficiente β de pandeo de " 2,5 " debido a que, si bien el nudo inferior se encuentra empotrado, el nudo superior del pilar es libre. El dintel sometido a cargas verticales, debido a su inclinación, empuja hacia el exterior ambos pilares, por lo que se encuentran en peores condiciones respecto a una barra en voladizo.

La longitud de la pieza es la altura del pilar $L = 5$ m.

La pieza tiene una longitud a pandeo de $L_K = 500 * 2,5 = 1250$ cm.

La esbeltez tiene un valor:

$$\lambda_y = \frac{L_{k,y}}{i_y} = \frac{L_y \cdot \beta_y}{i_y} = \frac{500 * 2,5}{9,97} = 125,38$$

El radio de giro se toma respecto al eje perpendicular al plano de pandeo del pórtico (plano que contiene el pórtico), que es el eje "y" del perfil o eje fuerte.

- Plano lateral

Se adopta un coeficiente β de pandeo de " 1 " debido a que en el plano de la fachada lateral se disponen arriostramientos junto a los hastiales que limitarán en lo posible el desplazamiento lateral. Si bien el valor teórico es 0,7 (pilar empotrado /apoyado), se recomienda aumentar su valor a 1, ya que su efectividad no es total y se desplaza algo.

- Se arriostran los vanos extremos de la fachada lateral con una Cruz de San Andrés.
- Se dispone un zuncho de atado en cabeza de los pilares de toda la fachada lateral.
- Se considera que el prefabricado de hormigón no aporta rigidez a la estructura.
- Entre la altura comprendida de 3 a 5 m (Figura 7), se disponen únicamente correas dejando una mayor ventilación dentro de la nave.

Por todo ello, la longitud a considerar en el pandeo lateral es de $L = 3$ m.

La esbeltez vale (el radio de giro se toma respecto al eje perpendicular al plano de pandeo de fachada que es el lateral):

$$\lambda_z = \frac{L_{k,z}}{i_z} = \frac{L_z \cdot \beta_z}{i_z} = \frac{300 * 1}{2,69} = 111,52$$

Esbelteces reducidas

La esbeltez crítica es:

$$\lambda_{cr} = \pi * \sqrt{\frac{E}{f_y}} = \pi * \sqrt{\frac{2,1 * 10^6}{2750}} = 86,815$$

$$\text{Plano del pórtico: } \lambda_y = \frac{\lambda_y}{\lambda_{cr}} = \frac{125,38}{86,815} = 1,444 \leq 2$$

$$\text{Plano lateral: } \lambda_z = \frac{\lambda_z}{\lambda_{cr}} = \frac{111,52}{86,815} = 1,285 \leq 2$$

Coefficientes reductores por pandeo

- Plano pórtico: La curva de pandeo según y-y para $h/b \geq 1,2$ es la curva a. $\alpha_y = 0,21$

$$\phi_y = 0,5 * [1 + \alpha_y * (\lambda_y - 0,2) + \lambda_y^2] = 0,5 * [1 + 0,21 * (1,444 - 0,2) + 1,444^2] = 1,673$$

$$X_y = \frac{1}{\phi_y + \sqrt{\phi_y^2 - \lambda_y^2}} = \frac{1}{1,673 + \sqrt{1,673^2 - 1,444^2}} = 0,397 \leq 1$$

- Plano lateral: la curva de pandeo según z-z para $h/b \geq 1,2$ es la curva b. $\alpha_z = 0,34$
 $\phi_z = 0,5 * [1 + \alpha_z * (\lambda_z - 0,2) + \lambda_z^2] = 0,5 * [1 + 0,34 * (1,285 - 0,2) + 1,285^2] = 1,510$

$$X_z = \frac{1}{\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \lambda_z^2}} = \frac{1}{1,510 + \sqrt{1,510^2 - 1,285^2}} = 0,434 \leq 1$$

Coefficiente $c_{m,y}$

Se trata de pilares de un pórtico de una estructura sin arriostrar en su plano con longitud de pandeo superior a la de la propia barra (traslacional) $\beta = 2,5 > 1$, por lo que $c_{m,y} = 0,9$.

Coefficiente k_{yy} : $\lambda_y = 1,444$

$$k_{yy} = C_{m,y} \cdot \left[1 + (\bar{\lambda}_y - 0,2) \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} \right] = 0,9 * \left[1 + (1,444 - 0,2) * \frac{3861}{0,397 * 39,1 * 2619} \right] = 1,006$$

Coefficiente k_{zy} (pieza no susceptible a la torsión): $k_{zy} = 0,6 \cdot k_{yy} = 0,6 * 1,006 = 0,604$

Comprobaciones:

- Pandeo según el eje fuerte y-y

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{W_y \cdot f_{yd}} = \frac{3861}{0,397 * 39,1 * 2619} + 1,006 * \frac{5771 * 100}{366 * 2619} = 0,095 + 0,606 = 0,7 \leq 1$$

- Pandeo según el eje débil z-z

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{W_y \cdot f_{yd}} = \frac{3861}{0,434 * 39,1 * 2619} + 0,6 * 0,606 = 0,087 + 0,364 = 0,45 \leq 1$$

El índice resistente del pilar (máximo) es 0,7. El perfil IPE-240 es válido.

8.6. DIMENSIONADO DEL DINTEL IPE-180

8.6.1. Comprobación a resistencia

$$\frac{N_{Ed}}{A \cdot f_{yd}} + \frac{M_{y,Ed}}{W_y \cdot f_{yd}} \leq 1$$

M_{Ed}	2649 kg*m	Flector máximo absoluto de cálculo del dintel de canto constante. El flector negativo supera al positivo ($M_{max} = 2599 \text{ Kg*m}$)
N_{Ed}	2057 kg	Axil de cálculo en la misma sección de máximo flector absoluto.
A	23,9 cm ²	Área de la sección recta del perfil IPE-450.
$W_{pl,y}$	166 cm ³	Momento resistente plástico respecto al eje "y" (Clase 1 a flexocompresión)

$$I = \frac{N_{Ed}}{A \cdot f_{yd}} + \frac{M_{y,Ed}}{W_y \cdot f_{yd}} = \frac{2057}{23,9 * 2619} + \frac{2649 * 100}{166 * 2619} = 0,033 + 0,609 = 0,64 \leq 1$$

El índice resistente de la barra no ha superado el 0,85. Por ello, se puede decir que este perfil cumple a resistencia.

8.6.2. Comprobación a pandeo

M_{Ed}	2649 kg*m	Flector máximo absoluto de cálculo para el dintel de inercia constante. El flector negativo supera al positivo ($M_{max} = 21841$ mkg).
N_{Ed}	2126 kg	Axil máximo de cálculo de la barra en toda su longitud que es en la que ocurre el pandeo.
i_y	7,42 cm	Radio de giro respecto al eje fuerte (Pandeo plano del pórtico).
i_z	2,05 cm	Radio de giro respecto al eje débil (Pandeo lateral).

Cálculo de esbeltez

- Plano pórtico

Se toma como longitud de la pieza (Figura 8) la distancia entre el nudo de cumbrera y la esquina $L = 502,5$ cm. Se adopta un coeficiente β de pandeo de " 1.5 " debido a que, si bien los nudos extremos disponen de bastante rigidez debido a los cartabones, existen giros y un desplazamiento relativo entre extremos de barra que puede dar lugar a un coeficiente beta de pandeo mayor que 1.

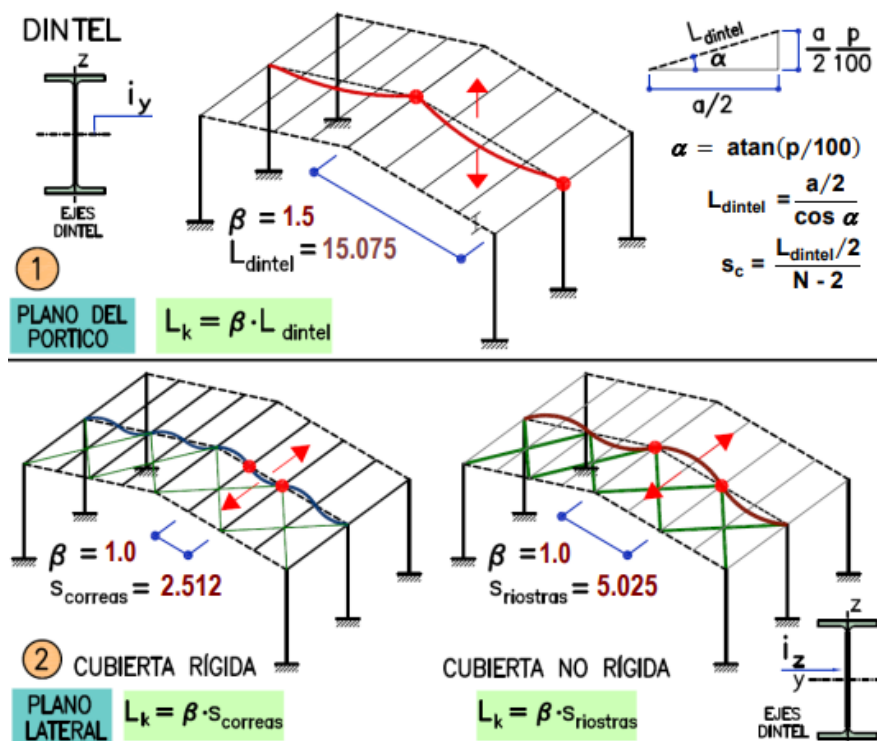
Es un valor difícil de precisar y como veremos más adelante, puede influir de forma notable en la comprobación, a diferencia de lo que ocurría en el pilar.

La esbeltez tiene un valor:

$$\lambda_y = \frac{L_{k,y}}{i_y} = \frac{L_y \cdot \beta_y}{i_y} = \frac{502,5 \cdot 1,5}{7,42} = 101,58$$

El radio de giro se ha tomado respecto al eje perpendicular al plano de pandeo del pórtico, que es el radio de giro mayor.

Figura 10 Planos y longitudes de pandeo del dintel



- Plano lateral

Se considera que la longitud a pandeo del dintel es la existente entre dos puntos fijos por existir arriostramiento. El proyectista adopta la decisión de si esa condición se cumple según evalúe la

existencia de esos puntos fijos (Figura 8). Se arriostran los vanos extremos de la fachada lateral con una Cruz de San Andrés.

- Correas unidas firmemente a un cerramiento de cubierta rígido (panel o chapa simple de suficiente rigidez) y al dintel dónde apoyan: se toma la separación entre correas. El conjunto forma un diafragma o elemento de sólido rígido en su plano. Así se considera en este caso. La longitud de la pieza es la distancia o separación existente entre correas: $L = 251,2$ cm. Es la situación que ocurre en este proyecto.
- En caso contrario la longitud sería entre los puntos que ata el arriostramiento de cubierta junto al hastial: separación entre riostras. Esta separación puede ser cada 2 a 4 correas dependiendo de la distancia entre ellas, recomendando que el recuadro formado por la riostra sea cercano a un cuadrado. En este caso es de 2 correas, es decir, 5,025 m, formando la Cruz de San Andrés un recuadro de 5,025 x 5 m².

Se adopta un coeficiente β de pandeo de " 1 ".

La esbeltez vale (el radio de giro se toma respecto al eje normal al plano de pandeo de cubierta):

$$\lambda_z = \frac{L_{k,z}}{i_z} = \frac{L_z \cdot \beta_z}{i_z} = \frac{251,2 * 1}{2,05} = 122,54$$

Esbelteces reducidas

$$\text{Plano del pórtico: } \lambda_y = \frac{\lambda_y}{\lambda_{cr}} = \frac{101,58}{86,815} = 1,170 \leq 2$$

$$\text{Plano lateral: } \lambda_z = \frac{\lambda_z}{\lambda_{cr}} = \frac{122,54}{86,815} = 1,412 \leq 2$$

Coefficientes reductores por pandeo

- **Plano pórtico:** La curva de pandeo según y-y para $h/b \geq 1,2$ es la curva a. $\alpha_y = 0,21$
 $\phi_y = 0,5 * [1 + \alpha_y * (\lambda_y - 0,2) + \lambda_y^2] = 0,5 * [1 + 0,21 * (1,170 - 0,2) + 1,170^2] = 1,286$

$$X_y = \frac{1}{\phi_y + \sqrt{\phi_y^2 - \lambda_y^2}} = \frac{1}{1,286 + \sqrt{1,286^2 - 1,170^2}} = 0,549 \leq 1$$

- **Plano lateral:** la curva de pandeo según z-z para $h/b \geq 1,2$ es la curva b. $\alpha_z = 0,34$
 $\phi_z = 0,5 * [1 + \alpha_z * (\lambda_z - 0,2) + \lambda_z^2] = 0,5 * [1 + 0,34 * (1,412 - 0,2) + 1,412^2] = 1,703$

$$X_z = \frac{1}{\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \lambda_z^2}} = \frac{1}{1,703 + \sqrt{1,703^2 - 1,412^2}} = 0,377 \leq 1$$

Coefficiente $c_{m,y}$

Se trata de dinteles de un pórtico de una estructura sin arriostrar con longitud de pandeo superior a la de la propia barra $\beta = 1.5 > 1$, por lo que $c_{m,y} = 0,9$.

Coefficiente k_{yy} : $\lambda_y = 1,408$, pero debe ser $\lambda_y \leq 1$

$$k_{yy} = C_{m,y} \cdot \left[1 + (\bar{\lambda}_y - 0,2) \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} \right] = 0,9 * \left[1 + (1,170 - 0,2) * \frac{2126}{0,549 * 23,9 * 2619} \right] = 0,954$$

Coefficiente k_{zy} (pieza no susceptible a la torsión): $k_{zy} = 0,6 \cdot k_{yy} = 0,6 * 0,954 = 0,572$

Comprobaciones:

- Pandeo según el eje fuerte y-y

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{W_y \cdot f_{yd}} = \frac{2126}{0,549 \cdot 23,9 \cdot 2619} + 0,954 \cdot \frac{2599 \cdot 100}{166 \cdot 2619} = 0,062 + 0,570 = 0,63 \leq 1$$

- Pandeo según el eje débil z-z

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y,Ed}}{W_y \cdot f_{yd}} = \frac{2126}{0,377 \cdot 23,9 \cdot 2619} + 0,6 \cdot 0,570 = 0,090 + 0,342 = 0,43 \leq 1$$

El índice resistente del pilar (máximo) es $0,64 < 0,65$, pero igualmente tomaremos el perfil IPE-180 como válido debido, a como se verá a continuación, la flecha en cumbrera con un perfil menor supera el máximo en este pórtico

8.7. COMPROBACIÓN DEL CARTABÓN IPE-180/360

8.7.1. Comprobación a resistencia

$$\frac{N_{Ed}}{A \cdot f_{yd}} + \frac{M_{y,Ed}}{W_y \cdot f_{yd}} \leq 1$$

M_{Ed}	5771 kg*m	Momento de cálculo en la sección de la esquina del dintel ($x = 0$).
N_{Ed}	2126 kg	Axil de cálculo en la misma sección ($x = 0$).
A	33,49 cm ²	Área del acartelamiento IPE-450/900
$W_{pl,y}$	425 cm ³	Momento resistente elástico respecto al eje "y". La sección es de Clase 3.

$$I = \frac{N_{Ed}}{A \cdot f_{yd}} + \frac{M_{y,Ed}}{W_y \cdot f_{yd}} = \frac{2126}{33,49 \cdot 2619} + \frac{5771 \cdot 100}{425 \cdot 2619} = 0,024 + 0,518 = 0,54 \leq 1$$

Comentarios

Se realizó un predimensionado. El perfil es el mismo que el perfil del dintel en el tramo de canto constante. Se ensaya un canto que puede ser el doble o algo menor que el canto "h" del perfil del dintel (IPE-180).

Al ser de Clase 2 se utiliza para la comprobación el momento resistente plástico ($W_{pl,y}$).

Para el de cumbrera no son necesarios cálculo de dimensionado. Aumentando sus dimensiones, pero en general sin superar las del cartabón de esquina, puede conseguirse una ligera reducción de la flecha.

8.8. DEFORMACIONES. E.L.S.

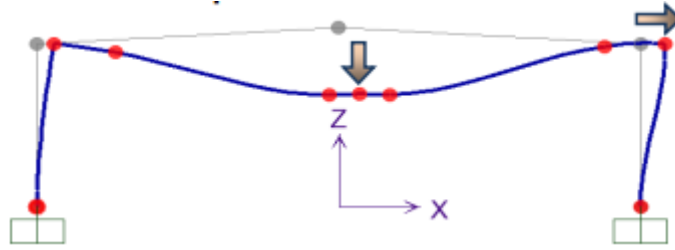
8.8.1. Deformaciones que comprobar

Apariencia:

- Flecha vertical: nudo de cumbrera con la limitación de $a/200$ siendo "a" la luz de la estructura que en este caso es de 10 m.
- Desplome o flecha horizontal: cabeza o coronación del pilar (nudo de esquina) con limitación de $H/200$ siendo "H" la altura del pilar que en este caso es de 5 m.

No es necesario en este proyecto realizar una comprobación de la integridad del cerramiento de la fachada lateral. Las placas alveolares de hormigón prefabricado (juntas entre paneles que permiten el movimiento) no experimentan daños por deformaciones excesivas.

Figura 11 Deformación (muy aumentada) debida a cargar verticales (ELS-1) y viento (ELS-2)



8.8.2. Comprobaciones

- Comprobación de flecha en cumbrera.
 $1000 \text{ cm} / 3,99 \text{ cm} = 251 > 200$ (límite). Cumple
- Comprobación de desplome en esquina:
 $\text{cm} / 1,09 \text{ cm} = 459 > 200$ (límite). Cumple

9. CORREAS

9.1. DATOS DEL PROYECTO

9.1.1. Definición

Las correas son las vigas de acero que, trabajando preferentemente a flexión, transmiten las cargas que se ejercen sobre el material de cubierta (peso propio, sobrecarga de uso, acciones climatológicas) a la estructura portante (pórtico o celosía). Recorren longitudinalmente la nave, uniéndose al dintel de los pórticos o cordón superior de las celosías, y en sus extremos al dintel hastial.

La separación o reparto de correas en los faldones de cubierta está condicionada a la resistencia del material de cubierta (panel tipo sandwich), que puede consultarse en catálogos comerciales. Separaciones entre 1,5 a 3 m son habituales para la chapa o panel sándwich. En el caso de una celosía, la separación de correas s_c puede estar relacionada con la modulación de la triangulación y disposición de montantes.

La separación entre correas (s_c) para este proyecto es de 2,5 m y la luz del vano o separación entre pórticos (s) es de 5 m. La pendiente de la cubierta es del 10 % colocándose un total de 6 vanos a lo largo de la cubierta, 3 sobre cada dintel.

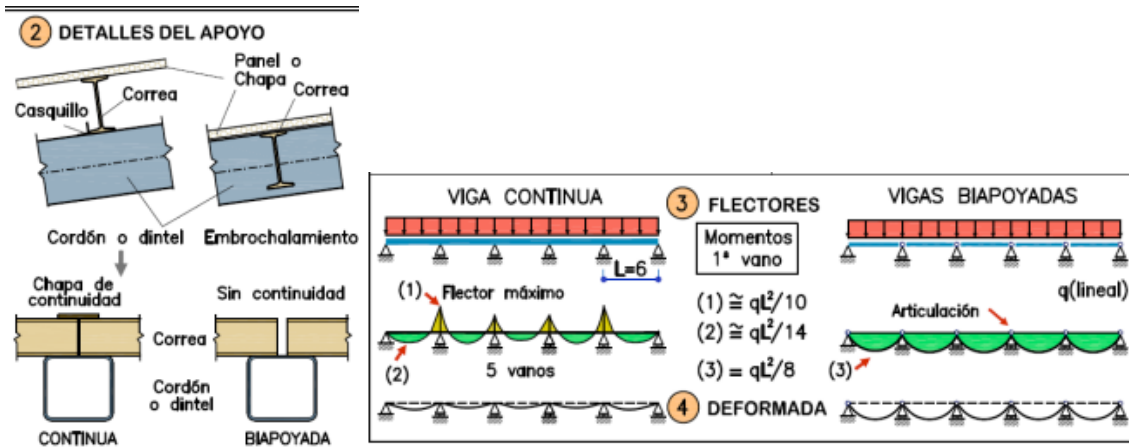
9.1.2. Continuidad

Si las correas (Figura 10) no se interrumpen en dos o más vanos constituyen una viga continua. Para dotar de continuidad a las correas, ya que su longitud está limitada por suministro y transporte (máximo 12 m), es necesario unir sus extremos aportando resistencia a la flexión.

La continuidad puede hacerse efectiva a lo largo de toda la nave. En ese caso es continua de “v” vanos. En otras ocasiones las correas pueden tener dos o varios vanos, con continuidad en uno o varios apoyos, pudiendo trasladarse a obra de una pieza y se evita soldar en obra, o bien para reducir el número de apoyos con continuidad.

También pueden colocarse simplemente apoyadas (biarticuladas) cuyo montaje es más sencillo ya que cada vano es independiente. Sin embargo, el momento podría ser aproximadamente un 25% superior y sobre todo la flecha que podría duplicarse (Figura 10).

Figura 12 Detalles del apoyo. Leyes de flectores y deformada.



9.1.3. Rigidez lateral

Si el plano del faldón de cubierta es rígido y su pendiente es pequeña, puede formularse la hipótesis de que el panel o chapa es capaz de soportar esfuerzos en su plano. Esto significa que estos flectores serán resistidos por el material de cubierta, no por las correas.

Este supuesto es más difícil de cumplir, ya que soportar acciones directas, debidas a las cargas exteriores, es más complicado de conseguir que soportar las acciones secundarias derivadas de contener el pandeo o vuelco lateral de vigas. Además, puede estar condicionada a la calidad de la puesta en obra o montaje de la cubierta.

Se recomienda cautela al aplicar esta hipótesis, por lo que es aconsejable analizar siempre lo que ocurre en el caso de que la cubierta no tuviese suficiente rigidez.

9.1.4. Disposición

Las correas se colocan (Figura 10) apoyadas sobre el dintel del pórtico. Para ello se dispone de un casquillo de angular u otro perfil o redondo de acero (ejión) para posicionarlas durante el montaje en obra.

9.2. TIPOS DE PERFILES

El perfil emplea en el proyecto va a ser de tipo IPE-120.

9.3. CÁLCULO DE CORREAS

9.3.1. Acciones

La combinación de carga más desfavorable en naves cerradas es la debida a todas las acciones gravitatorias más viento de presión. Coincide con la combinación 2.

Las acciones superficiales q sobre la correa son idénticas a las que se utilizaron para calcular el pórtico o celosía. Se recuerda que no incluyen acciones que se aplican por debajo de ellas, como el peso del pórtico o celosía. Por tanto, el cálculo de correas es indiferente si la estructura de apoyo es pórtico o celosía.

9.3.2. Cálculo de flectores

El modelo es una viga (biapoyada o continua según el número de vanos), cargada uniformemente en todos los vanos. Será suficiente con obtener el momento flector máximo a partir del diagrama de momentos de la viga, ya que la sección es constante.

En una viga continua de vanos de igual longitud L, el momento máximo ocurre en el segundo apoyo (momento negativo). En una viga biapoyada el flector máximo tiene lugar en el centro de cualquier vano (momento positivo).

Se va a utilizar la siguiente expresión deducida de la Resistencia de Materiales:

$$M_{max} = k * q * s_c * L^2 = 0,100 * 123,74 * 2,512 * 5^2 = 777,09 \text{ m} * \text{kg}$$

$$M_{max,V2} = k * q_e * s_c * L^2 = 0,100 * 14,29 * 2,512 * 5^2 = 89,74 \text{ m} * \text{kg}$$

k	0,100	Coficiente que depende del tipo de carga y número de vanos (3 vanos)
q	140,08 kg/m ²	Carga superficial gravitatoria vertical que soportan las correas: (36,1*1,35 + 40*1,50 + 20*0,75) = 123,74 kg/m ² .
q _e	14,29 kg/m ²	Presión estática del viento normal al faldón de cubierta: (ψ _{0,V2} γ _{V2}) q _b ·c _e ·c _p = 0,6*1,5*42 kg/m ² *1,99*0,19 = 14,29 kg/m ² q _b : Presión dinámica del viento en zona B: 45 kg/m ² c _e : Coeficiente de exposición a la altura de 8,5 m. (zona IV): 1,67 c _p : Coeficiente de presión zona I +0,19
s _c	2,512 m	Separación entre correas.
L	5 m	Longitud del vano (o separación entre pórticos o celosías) (L= s)

Las cargas gravitatorias no coinciden con los ejes principales (y, z) de la sección. La presión del viento sigue la dirección negativa del eje z de la sección. Este tipo de flexión se denomina flexión esviada porque tiene una componente respecto a cada eje.

La pendiente del faldón de cubierta es tg α = 0,1 y el ángulo es 5, 71°:

Gravitatorias:

- Flexión en el plano perpendicular al faldón:

$$M_y = M_{max} * \cos \alpha = 777,09 * \cos 5,71 = 773,23 \text{ m} * \text{kg}$$

- Flexión en el plano paralelo al faldón:

$$M_z = M_{max} * \sin \alpha = 777,09 * \sin 5,71 = 77,32 \text{ m} * \text{kg}$$

Viento:

- Flexión en el plano perpendicular al faldón:

$$M_{y,V2} = M_{max,V2} = 89,74 \text{ m} * \text{kg}$$

Flectores totales:

- Flexión en el plano perpendicular al faldón:

$$M_{y,T} = M_y + M_{y,V2} = 773,23 + 89,74 = 862,97 \text{ m} * \text{kg}$$

- Flexión en el plano paralelo al faldón:

$$M_{z,T} = M_z = 77,32 \text{ m} * \text{kg}$$

9.3.3. Comprobación de resistencia

Se utiliza la expresión general para la flexión esviada (para perfiles de Clase 1 y 2):

$$\frac{M_{y,Ed}}{W_{y,y} \cdot f_{yd}} + \frac{M_{z,Ed}}{W_{y,z} \cdot f_{yd}} = i_{My} + i_{Mz} = i_{Total} \leq 1$$

- IPE-120-Cubierta no rígida (Clase 1)

$M_{y,Ed}$	862,97 m*kg	Flexión en el plano normal al eje y (según la normal al plano del faldón).
$M_{z,Ed}$	77,32 m*kg	Flexión en el plano normal al eje z (según el plano del faldón)
$W_{pl,y}$	60,8 cm ³	Momento resistente plástico respecto al eje y.
$W_{pl,z}$	13,58 cm ³	Momento resistente plástico respecto el eje z.

$$i_{Total} = i_{My} + i_{Mz} = \frac{862,97 \cdot 100}{60,8 \cdot 2619} + \frac{77,32 \cdot 100}{13,58 \cdot 2619} = 0,54 + 0,22 = 0,76 \leq 1 \text{ (Cumple)}$$

Se observa que, aunque el momento flector M_z es sensiblemente inferior que el M_y , al ser el momento resistente $W_{pl,z}$ pequeño, el índice debido a la flexión en el plano del faldón llega a alcanzar una cierta influencia en la comprobación.

9.3.4. Comprobación de flecha

Tensiones características en cada dirección

- Verticales

$$q = G + S + N \cdot 0,5 = 36,1 + 40 + 20 \cdot 0,5 = 86,1 \text{ kg/m}^2$$

- Viento V2

$$q_e = \psi_{V2} \cdot q_b \cdot c_e \cdot c_p = 0,6 \cdot 42 \cdot 1,99 \cdot 0,19 = 9,53 \text{ kg/m}^2$$

$$M_{max} = k \cdot q \cdot s_c \cdot L^2 = 0,100 \cdot 86,1 \cdot 2,512 \cdot 5^2 = 540,71 \text{ m*kg}$$

$$M_{max,V2} = k \cdot q_e \cdot s_c \cdot L^2 = 0,100 \cdot 9,53 \cdot 2,512 \cdot 5^2 = 59,85 \text{ m*kg}$$

$$M_{y,T} = M_y + M_{y,V2} = 540,71 \cdot \cos 5,71 + 59,85 = 597,87 \text{ m*kg}$$

$$M_{z,T} = M_z = 540,71 \cdot \sen 5,71 = 53,80 \text{ m*kg}$$

$$\sigma_y + \sigma_z = \frac{M_{y,T}}{W_{el,y}} + \frac{M_{z,T}}{W_{el,z}} = \frac{597,87}{53} + \frac{53,80}{8,65} = 11,28 + 6,22 = 17,5 \text{ kg/mm}^2$$

Momentos resistentes elásticos $W_{el,y} = 53 \text{ cm}^3$, $W_{el,z} = 8,65 \text{ cm}^3$

σ_z	11,28 kg/mm ²	Tensión característica debida al flector M_y .
L	5 m	Luz de la correa
h_z	12 cm	Canto o altura de la sección en la dirección normal al faldón.
α	0,53	Coefficiente que depende del número de vanos.
σ_y	6,22 kg/mm ²	Tensión característica debida al flector M_z .
h_y	6,4 cm	Ancho del ala o altura de la sección en la dirección paralela al faldón.

$$f_z(\text{mm}) \cong \alpha \cdot \frac{\sigma_y (\text{kg/mm}^2) \cdot L^2 (\text{m}^2)}{h (\text{cm})} = 0,53 \cdot \frac{11,28 \cdot 5^2}{12} = 12,50 \text{ mm}$$

$$f_y(\text{mm}) \cong \alpha \cdot \frac{\sigma_z (\text{kg/mm}^2) \cdot L^2 (\text{m}^2)}{b (\text{cm})} = 0,53 \cdot \frac{6,22 \cdot 5}{6,4} = 12,90 \text{ mm}$$

Comprobación de la flecha

$$f = \sqrt{f_z^2 + f_y^2} = \sqrt{12,5^2 + 12,9^2} = 18 \text{ mm} \leq \frac{\text{Luz}}{200} = \frac{5000}{200} = 25 \text{ mm (Cumple)}$$

10. BASE DE ANCLAJE

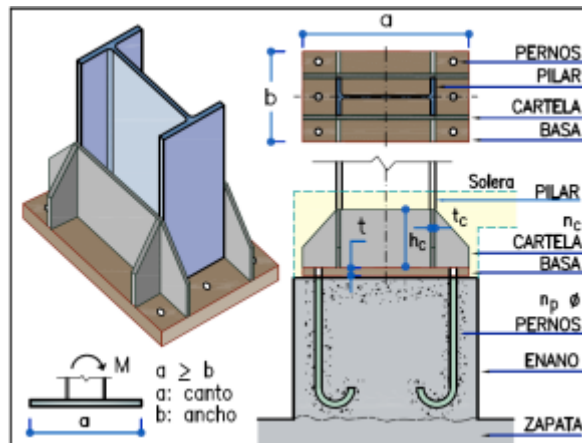
10.1. DEFINICIONES

Las bases de anclaje (o basas) son los elementos constructivos a través de los cuales los soportes (solicitados a axil, momento y cortante), transmiten su carga a un cimiento (usualmente de resistencia inferior al soporte) de forma que éste pueda resistirlos. Debido a ese cambio de resistencia (acero a hormigón), es necesario ampliar el pie de la columna para proporcionar una distribución de cargas lo más amplia y uniforme posible al cimiento.

En este apartado se estudiarán los pilares considerados como empotrados en su base, aunque respecto al cálculo debe verificarse que tanto las dimensiones de la cimentación como la naturaleza del terreno no invaliden la hipótesis de empotramiento perfecto.

La importancia económica de estos elementos es pequeña ya que suelen representar entre un 5% a 10% del acero empleado en la estructura de una nave. Sin embargo, su función estructural en naves es más relevante que en otras construcciones de edificación.

Figura 13 Elementos de una placa de anclaje



10.2. ELEMENTOS Y FUNCIONAMIENTO DE UNA BASE DE ANCLAJE

10.2.1. Placa de anclaje

Las placas se fabrican a partir de chapas gruesas, de dimensiones a (canto) x b (ancho) x t (espesor). Su superficie (a x b) debe ser suficiente para proporcionar un reparto uniforme de las tensiones debidas al axil y flector bajo a la placa para transmitir las al cimiento.

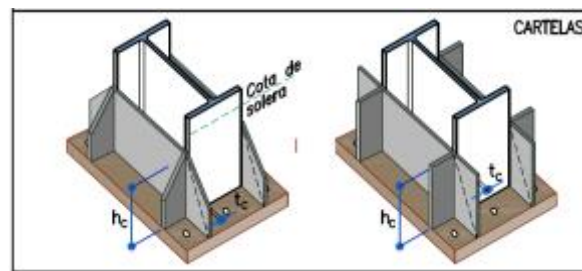
Respecto al cálculo debe predimensionarse la placa. Para ello se puede añadir entre 15 a 35 cm a la dimensión del pilar [h x b]. Las dimensiones se redondean a múltiplos de 5.

El espesor depende de la magnitud de la flexión en la placa. En placas de pilares con escasos esfuerzos se usa chapa de 15 o 18 mm. El espesor de 20 mm es el más habitual en soportes de naves con cargas medias. En pórticos con grandes flectores en la base podemos emplear chapa de 25 mm o 30 mm. Orientativamente, colocaremos el espesor de 25 mm para soportes a partir de IPE-500 o H-400, y el de 30 mm a partir de H-500.

10.2.2. Cartelas de rigidización

Chapas con forma trapecial (recomendable, aunque tiene más operaciones de corte), rectangular o casquillos de perfiles soldados al fuste del pilar (Figura 19).

Figura 14 Tipos de cartelas



Se definen por la altura h_c , usualmente entre 150 y 250 mm, y su espesor t_c , entre 12 y 20 mm, en todo caso inferior al de la placa. Su longitud coincide con el canto a de la placa.

Se disponen en la dirección de la flexión: un mínimo de dos chapas colocadas en los laterales del perfil del pilar o más, por ejemplo, en prolongación del alma del perfil. Se recomienda colocar 4 cartelas transversales para proporcionar empotramiento lateral. Se mejora la estabilidad al pandeo lateral.

Su función es ayudar a la basa a transmitir los esfuerzos entre pilar-basa, y basa-cimiento. Uniformizan el reparto de tensiones normales de contacto placa-hormigón bajo la placa y mejoran el comportamiento en flexión. En soportes de naves se recomienda su colocación aún en los casos en que no sean estrictamente necesarias por cálculo.

La basa suele colocarse entre 20 a 30 cm por debajo de la cara superior de la solera. Al hormigonar ésta, la placa y las cartelas quedan embebidas en la capa de hormigón. El acero está más protegido de la corrosión.

10.2.3. Pernos de anclaje

Tipos y dimensiones

Los pernos son unos redondos de acero de longitud L y diámetro ϕ . También se les denomina garrotas, espárragos, tornillos. Se disponen en agujeros o taladros cerca de los bordes de la placa, con igual número de redondos n en lados opuestos de la placa (mínimo 2 en cada cara). El diámetro del agujero de la placa es ligeramente superior al perno para facilitar su colocación. La distancia del centro del agujero al borde de la placa suele situarse entre 40 y 60 mm para diámetros no superiores a 30 mm.

El material puede ser acero liso para tornillos de clase 4.6 (resistencia $f_y = 2400 \text{ kg/cm}^2$) u otro tipo de acero. Los diámetros ϕ de acero liso se eligen de la serie 20, 22, 24, 27 y 30 mm, siendo más habituales para placas de naves: 20, 24 y 27 mm. No deben colocarse diámetros inferiores a 20 mm en edificación y obra civil. En elementos de menor importancia o poco solicitados se usa el $\phi 12$ y $\phi 16$ mm.

Se utilizan también bastante pernos de barras corrugadas de acero (se usan en hormigón armado), de fácil disponibilidad. Las calidades son: B400S ($f_{yd} = f_{yk}/\gamma_s = 400/1,15 = 348 \text{ N/mm}^2$) o preferentemente B500S ($f_{yd} = 500/1,15 = 435 \text{ N/mm}^2$), con diámetros de 20 y 25 mm. No permiten rosca y se deben soldar con precauciones (evitar sobrecalentamientos que puedan reducir las propiedades mecánicas del acero u ocasionar fragilidad).

Funcionamiento

La flexión en la base del pilar provoca tracciones y compresiones a cada lado de la placa, según la dirección del canto a. Los pernos son el elemento que transmiten las tracciones entre base y cimiento oponiéndose a su separación en la superficie de contacto.

Tabla 6 Tracción de agotamiento T_u para pernos de acero 4.6. y barras corrugadas ($\sigma_s \leq 300$ N/mm²). Longitud de anclaje L para perno liso de acero 4.6 ($T_{u,max}$) y barra corrugada B400S (400 N/mm²) y HA-25 (25 N/mm²). En patilla a tracción se reduce un 30%.

ϕ caña o barra (mm)	Área (cm ²)		Esfuerzo agotamiento T_u (kg)			Longitud de anclaje L (cm)				
	Total	Resistente	Liso		Corrugado	Liso		Corrugado		
	Soldado Corrugado	Roscado	Soldado	Roscado		Recta	Patilla	Recta	Patilla	
10	0.785	0.580	1795	1670	2049	48	33	20	14	
12	1.131	0.843	2585	2428	2950	57	40	24	17	
16	2.011	1.570	4596	4522	5245	76	53	32	22	
20	3.142	2.448	7181	7050	8195	95	67	48	34	
22	3.801	3.034	8689	8738		105	74			
24	4.524	3.525	10340	10152		114	80			
25	4.909								75	53
27	5.726	4.594	13087	13231		130	91			
30	7.069	5.606	16157	16145	20980	143	100			
32	8.042								123	86
33	8.553	6.936	19550	19976		161	112			
36	10.179	8.167	23266	23521		173	121			

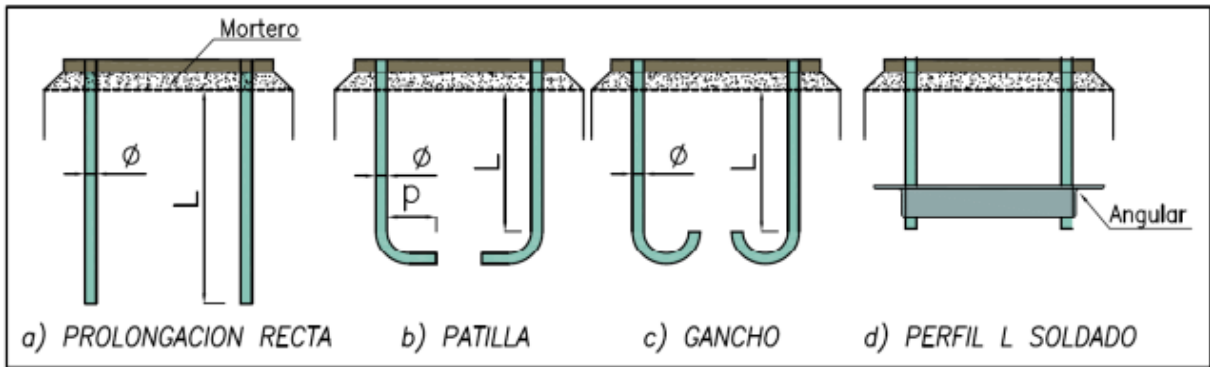
En cambio, las tensiones de compresión se transmiten por presión directa entre base y cimiento no interviniendo en principio los pernos, aunque deben montarse por razones de sujeción y facilidad de montaje. Si se invierten las cargas, cambia el signo del axil.

Respecto a las barras corrugadas, de acero tipo B400S ($f_{yk} = 400$ N/mm²) o B500S ($f_{yk} = 500$ N/mm²), los autores han limitado la tensión de trabajo de esas barras a 300 N/mm², inferior al límite elástico, para evitar un excesivo alargamiento del perno con la consiguiente pérdida de rigidez de la unión (el empotramiento pierde eficacia).

Anclaje

La transmisión de las tensiones de tracción se realiza mediante anclaje por adherencia con el hormigón del cimiento. El acero se adhiere de forma natural con el hormigón. Las corrugas o resaltos de las barras corrugadas para armar aumentan la adherencia.

Figura 15 Disposición y anclaje de pernos en el cemento



Respecto a los pernos por adherencia, existen diversas disposiciones destacando los pernos rectos, en patilla y en gancho (más habitual) (Figura 13).

La longitud óptima es aquella para la que teniendo en cuenta la adherencia hormigón-acero, el perno se arranque para la misma fuerza que lo agota a tracción. La longitud de anclaje que debe tener el perno debe ser al menos superior a ese valor.

El perno debe tener una longitud no inferior a la longitud de anclaje. Si fuese precisa menos longitud de anclaje por falta de altura del cemento, pueden disponerse más pernos de los necesarios por cálculo a tracción, y así disminuir proporcionalmente su longitud.

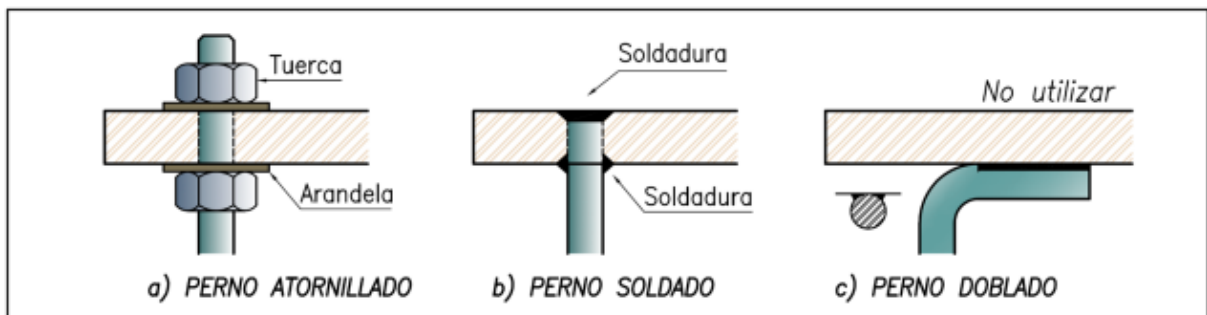
En naves ordinarias suele cimentarse con zapatas aisladas. Si la resistencia del suelo es buena a poca profundidad, la placa se dispone directamente encima de la zapata. Al calcular la cimentación se obtiene el canto o altura necesaria de la zapata, que no podrá ser inferior a la altura ocupada por el perno más el recubrimiento inferior de hormigón.

Para zapatas más profundas la solución más habitual consiste en fabricar un enano o dado de hormigón sobre la zapata, a modo de pilar corto de hormigón armado, cuya altura debe ser superior a la longitud del perno ya que éste se aloja en esa zona.

Unión a la placa de anclaje

Existen numerosos sistemas de colocación (Figura 14), entre los que destacamos:

Figura 16 Tipos de unión de pernos a la placa de anclaje



- Pernos con rosca (a modo de tornillos) que se unen a la placa mediante tuercas y arandelas. Es el procedimiento tradicional, recomendado por el CE, más laborioso en su ejecución, pero que permite nivelar el pilar con precisión frente al perno soldado, roscando adecuadamente los pernos por debajo de la placa. Mediante un mortero de baja retracción y buena penetración, se rellena el espacio bajo la placa y así se asegura un buen contacto entre el hormigón y la placa.

- Pernos soldados al taladro realizado en la placa, con relleno de soldadura del resto de agujero de la cara superior y cordón de soldadura alrededor del perímetro exterior del perno en la cara inferior.
- En ocasiones para cargas pequeñas y sin flector, los pernos no se atornillan a la base de anclaje, sino que se sueldan en patilla directamente (Figura 13.4c) o mediante perfiles angulares a la cara inferior de la placa, procedimiento, aunque cómodo (no hay taladros) tiene un mal comportamiento mecánico. Según el CE, no debe utilizarse.

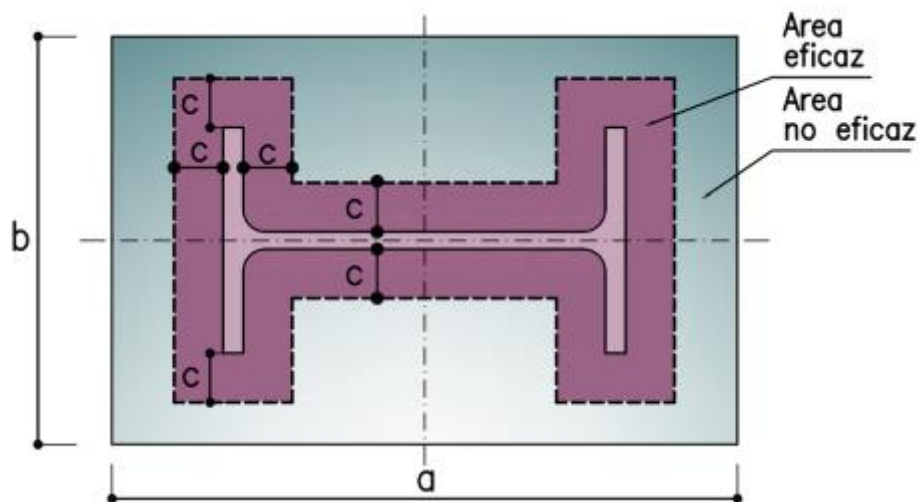
10.3. CÁLCULO DE LOS ELEMENTOS DE UNA PLACA SEGÚN EL CE

10.3.1. Área eficaz y resistencia en compresión

La región de contacto en compresión, o área eficaz de apoyo de la basa, depende del espesor de ésta, estará formada por la región de basa limitada por segmentos de recta paralelos a las caras de los perfiles y cartelas que forman la sección de arranque del soporte, a una distancia máxima “c” de dichas caras.

En flexión compuesta, se considera la región parcial del área eficaz que permite establecer, junto con las tracciones en los pernos de anclaje, una configuración de esfuerzos en equilibrio con los del axil y momento de cálculo del soporte en el arranque. Cada región comprimida puede interpretarse en sección como la silueta perimetral del perfil (Figura 15) y, además, si se colocan, de las chapas o cartelas que lo rigidizan.

Figura 17 Base de un soporte sin cartelas. Área equivalente en compresión pura.



Los datos para tener en cuenta son:

- c: Distancia máxima (por si la placa es más pequeña) que configura la región de la basa limitada por segmentos de recta paralelos a la cara de los perfiles:

$$c = \sqrt{\frac{f_{yd}}{3 \cdot f_{cd}}} * t =$$

- t: espesor de la placa.
- f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero de la basa con $\gamma_M = 1,05$.
- f_{jd} : Resistencia portante de la superficie de asiento. Para el caso de apoyos sobre macizos, que aseguran un confinamiento al hormigón, la resistencia del hormigón f_{jd} puede ser bastante superior a la resistencia de cálculo f_{cd} . Sin embargo, en este proyecto esto no se tiene en cuenta y, por tanto, se toman ambos con el mismo valor.
- f_{cd} : Resistencia de cálculo del hormigón a compresión (CE): $f_{cd} = f_{ck}/\gamma_c$, $\gamma_c = 1,5$

Así, un hormigón HA-25, es: $f_{cd} = 250/1,5 = 166,7 \text{ kg/cm}^2$.

Las cimentaciones de naves suelen fabricarse con hormigón HA-25 o HA-30 y el acero de la placa suele ser S275, lo que permite obtener la distancia máxima perimetral c:

$$\text{HA-25: } c = 2,289*t ; \text{ HA-30: } c = 2,089*t$$

10.4. CÁLCULO DE LA BASE Y CARTELAS DEL PÓRTICO

Para un pilar IPE-240 ($h=240 \text{ mm}$, $bf = 120 \text{ mm}$), para el predimensionado de la placa añadimos entre 150 a 350 mm a las dimensiones del perfil. A partir de 700 mm, adoptar 25 mm de espesor. Las dimensiones de la placa son (mm):

Longitud (a)= 540	Ancho (b)= 320	Espesor (t)= 20
-------------------	----------------	-----------------

Se consulta el listado o el diagrama de esfuerzos de la base empotrada del pilar IPE-600 a sotavento. Los esfuerzos necesarios son la compresión N1 y el flector M1 (Comb2).

Base pilar sotavento	Comb	N ₁	M ₁
	COMB 2	3861	4870

En cuanto al tipo de material de cada uno de los elementos, las resistencias son:

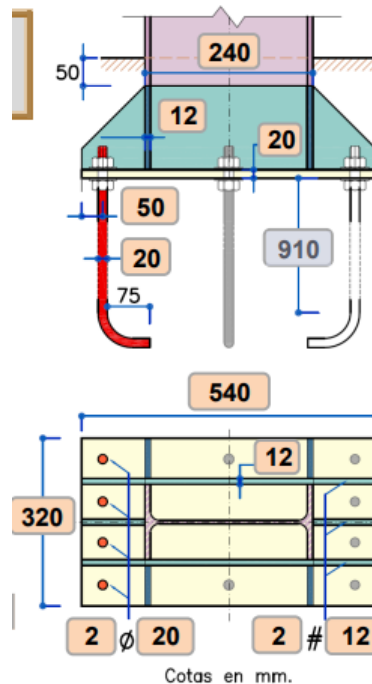
	γ	Tipo	Resistencia (kg/cm^2)
PLACA CARTELAS	Y 1,05	S275JR	$f_{yd} = f_y/\gamma_{M0} = 2750/1,05 = 2619$
PERNOS	1,25	4,6	$f_{ud} = f_u/\gamma_{M2} = 4000/1,25 = 3200$
HORMIGÓN	1,5	HA-25	$f_{cd} = 250/1,5 = 166,7$

10.4.1. Tracción en los pernos

Distancia entre el eje del tornillo y borde de la placa (d_1) = 5 cm.

Cartelas (n_c) = 2 unidades de $t_c=12 \text{ mm}$.

Figura 18 Base de anclaje del pórtico a dos aguas



$$d = (a - d_1) = 54 - 5 = 49 \text{ cm.}$$

$$M_T = M_{Ed} + N_{Ed} \cdot (d - a/2) = 4870 \cdot 100 + 3861 \cdot (49 - 54/2) = 571900 \text{ Kg} \cdot \text{cm}$$

$$b_{ef} = \min [n_c \cdot (t_c + 2 \cdot c) ; b_f + 2 \cdot (t_c + c)] = \min [2 \cdot (1,2 + 2 \cdot 4,58) ; 12 + 2 \cdot (1,2 + 4,58)] = \min [21,92; 24,76] = 20,72 \text{ cm}$$

$$c = \sqrt{\frac{f_{yd}}{3 \cdot f_{cd}}} \cdot t = \sqrt{\frac{2619}{3 \cdot 166,7}} \cdot 20 = 45,8 \text{ mm}$$

$$x = d - \sqrt{d^2 - \frac{2 \cdot M_T}{b_{ef} \cdot f_{cd}}} = [\geq 0 ; \leq a] = 49 - \sqrt{49^2 - \frac{2 \cdot 571900}{20,72 \cdot 166,7}} = 3,505 \text{ cm}$$

Por ahora, al ser $x \geq 0$ se puede afirmar que la placa trabaja a flexocompresión.

El ancho mínimo de la placa debe ser:

Ancho del ala del pilar IPE-240 (b_f) = 12 cm.

$$b_{\min} = b_f + 2 \cdot (t_c + c) = 12 + 2 \cdot (1,8 + 4,58) = 20,72 < b = 32 \text{ cm.}$$

10.4.2. Dimensionado de los pernos

$$T = b_{ef} \cdot f_{cd} \cdot x - N_{Ed} \geq 0 \rightarrow T = 21,92 \cdot 166,7 \cdot 3,306 - 3861 = 8245 \geq 0$$

Como $T \geq 0$ se confirma por completo que la placa trabaja a flexocompresión.

La resistencia de un perno roscado de anclaje en patilla a tracción $\phi 22$ de acero $\geq 4,6$ se obtiene de la Tabla 9 aplicando un coeficiente de 1 al valor indicado. Se aplica un factor de 0,85 por arranque de viruta no incluido en la Tabla:

$$T_u = 7050 \text{ kg} \cdot 0,85 \cdot 1 = 5993 \text{ Kg.}$$

La comprobación de la resistencia para $n_p = 2$ tornillos en la zona traccionada es:

$$i_p = \frac{T}{n_p \cdot T_u} = \frac{8219}{2 \cdot 7491} = 0,69 \leq 1$$

Al ser menor que 1 se puede afirmar que cumple las condiciones de uso.

10.4.3. Dimensionado de las cartelas

Comprobaremos si el espesor $t_c = 1,8$ cm y el número de cartelas (interiores) $n_c = 2$ (parámetros utilizados para dimensionar los pernos), y una altura $h_c = 25$ cm son dimensiones adecuadas para transmitir la compresión del pilar al cimiento.

El vuelo v es la distancia desde el pilar al borde de la placa:

$$v = (a - h)/2 = (540 - 320)/2 = 15 \text{ cm}$$

La inclinación α de la viga o codal equivalente de la cartela vale:

$$\alpha = \text{arc tg}(h_c/v) = \text{arc tg}(20/15) = 45^\circ$$

La cartela podría recibir una resultante de las compresiones R hasta una longitud de la mitad del vuelo de la placa (la otra mitad se transfiere directamente al ala del pilar):

$$\text{Como } x = 3,505 \text{ cm} < v/2 = 15/2 = 7,5 \text{ cm} \rightarrow x_{\text{cartela}} = 3,505 \text{ cm}$$

Si x superase $v/2$, entonces $x_{\text{cartela}} = v/2$.

La resultante R vale:

$$R = \frac{x_{\text{cartela}} \cdot b_{\text{ef}} \cdot f_{\text{cd}}}{n_c} = \frac{3,505 \cdot 20,72 \cdot 166,7}{2} = 6053 \text{ kg}$$

La esbeltez reducida y el coeficiente capa de pandeo del codal es:

$$\bar{\lambda} = 0,03 \cdot \frac{v}{t_c \cdot \cos \alpha} = 0,03 \cdot \frac{15}{1,2 \cdot \cos(45^\circ)} = 0,53 \xrightarrow{\text{Curva c}} \chi = 0,83$$

La expresión para la verificación de la cartela es ($f_{\text{yd}} = f_y/1,05$):

$$i_{\text{cartela}} = \frac{2 \cdot R}{\chi \cdot t_c \cdot v \cdot \sin^2 \alpha \cdot f_{\text{yd}}} = \frac{2 \cdot 6053}{0,83 \cdot 1,2 \cdot 15 \cdot \sin^2(45^\circ) \cdot 2619} = 0,62 \leq 1$$

Como i_{cartela} es menor de 0,7 se puede afirmar que la cartela es demasiado grande, sin embargo, cumple el tamaño mínimo para este tipo de construcciones.

11. MURO HASTIAL. ARRIOSTRAMIENTOS

11.1. DINTEL

11.1.1. Descripción

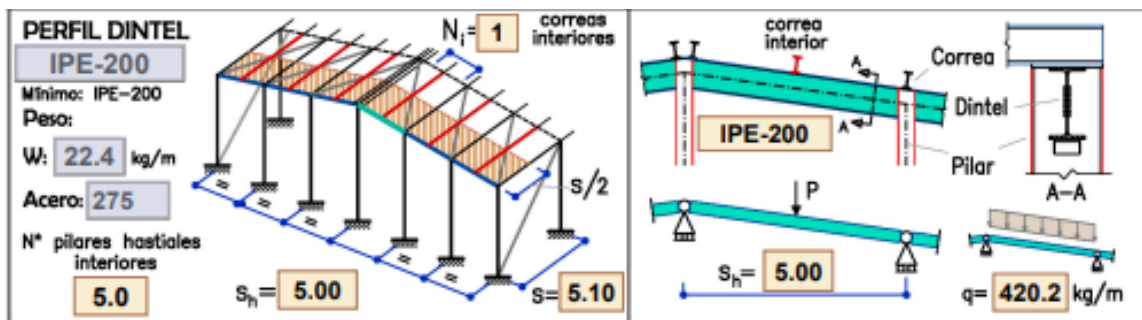
El dintel soporta los extremos de las correas de cubierta. A su vez se apoya en los pilares de la fachada hastial. Las cargas que soporta son puntuales allí donde apoyan las correas excepto el peso propio del dintel. La luz proyectada de cada dintel coincide con la separación de los pilares de la fachada hastial $s_h = 2,5 \text{ m}$.

El mayor flector ocurre como biarticulado que es el modelo que vamos a adoptar. El flector máximo y la flecha son pequeñas. Para articular el dintel se suelda sólo una parte del alma al ala del pilar (Figura 17).

Este dintel además se encuentra comprimido. Una parte de la compresión (muy pequeña) se debe a la inclinación del dintel. Otra parte de la compresión se debe al arriostrado de cubierta, cuyo valor puede ser notable, aunque no es preciso su cálculo. Por ello es suficiente con proporcionar estabilidad lateral a pandeo (controlar la esbeltez).

Un tipo de perfil muy utilizado es el IPE por resultar bastante económico. Aunque los flectores sean muy reducidos en casos habituales, es recomendable por razones de estabilidad y atado, utilizar como mínimo un IPE-200.

Figura 19 Dintel simplemente apoyado o biarticulado



11.1.2. Acciones

Calculamos la carga superficial Q (Figura 17). Se consideran las cargas verticales que, salvo el peso propio del dintel, son idénticas que los pórticos interiores (Comb2).

Se elige para el dintel un perfil IPE-200, de peso propio lineal $W = 22,4 \text{ kg/ml}$. El peso propio superficial del dintel es: $2*W/s = 2*22,4/5 \cong 8,96 \text{ kg/m}^2$.

Las acciones son:

Permanentes: $G = 36,1 + 8,96 = 45,06 \text{ kg/m}^2$; Uso: $S = 40 \text{ kg/m}^2$; Nieve: $N = 20 \text{ kg/m}^2$

Viento (presión barlovento): $V2 = q_b * c_{e,cubierta} * c_p = 42 \text{ kg/m}^2 * 1,99 * 0,19 = 15,88 \text{ kg/m}^2$.

$Q = (45,06 * 1,35 + 40 * 1,5 + 20 * 0,75 + 15,88 * 0,9) * \frac{5}{2} = 375,3 \text{ kg/m}^2$.

11.1.3. Cálculo de esfuerzos y dimensionado

Se adopta el modelo de viga simplemente apoyada (articulada a los pilares). Las correas que coinciden con el pilar no provocan flexión en el dintel. En este proyecto todas las correas coinciden con el pilar, por tanto, no hay correas entre pilares hastiales interiores.

El dintel, debido a su inclinación, tiene un pequeño axil de compresión. A pesar de ello, la tensión debida al axil es muy pequeña, siendo lo más importante evitar una esbeltez excesiva. Por ello omitimos la comprobación de resistencia.

Con una cubierta rígida, la separación entre correas es la longitud de pandeo lateral $L_{LT} = s_c$. En este texto se recomienda que la esbeltez reducida sea inferior a 2

$$\bar{\lambda} = \frac{\lambda_z}{\lambda_{cr}} = \frac{s_c * \beta}{i_z * \lambda_{cr}} = \frac{250 * 1}{2,24 * 86,815} = 1,29 \leq 2$$

11.2. PILARES

11.2.1. Acción del viento

Pilar de esquina

Este pilar tiene esfuerzos bastante reducidos, por lo que no es necesario realizar cálculos. Una solución habitual es colocar, como pilares en las esquinas de la nave, el mismo perfil y en la misma posición que en las fachadas laterales.

Pilares interiores

El viento actúa sobre los pilares interiores de la fachada hastial de dos formas:

- Viento normal a la fachada lateral (viento lateral):
La peor zona es la B con un coeficiente eólico $c_p = -0,8$.
- Viento normal a la fachada hastial:
Los pilares hastiales se encuentran en la zona D (barlovento) o E (sotavento).
El coeficiente eólico es $+0,74$ en la fachada a barlovento y $-0,38$ a sotavento.

11.2.2. Cálculo de esfuerzos

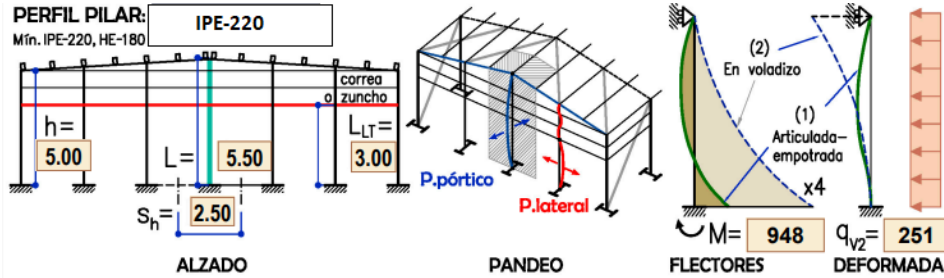
Se formula la hipótesis de considerar el pilar como una viga empotrada en la base y apoyada (fija) en coronación. Se calcula el pilar de mayor longitud. Predimensionamos el pilar con IPE-220 (Clase 1 en flexión).

- Cargas verticales

En los proyectos se considera que la fachada hastial es igual a la fachada lateral. La longitud a pandeo lateral es la misma (Figura 25; $L_{LT} = 3 \text{ m}$). Se comprueba que la esbeltez reducida no sea superior a 2:

$$\bar{\lambda} = \frac{L_{LT} * \beta}{i_z * \lambda_{cri}} = \frac{300 * 1}{2,48 * 86,815} = 1,39 \leq 2$$

Figura 20 Muro hastial. Posición de los pilares y planos de pandeo



- Acción del viento (v_2):

Responsable del flector, que es máximo en la base del pilar. Se utiliza la expresión para viga empotrada-apoyada con carga uniforme:

$\gamma_{viento} = 1,5$		Coeficiente de mayoración del viento. Acción variable principal.
$q_e = 100,28 \text{ kg/m}^2$	$q_b = 42$	Presión dinámica del viento.
	$c_e = 1,99$	Coeficiente de exposición a la altura h.
	$c_p = -0,8$	Coeficiente de succión caso (2) y zona B.
$s_h = 2,5 \text{ m}$		Separación entre pilares hastiales.
$L = 5,5 \text{ m}$		Altura del pilar más alto del muro hastial.

$$M_{base} = \frac{q_{v2} * L^2}{8} = \frac{q_e * s_h * L^2}{8} = \frac{100,78 * 2,5 * 5,5^2}{8} = 948 \text{ m} * \text{kg}$$

- Comprobación del pilar. Es suficiente realizar una comprobación de resistencia:

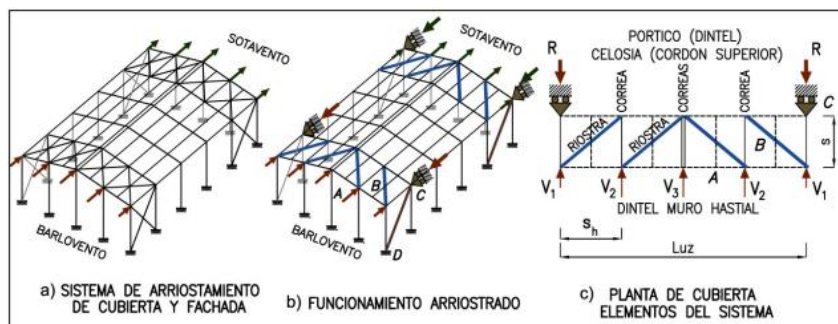
$$i = \frac{M_{max}}{W_{pl,y} * f_{yd}} = \frac{948 * 100}{286 * 2619} = 0,13 \leq 1$$

El valor de resistente está por debajo de 0,5, sin embargo, el perfil utilizado es el mínimo.

11.3. ARRIOSTRAMIENTO DE CUBIERTA

11.3.1. Tipología y perfil

Figura 21 Arriostramiento de cubierta



El diseño más habitual de un arriostrado de cubierta consiste en (Figura 19):

- Formar una celosía en cubierta entre las fachadas laterales. No es una celosía plana, pues se confecciona en cada faldón, tal que el centro de su luz es la cumbrera.
- Las barras de la celosía son las siguientes:

Cordón Superior	Dintel del muro hastial
Cordón Inferior	Dintel del 1º pórtico.
Montantes	Correas
Diagonales	Barras que dimensionar que se denominan riostras

- Diagonales: es frecuente la disposición en Cruz de San Andrés. Como son barras muy esbeltas (largas y pequeño perfil), en la pareja que forma la cruz se considera sólo la traccionada pues la comprimida no trabaja al pandear. Cuando se invierte el sentido del viento, se invierten los axiles y trabaja la otra diagonal. Si se dispone una única diagonal se debe dimensionar a compresión que es el peor axil.
- Disposición de riostras: es preferible que coincidan con los extremos de las correas. A su vez, el conjunto se comporta mejor si las correas, y por tanto las riostras, coinciden con las cabezas de los pilares del muro hastial. Se recomienda una inclinación comprendida entre 30 y 60°, es decir, cada 2 a 4 vanos de correas. No es necesario que todas las cruces sean iguales.
- La triangulación suele realizarse en el primer y último vano de la cubierta y cada 4 ó 5 vanos intermedios (para mejorar su efectividad).
Si se realiza sólo una triangulación en el vano central a lo largo de la nave, ésta deberá soportar los efectos del viento en el hastial a barlovento y en el hastial de sotavento. Se usa el coeficiente eólico global suma de los coeficientes eólicos de ambas fachadas hastiales. Las correas del lado de barlovento están comprimidas al transmitir la acción del viento hasta el vano en el que se dispongan las riostras.

11.3.2. Acciones

La carga de viento sobre el hastial depende de la dirección del viento:

- Viento sobre el muro lateral caso (2): provoca igual succión en ambos hastiales, por lo que las reacciones en cabeza de pilares están equilibradas con el hastial opuesto mediante las correas trabajando a tracción. El sistema de arriostramiento no interviene.
- Viento sobre el muro hastial caso (3): causa presión a barlovento y succión a sotavento. El sistema de arriostrado conduce la carga de viento hacia la fachada lateral.
- El coeficiente de presión depende de la esbeltez del edificio en la dirección del viento, siendo la relación de esbeltez:

$$h/b = 5,5/30 = 0,18 \leq 0,25$$

Los valores de c_p son fijos para $h/d \leq 0.25$:

- Coeficiente de presión uniforme de valor +0.74 en el hastial a barlovento.
- Coeficiente de succión uniforme de valor -0.38 en el hastial a sotavento.

11.3.3. Cálculo a viento

Puede aplicarse el método de las secciones, que permite obtener de forma sencilla el axil en las diagonales de una celosía de cordones paralelos.

Deberemos calcular primeramente el cortante V en el primer tramo de la celosía (junto al apoyo), pues éste es el esfuerzo en la celosía que debe soportar la diagonal (riostra) mediante un axil de tracción.

Para calcular V, es necesario obtener primero la carga de viento sobre el hastial que se transmite por la cubierta (39/320 de la carga total sobre la fachada), a la que hay que descontar la carga de viento V1 que recibe cada pilar de esquina (no actúa sobre la celosía).

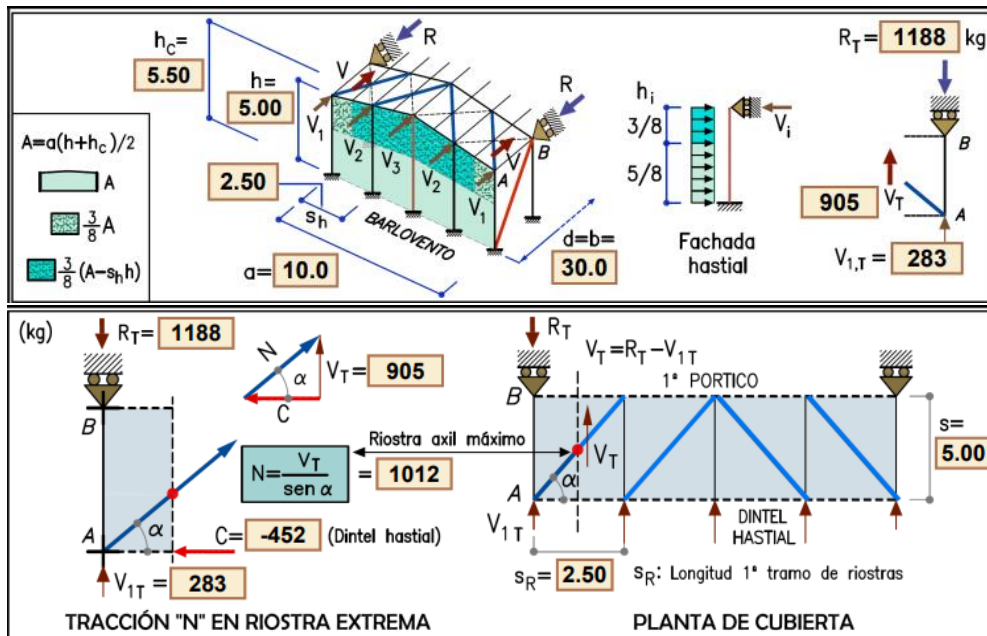
La reacción R en el apoyo se utilizará para dimensionar la riostra de fachada:

$q_e = 61,85 \text{ kg/m}_2$	$q_b = 42$	Presión dinámica del viento.
	$c_e = 1,99$	Coefficiente de exposición en coronación del pilar.
	$c_p = 0,74$	Coefficiente eólico (presión zona D).
$\gamma_{\text{viento}} = 1,5$		Coefficiente de mayoración para el viento.
$A_h = (h + hc) * a =$ $(5 + 5,5) * 10 =$ 105 m^2	$h = 5 \text{ m}$	Altura en esquina.
	$h_c = 5,5 \text{ m}$	Altura en cumbrera de la fachada hastial.
	$a = 10 \text{ m}$	Luz de la nave.
$V_1 = (39/320) * q_e * \gamma_{\text{viento}} * S_h * 2 * h =$ $(39/320) * 61,85 * 1,5 * 2,5 * 2 * 5 = 282,67 \text{ kg}$		Acción del viento en el pilar de esquina.

$$R = \frac{39}{320} * q_e * \gamma_{\text{viento}} * A_h = \frac{39}{320} * 61,85 * 1,5 * 105 = 1187,23 \text{ kg}$$

$$V = R - V_1 = 1187,23 - 282,67 = 904,56 \text{ kg}$$

Figura 22 Arriostamiento de cubierta. Axil de la riostra más solicitada.



11.3.4. Axil máximo de las riostras

Teniendo en cuenta que el ángulo α es el que forma la diagonal respecto al muro hastial ($\text{tg } \alpha = 5/2,5$, $\alpha = 63,43^\circ$), el valor del axil de tracción que provoca este cortante en la riostra extrema es:

$$N = \frac{V_T}{\text{sen } \alpha} = \frac{904,8}{\text{sen } (63,43^\circ)} = 1011,6 \text{ kg}$$

Aunque el resto de las riostras tiene menos axil, se toma este valor máximo y se dimensionarán todas ellas con el mismo perfil.

11.3.5. Dimensionado de los perfiles

Se va a utilizar en el proyecto un perfil angular L-50x5. En sus extremos se une a la cara inferior del ala superior del dintel (pórtico) o a una pletina soldada al cordón superior de una celosía o al alma del dintel. En el punto de cruce con la otra diagonal, se interrumpe una de ellas y se coloca una cartela como unión.

Para el dimensionado, el CE permite no tener en cuenta esa excentricidad (flector ≈ 0) en elementos de arriostramiento.

Este elemento sólo resistirá tracciones, ya que la esbeltez es muy elevada. Se recomienda utilizar como mínimo L-50x5, aunque la tensión de trabajo sea pequeña.

Por si no se dispone de suficiente cordón de soldadura (*), consideramos la colaboración sólo del área del ala soldada, que para el perfil L-50x5 es:

$$A_{\text{ala}} = 5 \cdot 0,5 = 2,5 \text{ cm}^2 \text{ (en lugar del } A_{\text{bruta}} = 4,8 \text{ cm}^2\text{)}.$$

La comprobación de resistencia a tracción es:

$$i = \frac{N_{Ed}}{A \cdot f_{yd}} = \frac{1011,6}{2,5 \cdot 2619} = 0,15 \leq 1$$

Por tanto, cumple a resistencia a tracción ya que debe ser inferior a 0,7 en este proyecto.

11.4. ARRIOSTRAMIENTO DE FACHADA LATERAL

11.4.1. Tipología

Triangulación simple o mediante Cruz de San Andrés: Lo más habitual es colocar dos barras entre el primer y segundo pilar de la fachada. Sólo se tiene en cuenta una de ellas trabajando a tracción (se omite la comprimida). Además, se coloca una viga denominada zuncho de atado que une los extremos superiores de los pilares. Esta estructura actúa a modo de celosía en voladizo sometida a la reacción R_T de la acción del viento transmitida por la cubierta.

11.4.2. Cálculo y dimensionado

La estructura que vamos a dimensionar debe proporcionar el apoyo en el 2º pilar de la fachada lateral que se había considerado al calcular la celosía de cubierta (Figura 21).

En este proyecto se va a realizar una triangulación en Cruz de San Andrés en cada fachada lateral y en los vanos extremos de cada fachada. La separación entre pilares del muro lateral es de $s = 5$ m y la altura de la riostra es de $h_R = 3$ m.

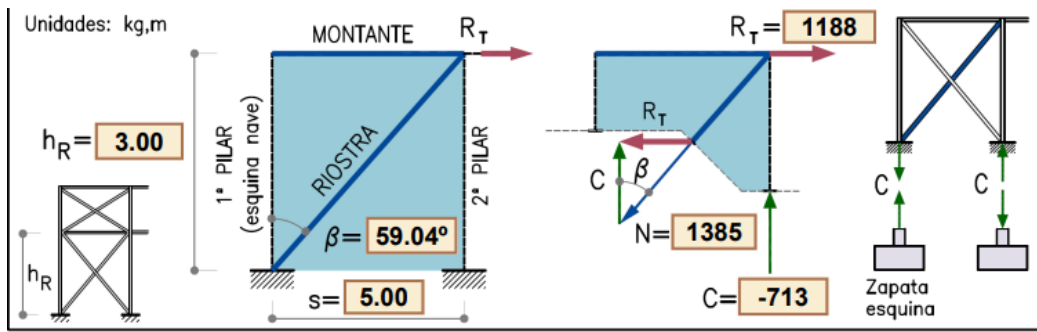
El ángulo β que forma el pilar de esquina con la diagonal es: $\text{tg } \beta = s/h_R = 5/3 \rightarrow \beta = 59,04^\circ$.

De las barras que forman la cruz en el hastial a barlovento, la diagonal traccionada es la que arranca de la base del pilar de esquina de la nave que se muestra en la Figura 21.

El axil es:

$$N = \frac{R_T}{\text{sen } \beta} = \frac{1187,5}{\text{sen } 59,04} = 1384,9 \text{ kg}$$

Figura 23 Cálculo del arriostramiento del muro lateral



En nuestro caso seleccionamos un tubo #60x3. Consideramos todo el perfil con soldadura perimetral continua al pilar, por lo que tomamos toda su área A.

La comprobación de resistencia es:

$$i = \frac{N_{Ed}}{X * A * f_{yd}} = \frac{6021,5}{0,121 * 6,53 * 2619} = 0,67 \leq 1$$

La riostra traccionada de la Figura 28 se sitúa en el muro hastial a barlovento. Si cambia la dirección del viento la Cruz se encuentra a sotavento. La riostra antes traccionada pasa a estar comprimida. Por su gran esbeltez, se desprecia en el cálculo. Es la otra riostra de la Cruz que arranca del 2° pilar de la fachada lateral, la que trabaja a tracción. El axil es menor porque a sotavento el coeficiente $c_{p,S} = -0,38$, frente a $c_{p,B} = 0,74$ de barlovento.

Ocurre una cierta transferencia de carga de viento desde barlovento a sotavento mediante las correas y material de cubierta y fachada si es colaborante. Por ello, el axil real de la riostra a barlovento será algo inferior al valor calculado.

12. CIMENTACIÓN

La cimentación debe repartir las cargas de los pilares en una mayor superficie del suelo y estabilizar así la estructura de la nave. Se debe calcular tanto de la estructura principal como del muro hastial.

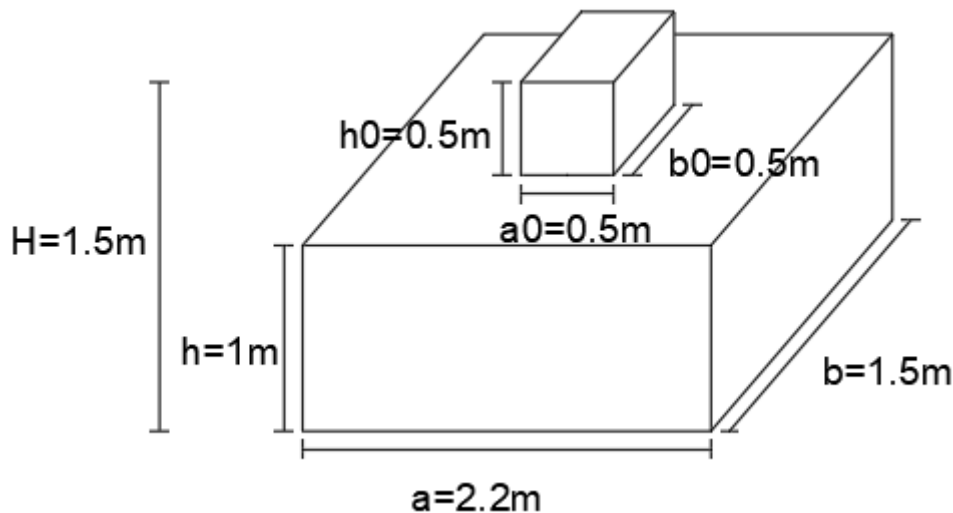
12.1. ESTRUCTURA PRINCIPAL

En primer lugar, se debe determinar los esfuerzos, pero en este caso desmayorados:

- Momento en la base del pilar (M):
M = 3333 Kg*m
- Cortante (V), reacción en la base del pilar debido al viento, se considera todo el empuje del viento:
V = 1691 Kg
- Axil (N), se considera el axil de cálculo del pilar:
N = -2683 Kg

Los datos geométricos de la zapata y el enano se muestran en la Figura 22:

Figura 24 Datos geométricos zapata y enano de la estructura principal



El siguiente paso, es determinar si se trata de una zapata rígida mediante los siguientes cálculos:

$$\text{Vuelo } (v) = \frac{a}{2} - \frac{a_0}{2} = \frac{2,2}{2} - \frac{0,5}{2} = 0,85$$

Como $0,85 \leq 2$ (γ vuelco) * h, se considera una zapata rígida.

A continuación, es necesario determinar el peso de los componentes de la cimentación:

$$\text{Peso zapata} = \rho h \text{ (densidad del hormigón)} * a * b * h = 2400 * 2,2 * 1,5 * 1 = 7920 \text{ Kg}$$

$$\text{Peso enano} = \rho h * a_0 * b_0 * (H-h) = 2400 * 0,5 * 0,5 * (1,5-1) = 300 \text{ Kg}$$

$$\text{Peso suelo} = (\rho_s \text{ (densidad del suelo)} * a * b * (H-h)) - (\rho_s * a_0 * b_0 * (H-h)) = (1800 * 2,2 * 1,5 * (1,5-1)) - (1800 * 0,5 * 0,5 * (1,5-1)) = 2745 \text{ Kg}$$

(Se ha tomado una densidad del suelo de 1800 Kg/m^3 , ya que no se ha realizado un estudio geológico de la zona)

$$\sum N = N + \sum \text{Pesos} = 2683 + 7920 + 300 + 2745 = 13648 \text{ Kg}$$

Una vez sabidos los pesos se deben comprobar que la cimentación soporta a culeco y deslizamiento. Para ello se procede a realizar las siguientes operaciones:

Comprobación a vuelco

$$\sum M_{\text{desestabilizante}} = M + V * H = 3333 + 1691 * 1,5 = 5869,5 \text{ Kg}$$

$$\sum M_{\text{estabilizante}} = \sum N * \frac{a}{2} = 13648 * \frac{2,2}{2} = 15012,8 \text{ Kg}$$

$$\frac{\sum M_{\text{estabilizante}}}{\sum M_{\text{desestabilizante}}} = 2,56 \geq 2 \text{ } (\gamma \text{ vuelco}), \text{ por lo que se acepta esta comprobación.}$$

Comprobación a deslizamiento

$$\sum FH_{\text{desestabilizante}} = V = 1691 \text{ Kg}$$

$$\sum FH_{\text{estabilizante}} = \sum N * \text{tg} \left(\frac{2}{3} * \varphi \text{ (ángulo de deslizamiento)} \right) = 13648 * \text{tg} \left(\frac{2}{3} * 30 \right) = 4967,47 \text{ Kg}$$

$$\frac{\sum FH_{\text{estabilizante}}}{\sum FH_{\text{desestabilizante}}} = 2,93 \geq 1,5 \text{ } (\gamma \text{ desplazamiento}), \text{ por lo que se acepta esta comprobación.}$$

Se debe valorar el tipo de transmisión de tensiones del terreno mediante:

$$e = \frac{M+V*H}{\sum N} = \frac{3333+1691*1.5}{13648} = 0,2103 \text{ m} = 21,03 \text{ cm}$$

$\frac{a}{6} = \frac{2,2}{6} = 0,3667 \text{ m} = 36,67 \text{ cm} > e$, por tanto, se considera una distribución trapezoidal de las presiones.

$$O_{\text{máx}} = \frac{4*\sum N}{3*(a*100-e(\text{cm}))*b*100} = \frac{4*13648}{3*(2,2*100-21,03)*1,5*100} = 0,61 \text{ Kg/cm}^2 < 2 O_{\text{adm}}$$
, por tanto, se acepta que las condiciones son correctas.

El último paso es determinar la armadura que deberá tener la zapata:

$$\text{Área mínima} = \frac{0,9}{1000} * b * 100 * h * 100 = \frac{0,9}{1000} * 1,5 * 100 * 1 * 100 = 13,5 \text{ cm}^2$$

$$n_{\text{cal}} = \frac{\text{Área mínima}}{\frac{\pi * \text{diametro de la armadura (cm)}^2}{4}} = \frac{13,5}{\frac{\pi * 16^2}{4}} = 7$$

$$\text{separación de la armadura} = \frac{b*100-2*\text{distancia de la armadura a la pared de la zapata (cm)}}{n_{\text{cal}}-1} = \frac{1,5*100-2*5}{7-1} = 23,33 \text{ cm}$$

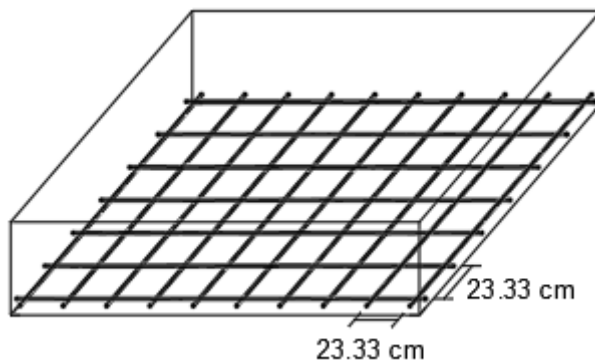
$$\text{Área mínima} = \frac{0,9}{1000} * a * 100 * h * 100 = \frac{0,9}{1000} * 2,2 * 100 * 1 * 100 = 19,5 \text{ cm}^2$$

$$n_{\text{cal}} = \frac{\text{Área mínima}}{\frac{\pi * \text{diametro de la armadura (cm)}^2}{4}} = \frac{19,5}{\frac{\pi * 16^2}{4}} = 10$$

$$\text{separación de la armadura} = \frac{a*100-2*\text{distancia de la armadura a la pared de la zapata (cm)}}{n_{\text{cal}}-1} = \frac{2,2*100-2*5}{10-1} = 23,33 \text{ cm}$$

La armadura aparece representada en la figura 23:

Figura 25 Armadura de la zapata de la estructura principal



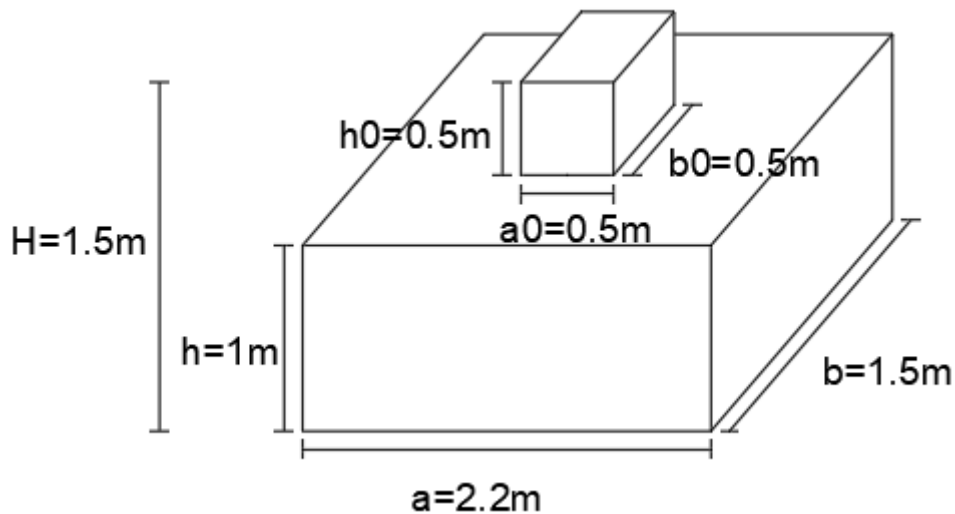
12.2. MURO HASTIAL

En primer lugar, es necesario determinar los esfuerzos demayorados. En este caso son:

- $M = 948 \text{ Kg*m}$
- $V = 250,7*5,5=1378,85 \text{ Kg}$
- $N = (1,35*36,1 + (40 + 20) * 1,5) * (2,512*\frac{5}{2}) + 5,5 * 26,2 = 1015,36 \text{ Kg}$

Los datos geométricos son los mismos que en la cimentación de la estructura principal. Se puede volver a ver en la Figura 24:

Figura 26 Datos geométricos zapata y enano del muro hastial



El siguiente paso, es determinar si se trata de una zapata rígida mediante los siguientes cálculos:

$$\text{Vuelo } (v) = \frac{a}{2} - \frac{a_0}{2} = \frac{2.2}{2} - \frac{0.5}{2} = 0,85$$

Como $0,85 \leq 2$ (γ vuelco) * h, se considera una zapata rígida.

A continuación, es necesario determinar el peso de los componentes de la cimentación:

$$\text{Peso zapata} = \rho h (\text{densidad del hormigón}) * a * b * h = 2400 * 2,2 * 1,5 * 1 = 7920 \text{ Kg}$$

$$\text{Peso enano} = \rho h * a_0 * b_0 * (H-h) = 2400 * 0,5 * 0,5 * (1,5-1) = 300 \text{ Kg}$$

$$\text{Peso suelo} = (\rho_s (\text{densidad del suelo}) * a * b * (H-h)) - (\rho_s * a_0 * b_0 * (H-h)) = (1800 * 2,2 * 1,5 * (1,5-1)) - (1800 * 0,5 * 0,5 * (1,5-1)) = 2745 \text{ Kg}$$

(Se ha tomado una densidad del suelo de 1800 Kg/m^3 , ya que no se ha realizado un estudio geológico de la zona)

$$\sum N = N + \sum \text{Pesos} = 1015,36 + 7920 + 300 + 2745 = 11980,36 \text{ Kg}$$

Una vez sabidos los pesos se deben comprobar que la cimentación soporta a culeco y deslizamiento. Para ello se procede a realizar las siguientes operaciones:

Comprobación a vuelco

$$\sum M_{\text{desestabilizante}} = M + V * H = 948 + 1378,85 * 1,5 = 3016,28 \text{ Kg}$$

$$\sum M_{\text{estabilizante}} = \sum N * \frac{a}{2} = 11980,36 * \frac{2,2}{2} = 13178,40 \text{ Kg}$$

$$\frac{\sum M_{\text{estabilizante}}}{\sum M_{\text{desestabilizante}}} = 4,37 \geq 2 (\gamma \text{ vuelco}), \text{ por lo que se acepta esta comprobación.}$$

Comprobación a deslizamiento

$$\sum FH_{\text{desestabilizante}} = V = 1378,85 \text{ Kg}$$

$$\sum FH_{\text{estabilizante}} = \sum N * \text{tg} \left(\frac{2}{3} * \phi (\text{ángulo de deslizamiento}) \right) = 13178,40 * \text{tg} \left(\frac{2}{3} * 30 \right) = 4796,55 \text{ Kg}$$

$$\frac{\sum \text{FH estabilizante}}{\sum \text{FH desestabilizante}} = 3,48 \geq 1.5 \text{ (}\gamma \text{ desplazamiento), por lo que se acepta esta comprobación.}$$

Se debe valorar el tipo de transmisión de tensiones del terreno mediante:

$$e = \frac{M+V \cdot H}{\sum N} = \frac{948 + 1378,85 \cdot 1,5}{13178,40} = 0,2289 \text{ m} = 22,89 \text{ cm}$$

$\frac{a}{6} = \frac{2,2}{6} = 0.3667 \text{ m} = 36.67 \text{ cm} > e$, por tanto, se considera una distribución trapezoidal de las presiones.

$$O_{\text{máx}} = \frac{4 \cdot \sum N}{3 \cdot (a \cdot 100 - e \text{ (cm)}) \cdot b \cdot 100} = \frac{4 \cdot 13178,40}{3 \cdot (2,2 \cdot 100 - 22,89) \cdot 1,5 \cdot 100} = 0,59 \text{ Kg/cm}^2 < 2 O_{\text{adm}}, \text{ por tanto, se acepta que las condiciones son correctas.}$$

El último paso es determinar la armadura que deberá tener la zapata:

$$\text{Área mínima} = \frac{0,9}{1000} \cdot b \cdot 100 \cdot h \cdot 100 = \frac{0,9}{1000} \cdot 1,5 \cdot 100 \cdot 1 \cdot 100 = 13.5 \text{ cm}^2$$

$$n \text{ cal} = \frac{\text{Área mínima}}{\frac{\pi \cdot \text{diametro de la armadura (cm)}^2}{4}} = \frac{13,5}{\frac{\pi \cdot 16^2}{4}} = 7$$

$$\text{separación de la armadura} = \frac{b \cdot 100 - 2 \cdot \text{distancia de la armadura a la pared de la zapata (cm)}}{n \text{ cal} - 1} = \frac{1,5 \cdot 100 - 2 \cdot 5}{7 - 1} = 23.33 \text{ cm}$$

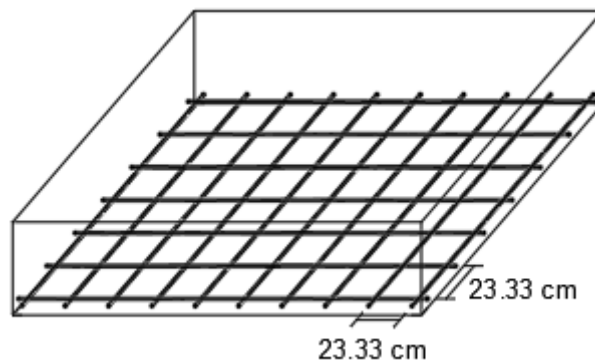
$$\text{Área mínima} = \frac{0,9}{1000} \cdot a \cdot 100 \cdot h \cdot 100 = \frac{0,9}{1000} \cdot 2,2 \cdot 100 \cdot 1 \cdot 100 = 19.5 \text{ cm}^2$$

$$n \text{ cal} = \frac{\text{Área mínima}}{\frac{\pi \cdot \text{diametro de la armadura (cm)}^2}{4}} = \frac{19,5}{\frac{\pi \cdot 16^2}{4}} = 10$$

$$\text{separación de la armadura} = \frac{a \cdot 100 - 2 \cdot \text{distancia de la armadura a la pared de la zapata (cm)}}{n \text{ cal} - 1} = \frac{2,2 \cdot 100 - 2 \cdot 5}{10 - 1} = 23.33 \text{ cm}$$

Por tanto, la armadura será también la misma que la empleada en la estructura principal como se puede observar en la Figura 25:

Figura 27 Armadura de la zapata del muro hastial



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA
ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR D'ENGINYERIA AGRONÒMICA
I DEL MEDI NATURAL



ANEXO V: INSTALACIÓN DE ORDEÑO

ÍNDICE DE CONTENIDO

1.	Introducción.....	80
2.	Ventajas y desventajas de los robots de ordeño	81
2.1.	Ventajas.....	81
2.2.	Desventajas	81
3.	Maquina de ordeño	82
4.	Componentes robot de ordeño	83
4.1.	Sistema de ordeño	83
4.2.	Sistema de Vacío y Pulsación	83
4.3.	Sistema de Sensores.....	83
4.4.	Sistema de Gestión de Datos	83
4.5.	Conducciones de Leche	83
4.6.	Sistemas de Limpieza y Mantenimiento	83
4.7.	Sistema de Alimentación y Estimulación	84
5.	Situación de los robots de ordeño.....	84
6.	Selección del robot de ordeño	84
7.	Diseño de la instalación de ordeño.....	85
8.	Mamitis.....	85
9.	Limpieza y desinfección del robot de ordeño.....	85
10.	Equipo de almacenamiento y enfriamiento de la leche.....	86

1. INTRODUCCIÓN

La ganadería bovina se ha mantenido durante muchos años en un ambiente y una dinámica económica favorable para la producción de leche en nuestro país. Es importante resaltar la implementación de nuevas herramientas tecnológicas que estén orientadas a satisfacer las necesidades que se puedan presentar en las explotaciones y contribuir a la sostenibilidad de los sistemas de producción ganaderos. Hoy en día, se están incorporando en las explotaciones lecheras robots de ordeño automáticos que permiten un trabajo casi durante las 24 horas del día y un mayor conocimiento individual de las vacas.

El objetivo principal es la obtención de la máxima cantidad de leche de la ubre, de la mayor calidad posible, por medio de máquinas que funcionan simulando la acción del ternero al mamar mediante la aplicación de vacío y respetando el estado sanitario de la ubre.

El Código Alimentario Español define la leche natural como: “un producto íntegro, no alterado ni adulterado, sin calostro procedente del ordeño completo e ininterrumpido de hembras, en este caso, vacas sanas, bien manejadas y alimentadas”.

Esta definición indica que el proceso de obtención de la leche implica tres eslabones correlacionados:

- La base animal, es decir, la vaca: su anatomía y su estado fisiológico y anímico. • El centro de ordeño.
- El proceso de ordeño.
- El centro de ordeño (máquina y edificios) debería ser capaz de llevar positivamente a la vaca a sus asumibles límites fisiológicos de producción, con una visión económica a medio-largo plazo.

La máquina de ordeño ayuda a facilitar las condiciones laborales y económicas de los ganaderos y lograr que la producción de leche se ajuste a los criterios de calidad que exige el mercado.

La ubre es el término colectivo para designar el órgano mamario de los mamíferos. Ésta se mantiene adosada a la pared abdominal gracias al aparato suspensor mamario que impide que ésta se descuelgue y minimiza el riesgo de lesiones. Por su parte, el pezón es la estructura de la ubre por la que drena la leche hacia el exterior durante el amamantamiento o el ordeño.

Los principales parámetros morfológicos para evaluar el rendimiento lechero del animal y su aptitud al ordeño mecánico son:

- Medidas de la ubre: las ubres más voluminosas son las que suelen producir más leche, con correlaciones entre la producción lechera y las medidas de la ubre.
- Medidas de los pezones: para poder ordeñar con facilidad, es necesario que los pezones sean cortos, estrechos e implantados verticalmente.
- Medidas de la cisterna: el tamaño de las cisternas mamarias viene definido por la altura, valorada externamente entre el punto de inserción de los pezones y la región más ventral de la misma.

Los factores de variación que afectan a las características morfológicas de la ubre son:

- Genotipo: la morfología de la ubre en el vacuno lechero varía según la raza y el individuo de que se trate.
- Edad y número de lactación. El peso y la capacidad de la ubre aumentan con la edad del animal hasta los 6 años, observándose el crecimiento más espectacular entre la primera y segunda lactaciones, con el consiguiente incremento de la producción lechera.
- Estado de lactación: los diferentes caracteres morfológicos varían a lo largo de la lactación en función de la raza y de la edad del animal. La ubre disminuye de tamaño a partir del segundo mes de lactación.

- Estado de salud: hay enfermedades que pueden producir deformaciones en la ubre que afectaran a las vacas en todas las lactaciones siguientes.

Otros factores: existe una estrecha relación entre las características de la ubre y la alimentación durante el crecimiento de las terneras, entre el sexto y el quincuagésimo mes de vida.

2. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS ROBOTS DE ORDEÑO

La industria lechera ha experimentado una notable transformación con la introducción de tecnologías avanzadas como los robots de ordeño automáticos. Estos sistemas automatizados ofrecen una alternativa moderna a las salas de ordeño tradicionales, presentando una serie de ventajas y desventajas que impactan la eficiencia, el bienestar animal y la economía de las explotaciones lecheras.

2.1. VENTAJAS

- **Mayor Eficiencia y Productividad:** Los robots de ordeño operan de manera continua, permitiendo el ordeño de vacas en cualquier momento del día. Esto no solo incrementa la frecuencia de ordeño, lo que puede mejorar la producción de leche, sino que también optimiza el uso del tiempo del personal, liberándolos para realizar otras tareas esenciales en la granja.
- **Mejora del Bienestar Animal:** Los robots de ordeño están diseñados para reducir el estrés en las vacas. Al permitir que las vacas se acerquen al robot de manera voluntaria cuando necesitan ser ordeñadas, se elimina la presión y el estrés asociados con los horarios de ordeño fijos en las salas tradicionales. Además, la tecnología avanzada de los robots asegura un ordeño suave y consistente, minimizando el riesgo de lesiones en los pezones.
- **Monitoreo y Gestión de Datos:** Los robots de ordeño están equipados con sistemas avanzados de monitoreo que registran datos detallados sobre la producción de leche y la salud de cada vaca. Esta información es crucial para detectar problemas de salud de manera temprana, optimizar la alimentación y mejorar la gestión general del rebaño.
- **Reducción de la Mano de Obra:** Al automatizar el proceso de ordeño, se reduce significativamente la necesidad de mano de obra intensiva. Esto es especialmente beneficioso en regiones donde la disponibilidad de trabajadores calificados es limitada o los costos laborales son elevados.

2.2. DESVENTAJAS

- **Costos Iniciales Elevados:** La inversión inicial en robots de ordeño es considerablemente alta en comparación con la instalación de una sala de ordeño tradicional. Este costo incluye no solo la compra de los robots, sino también las modificaciones necesarias en la infraestructura de la granja para acomodar el nuevo sistema.
- **Mantenimiento y Reparaciones:** Los sistemas automatizados requieren un mantenimiento regular y pueden necesitar reparaciones costosas en caso de fallos técnicos. Además, la dependencia de tecnología avanzada implica que el personal de la granja debe estar capacitado para manejar estos equipos y solucionar problemas técnicos básicos.
- **Adaptación y Capacitación:** La transición de una sala de ordeño tradicional a un sistema automatizado puede ser desafiante. Las vacas necesitan tiempo para adaptarse al nuevo sistema, y el personal debe recibir capacitación adecuada para operar y mantener los robots de ordeño eficientemente.
- **Dependencia Tecnológica:** La automatización introduce una dependencia significativa de la tecnología. Las interrupciones en el suministro eléctrico o fallos en los sistemas tecnológicos pueden afectar gravemente la operación del ordeño, lo que podría impactar negativamente la producción de leche.

3. MAQUINA DE ORDEÑO

La instalación de ordeño automatizado se define como el conjunto completo que comprende sistemas de vacío y pulsación, uno o varios robots de ordeño y otros componentes. Este sistema se compone generalmente de varias unidades de ordeño, que permiten el ordeño simultáneo o alternativo de varios animales. El contacto entre el robot de ordeño y la vaca se realiza mediante la unidad de ordeño que comprende los siguientes componentes:

- Copa de las pezoneras
- Manguitos de ordeño de las pezoneras
- Colector
- Conducciones para la pulsación y para la leche

Estos componentes de la unidad de ordeño siempre estarán presentes independientemente del tipo de máquina de ordeño.

Partes que componen la instalación de ordeño automatizado:

- Sistema de vacío y regulación: Es el sistema que genera y mantiene constante el nivel de vacío en la instalación. El ordeño se produce por el efecto alternado sobre los pezones de una presión inferior a la atmosférica, denominada vacío de ordeño, por la acción del pulsador. La fase de succión se combina con otra de masaje; se denomina pulsación al movimiento cíclico de apertura y cierre de un manguito de ordeño.
- Unidades de ordeño: Conjunto formado por las pezoneras, los tubos cortos de leche y pulsación, y el colector:
 - o La pezonera, único elemento de la máquina de ordeño que está en contacto con el animal, está compuesta por el manguito de ordeño, que puede ser de caucho o silicona en la parte interior, y una copa rígida metálica en el exterior. Entre ambas partes se encuentra la "cámara de pulsación," donde se produce la alternancia cíclica de vacío y presión atmosférica generada por el pulsador.
 - o Las copas son las piezas en las que se insertan los manguitos.
 - o El colector, dispositivo al cual están conectadas las pezoneras, recoge la leche extraída de todos los pezones, de donde salen el tubo largo de leche y el tubo largo de pulsación.
- Medidores de leche e indicadores: Equipos que facilitan el ordeño e informan del rendimiento de los animales.
- Sistema de pulsación: Basado en el funcionamiento del pulsador, que es el dispositivo que produce los cambios cíclicos de presión sobre el manguito de ordeño. La pulsación es el movimiento cíclico de apertura y cierre del manguito.
- Detección de mastitis: La mastitis es la inflamación de la ubre causada por bacterias. Los detectores de conductividad o de mastitis aprovechan las propiedades de la leche infectada para determinar el estado de salud de esta.

La instalación de ordeño automatizado es el componente principal en los sistemas de ordeño mecánico, pero debe estar bien instalada y dimensionada de acuerdo con el conjunto del centro de ordeño, que es el corazón de la granja lechera y está compuesto por:

- La nave de los robots de ordeño, que reemplaza la sala de ordeño tradicional y está especialmente dispuesta para albergar los robots. Además, dispondrá de un recinto donde enviar aquellos animales que deban ser tratados.
- La lechería, local para el almacenamiento y acondicionamiento de la leche.
- La zona de maquinaria, situada en el interior de la lechería, donde se ubican los motores y máquinas que hacen funcionar la instalación de ordeño.

4. COMPONENTES ROBOT DE ORDEÑO

Los robots de ordeño representan una avanzada tecnología en la industria lechera, diseñada para automatizar el proceso de ordeño, mejorar la eficiencia y optimizar el bienestar animal. Estos sistemas complejos están compuestos por diversos componentes que trabajan en conjunto para asegurar un ordeño eficiente y cuidadoso.

4.1. SISTEMA DE ORDEÑO

- Copa de las Pezoneras: Es la parte del robot que entra en contacto directo con los pezones de la vaca. Las copas de las pezoneras están diseñadas para ajustarse cómodamente y crear un sello hermético.
- Manguitos de Ordeño: Ubicados dentro de las copas de las pezoneras, estos manguitos son de caucho o silicona y se expanden y contraen para simular la acción de succión de un ternero.
- Colector: Dispositivo que conecta las pezoneras y recoge la leche extraída de los pezones, canalizándola hacia el sistema de almacenamiento.
- Motor eléctrico: permite los movimientos del brazo y asegura que sean precisos.
- Cilindro neumático: soporta el peso del brazo.
- Estimulación de la Ubre: Empleo de una pezonera independiente a las del ordeño que prepara el pezón para el ordeño, lo limpia y seca.
- Sistema de limpieza y desinfección: limpia y desinfecta las pezoneras tras cada ordeño para evitar contaminación cruzada. Además, tras retirar las pezoneras se aplica un producto de cuidado sobre el pezón para evitar infecciones.

4.2. SISTEMA DE VACÍO Y PULSACIÓN

- Bomba de Vacío: Genera el vacío necesario para el proceso de ordeño, creando una presión negativa que ayuda en la extracción de la leche.
- Pulsador: Controla los ciclos de vacío y presión dentro de los manguitos de ordeño, alternando entre succión y masaje para facilitar un ordeño eficiente y cómodo para la vaca.
- Conducciones de aire: permiten llevar el vacío a la copa de las pezoneras permitiendo el ordeño.

4.3. SISTEMA DE SENSORES

- Sensores de Posicionamiento: Detectan la posición exacta de la vaca y guían las copas de las pezoneras hacia los pezones de manera precisa y automática. Además, identifican cuando una pezonera cae para volverla a colocar.
- Lector de identificación electrónica: Utilizado para identificar individualmente a cada vaca.

4.4. SISTEMA DE GESTIÓN DE DATOS

- Software de Gestión: Registra y analiza datos de cada ordeño, incluyendo la cantidad y composición de la leche producida, cantidad de células somáticas y control de estrógenos. Estos datos son cruciales para tomar decisiones informadas sobre la gestión del rebaño.
- Interfaz de Usuario: Permite a los operarios acceder y gestionar la información recogida por el robot, además de configurar y supervisar el funcionamiento del sistema.

4.5. CONDUCCIONES DE LECHE

- Conducciones y Tubos: Transportan la leche desde el colector hasta el tanque de almacenamiento de manera higiénica y eficiente.

4.6. SISTEMAS DE LIMPIEZA Y MANTENIMIENTO

- Ciclo de Limpieza Automática: Programa que asegura la limpieza y desinfección regular de todas las partes del robot que entran en contacto con la leche o las vacas, garantizando la higiene y la seguridad del producto final.

- Componentes de Mantenimiento: Piezas y accesorios diseñados para facilitar el mantenimiento regular y la reparación del robot, minimizando el tiempo de inactividad.
- Sistema de alarmas: informa cuando cualquier componen no funciona de forma adecuada.

4.7. SISTEMA DE ALIMENTACIÓN Y ESTIMULACIÓN

- Dispositivos de Alimentación: Suministrar pienso a las vacas durante el ordeño para incentivar su cooperación y comodidad. Permite aportar de forma individualizada el pienso según sus necesidades.

5. SITUACIÓN DE LOS ROBOTS DE ORDEÑO

En el Plano 2 se puede ver la nueva disposición de la granja, así como se distribuyen los elementos que conforman la nueva nave, dimensionada previamente.

Los robots se colocarán, los más cerca posible de la lechería a fin de poder aprovechar al máximo las conducciones de leche y aire existentes en la sala de ordeño que será eliminada. Además, también se eliminará las separaciones entre el parque 1 y 2, unificándolos y permitiendo a todos los animales libre acceso a los robots.

En la salida de los robots se situará un pasillo que llevará a las vacas a una puerta de selección que las dejará volver al parque o, en caso de ser necesario, las conduzca al cercado de tratamiento donde serán examinadas por los operarios de la instalación.

El recinto de tratamientos contará con comederos autoblocantes para inmovilizar a las vacas y un bebedero de lengüeta, ya que los animales deben tener siempre a su disposición agua. Las vacas nunca van a permanecer aquí más de 24 horas.

6. SELECCIÓN DEL ROBOT DE ORDEÑO

Existen diferentes empresas que ofertan robots de ordeño automáticos como son GEA, DeLaval o Lely. En este caso se elige utilizar en la explotación 2 robots de DeLaval modelo VMS V310 por los siguientes motivos:

- DeLaval es la única empresa que puede proporcionar servicio técnico en aproximadamente 2 horas al encontrarse el distribuidor en Albacete.
- La aplicación RePro permite control automático de la preñez, detección de ciclos de reproducción anormales, notificación de abortos tempranos, más lactaciones productivas, menos vacas abiertas, reducción de los sacrificios e incluso detección de celos silenciosos.
- Las pezoneras funcionan de forma independiente evitando así el sobreordeño de alguno de los cuartos de la ubre.
- Durante el pretratamiento el robot limpia, estimula y seca el pezón con una pezonera independiente, evitando la contaminación cruzada durante el ordeño. Además, durante este procedimiento extrae una pequeña cantidad de leche que suele tener un mayor contenido bacteriano. Este sistema recibe el nombre de PureFlow.
- La aplicación InSight combina la cámara de visión y el software dando procesos más rápidos y suaves. Además, aprende y sabe dónde se encuentran los pezones de una vaca determinada haciendo las tareas más rápidamente.
- La aplicación InControl facilita el control de los robots de forma remota. Además, proporciona informes visuales, análisis e información para ayudar a la toma de decisiones. También permite visualizar el rendimiento de una vaca, ver estadísticas de eficiencia o cambios del sistema. Tiene versión móvil por lo que puedes verlo en cualquier lugar.

Todos los robots proporcionan información sobre el contenido en proteína, grasa y células somáticas. Tienen un sistema de auto limpieza que disminuye el tiempo máximo de ordeño diaria de 21 horas. Cada robot tiene capacidad de 66 vacas por robot.

7. DISEÑO DE LA INSTALACIÓN DE ORDEÑO

La localización y distribución de las nuevas instalaciones de ordeño se pueden observar en el Plano 2. Los robots de ordeño permiten el acceso libre, por lo que las vacas pueden acudir a ellos en cualquier momento. Si no ha transcurrido el tiempo suficiente desde el último ordeño, el robot permitirá el paso de la vaca sin ordeñarla.

Cada robot cuenta con un pasillo individual que conduce a una puerta seleccionadora. Si la vaca requiere algún tipo de tratamiento, la puerta que conecta con el resto de las instalaciones permanecerá cerrada, redirigiendo a la vaca hacia un recinto de aproximadamente 42,5 m². De lo contrario, la puerta se abrirá, permitiendo que la vaca regrese con el resto del rebaño.

El recinto de tratamientos está equipado con 6 metros de comederos autoblocantes y un bebedero, diseñado para albergar hasta 10 animales por un corto período, no superior a 24 horas. En la entrada del recinto se instalarán puertas antirretornos para evitar que las vacas bloqueen la salida de los robots de ordeño. Finalmente, el recinto contará con una puerta de 2 metros con salida al exterior.

La lechería se mantendrá en el mismo lugar, intentándose aprovechar al máximo las tuberías de leche y aire ya existentes. Además, en ella se montará el nuevo equipo de limpieza de los robots.

Es aconsejable una buena iluminación de los robots durante las 24 horas del día, tanto por luz natural como por luz artificial. Son aconsejables tanto los tubos fluorescentes como la instalación de LED por su luz uniforme y sin sombras, así como por su gran rendimiento (mucho iluminancia y larga duración). El alumbrado debe permitir ver bien a las vacas dentro del robot para que no teman entrar.

8. MAMITIS

La mamitis es una inflamación de la glándula mamaria en las vacas lecheras, causada principalmente por bacterias. Es la enfermedad que más afecta al ganado vacuno de leche. Se puede identificar mediante el conteo de células somáticas y la conductividad de la leche. El conteo de células somáticas es una medida de la cantidad de células de defensa presentes en la leche, que aumenta en casos de mamitis. Por otro lado, la conductividad de la leche se refiere a la capacidad de la leche para conducir la electricidad, siendo mayor en casos de mamitis debido a la presencia de sales minerales.

Es importante diagnosticar la mamitis en vacas lecheras porque puede afectar la calidad y cantidad de leche producida, así como la salud de los animales. Además, el tratamiento oportuno de la mamitis es crucial para prevenir la propagación de la infección y garantizar el bienestar de las vacas y la rentabilidad de la explotación lechera.

9. LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN DEL ROBOT DE ORDEÑO

El robot de ordeño se encarga de forma automática de limpiar tanto las pezoneras como el slat donde se ha situado la vaca tras cada ordeño. De esta forma, se intenta minimizar al máximo la contaminación cruzada.

Hay que añadir, que diariamente, realiza una limpieza y desinfección más exhaustiva de todas las conducciones de leche a fin de evitar la proliferación de bacterias o la acumulación de minerales

que puedan ocasionar obstrucciones. Para ello, en la lechería se instalará todo el equipo necesario para que pueda llevar a cabo todas estas tareas.

10. EQUIPO DE ALMACENAMIENTO Y ENFRIAMIENTO DE LA LECHE

La capacidad de la instalación frigorífica de la leche depende del ritmo de recogida de la leche desde la quesería y de la cantidad de leche obtenida. La recogida de la leche, por parte de la central lechera será cada 2 días o, incluso en algunos momentos, diaria y aquella debe mantenerse a 3 - 4°C en los tanques de frío de la granja. Independientemente de la temperatura a la que se conserve la leche, cuanto más largo sea el periodo de almacenamiento mayor será el crecimiento bacteriano, y es por ello la recogida de la leche debe ser lo más frecuente posible.

La eficacia del enfriamiento para mantener la calidad de la leche depende de:

- Temperatura de conservación: enfriar la leche a una temperatura entre 3 y 4°C retarda el crecimiento de gérmenes.
- Duración del almacenamiento de la leche: cuanto mayor es este periodo, mayor es el crecimiento bacteriano.
- Contaminación inicial: el número de gérmenes ya presentes en la leche cuando empieza el enfriamiento es un factor que tiene gran importancia para obtener buenos resultados.
- Velocidad de enfriamiento: el enfriamiento debería realizarse de manera instantánea.

Para almacenar y enfriar la leche se emplea el tanque refrigerante. Está formado por una cuba de acero inoxidable, forrada de aislamiento térmico, un agitador, y un equipo frigorífico con sus correspondientes controles y automatismos.

Actualmente, la explotación cuenta con 2 tanques de 5000 y 4200 l que permite almacena la leche al menos durante 2 días. El enfriamiento se realiza en menos de tres horas. Características del tanque frigorífico:

- La construcción y pulido interior de la cuba es fundamental para asegurar una limpieza y desinfección correcta.
- El agitador evita la formación de hielo en la leche y que la temperatura y el contenido en grasa sea homogénea en toda la masa de leche contenida en el tanque.
- El aislamiento evita que se produzcan pérdidas de frío que afectarían al funcionamiento del equipo frigorífico y a la conservación de la leche.

Cada vez que se vacíen deberán ser limpiados de forma adecuado y correctamente enjuagados a fin de evitar la contaminación de la leche que se introduzca allí de nuevo.

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA
ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR D'ENGINYERIA AGRONÒMICA
I DEL MEDI NATURAL



ANEXO VI: INSTALACIÓN HIDRÁULICA

ÍNDICE DE CONTENIDO

1.	Suministro de agua.....	89
1.1.	Introducción.....	89
1.2.	Identificación de elementos.....	89
1.2.1.	Robots de ordeño.....	89
1.2.2.	Bebedores individuales con lengüeta.....	89
1.2.3.	Toma de agua.....	89
1.3.	Trazado de la red de tuberías.....	89
1.4.	Materiales utilizados.....	91
1.5.	Aguas frías.....	91
1.6.	Aguas calientes.....	94
2.	Aguas Pluviales.....	95
2.1.	Introducción.....	95
2.2.	Dimensionado de los canalones.....	97
2.3.	Dimensionado de las bajantes.....	97

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Numeración de los nudos del tramo agua fría.....	91
Tabla 2	Nudos de los elementos de la instalación de agua fría.....	92
Tabla 3	Dimensionamiento instalación agua fría.....	92
Tabla 4	Velocidad de circulación del agua en los tramos de agua fría.....	93
Tabla 5	Presión requerida en los elementos del trazado de agua fría.....	93
Tabla 6	Perdidas de carga, cotas y presiones.....	94
Tabla 7	Numeración de los tramos y nudos que componen el trayecto del agua caliente.....	94
Tabla 8	Nudos de los elementos de la instalación de agua caliente.....	94
Tabla 9	Caudal de trabajo de los elementos de agua caliente.....	95
Tabla 10	Dimensionamiento instalación agua caliente.....	95
Tabla 11	Pérdidas de carga y presiones de cada tramo de agua caliente.....	95

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Trazado tuberías agua fría.....	90
Figura 2	Trazado tuberías agua caliente.....	90
Figura 3	Bebedores individuales.....	91
Figura 4	Diámetros nominales e interiores de las tuberías de agua fría.....	92
Figura 5	Mapa de isoyetas y zonas pluviométricas.....	96
Figura 6	Diámetro de los canalones.....	97
Figura 7	Diámetro de las bajantes.....	97

1. SUMINISTRO DE AGUA

1.1. INTRODUCCIÓN

Este anejo tiene como objetivo diseñar y dimensionar la red de suministro de agua, así como la recogida de las aguas pluviales de la nave de nueva construcción. No se realizará cálculos de la red de residuos ya que no existen en esta explotación.

Es importante realizar todos los cálculos de manera correcta, ya que es esencial el abastecimiento continuo de agua de calidad de los elementos que componen el sistema.

El agua se va a obtener de un pozo situado dentro de la propia explotación.

Todos los materiales utilizados cumplirán con el RD 140/2003 que establece los máximos niveles de sustancias nocivas. Dichos materiales no alterarán la potabilidad, olor, color o sabor del agua. Además, cumplirán todos los requisitos establecidos en el punto 2.1 del CTE DB HS 4.

1.2. IDENTIFICACIÓN DE ELEMENTOS

1.2.1. Robots de ordeño

Los robots de ordeño automatizados requieren agua para limpiar el equipo y a los animales antes de ordeño y, además, contiene un sistema de refrigeración. Para realizar algunas de estas tareas es necesaria agua caliente por lo que será necesario un termo de luz de 80 L.

El armario con los productos para la limpieza del equipo y los animales se situará en la lechería junto al termo para que no se encuentren al alcance de los animales.

1.2.2. Bebederos individuales con lengüeta.

En la nave se situarán 2 bebederos individuales de tazón de acero inoxidable, uno junto a la entrada de los robots y otro en el recinto de tratamientos

1.2.3. Toma de agua

La toma de agua se situará enfrente de la entrada de los robots para permitir utilizarla en tareas de limpieza de la nave o del exterior de los robots. Permitirá la conexión de mangueras para facilitar la limpieza.

1.3. TRAZADO DE LA RED DE TUBERÍAS.

El diseño del trazado se ha realizado intentando minimizar los metros de tuberías a utilizar, así como las pérdidas de carga para reducir la presión de acometida necesaria. Todo ello con el objetivo de abaratar al máximo la instalación.

Las tuberías empleadas son de PPR 80 SDR 6 / S 2.5 PN20 con DN de entre 110 mm y 16 mm de DN.

El trazado de las tuberías se puede ver en las figuras 1 y 2 que representan los planos 4 y 5, respectivamente.

Figura 28 Trazado tuberías agua fría

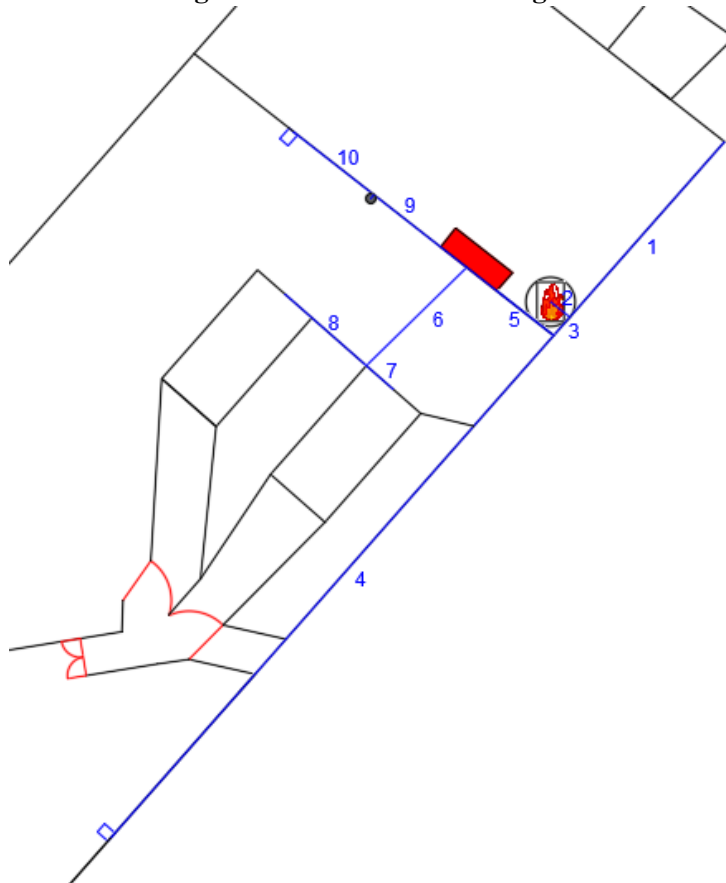
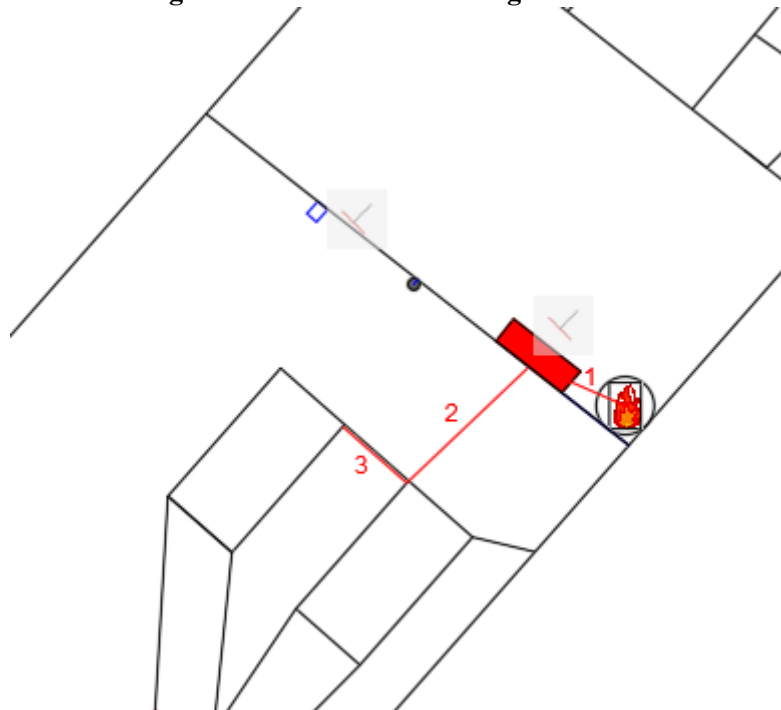


Figura 29 Trazado tuberías agua caliente



1.4. MATERIALES UTILIZADOS

Tanto para la instalación de aguas frías como caliente se utilizarán tuberías de PPR 80 SDR 6 / S 2.5 PN20 con DN de entre 110 mm y 16 mm de DN. El polipropileno es idóneo para el transporte tanto de agua fría como caliente, además son tuberías muy elásticas y con enorme resistencia al impacto. Tienen larga vida útil a pleno rendimiento y su interior liso favorece la escasa pérdida de agua. No se forma en ellas corrosión.

1.5. AGUAS FRÍAS

En primer lugar, se debe indicar y situar donde se van a s todos los puntos de consumo indicados anteriormente.

A continuación, se deben indicar los caudales mínimos de los elementos que componen la instalación.

Los robots de ordeño demandan un caudal mínimo recomendado de entre 10-20 L/min y una presión de 2-4 bar. Se tomarán los valores máximos para asegurar el correcto funcionamiento de estos ya que es esencial que su funcionamiento sea perfecto.

Los bebederos individuales, presentes en la figura 3, necesitan un caudal de 18 L/min o 0.3 L/s.

Figura 30 Bebederos individuales. Etxe Holz. (s.f). **Bebedero F130 LA BUVETTE.**
Disponible en: <https://www.etxeholz.net/producto/bebedero-f130-la-buvette/>



La toma de agua tendrá unos requerimientos de entre 10-20 L/min y una presión entre 2-4 bar. Al igual que en el caso de los robots se tomarán los valores máximos.

Para el termo, se asume un caudal igual al de los robots de ordeño ya que son el único elemento que demanda agua caliente para su limpieza. Se programarán para que los 2 robots no se limpien de forma simultánea, por tanto, es necesario un caudal de 20 L/min.

Una vez ya tenemos todos los caudales, el siguiente paso es la realización del trazado y la numeración de los tramos, representados con anterioridad en las figuras 1 y nudos que limitan cada uno como se puede ver en la tabla 1:

Tabla 7 Numeración de los nudos del tramo agua fría

Tramos	Nudo inicial	Nudo final
1	1	2
2	2	3
3	2	4
4	4	5
5	4	6
6	6	7
7	7	8

Tramos	Nudo inicial	Nudo final
8	7	9
9	6	10
10	10	11

Cada uno de los elementos del sistema corresponden a los siguientes nudos:

Tabla 8 Nudos de los elementos de la instalación de agua fría

Nudo	Elemento
3	Termo eléctrico
6	Armario productos
8,9	Robots de ordeño
10	Toma de agua
5,11	Bebedero individual

Con estos datos ya podemos calcular el diámetro mínimo de cada tramo a partir de la siguiente ecuación:

$$D = \sqrt{4Q/\pi V}$$

Siendo:

- Q el caudal instantáneo en m³/s
- V la velocidad de Flujo en m/s, considerada 2m/s.

Una vez obtenidos los diámetros teóricos, consultamos la tabla de los diámetros nominales (DN) e interiores disponibles (DI). El diámetro interior debe ser siempre superior al teórico. Además, hay casos donde se debe sobredimensionar la tubería para evitar pérdidas de carga excesivas en ese tramo. La tabla de los DN y DI disponibles para este modelo de tuberías son:

Figura 31 Diámetros nominales e interiores de las tuberías de agua fría. Reboca. (s.f). Tubería PPR monocapa SDR6. Disponible en: <https://reboca.com/wp-content/uploads/tuberia-ppr-monocapa-sdr6.pdf>.

S2.5 SDR6 clases de aplicación/presión de diseño: 5/6; 4/10; 2/8; 1/10					
Código	Diámetro nominal (mm) d	Diámetro interior (mm) di	Espesor (mm) e	Peso (kg/m)	Capacidad (l/m)
400000001	16	10.6	2.7	0.108	0.088
400000003	20	13.2	3.4	0.165	0.137
400000006	25	16.6	4.2	0.255	0.216
400000005	32	21.2	5.4	0.420	0.353
400000004	40	26.6	6.7	0.640	0.556
400000009	50	33.4	8.3	0.985	0.876
400000010	63	42.0	10.5	1.675	1.385
400000011	75	50.0	12.5	2.220	1.963
400000012	90	60.0	15.0	3.225	2.827
400000013	110	73.4	18.3	4.800	4.231
400000014	125	83.4	20.8	6.200	5.463

Los resultados obtenidos se representan en la tabla 3:

Tabla 9 Dimensionamiento instalación agua fría

Tramo	Longitud (m)	Q (L/s)	Q (m ³ /s)	Dt (m)	Dt (mm)	DN (mm)	DI (mm)	DI (m)
1	4,84	116	0,00193	0,03508	35,08	63	42,00	0,0420
2	1,5	20	0,00033	0,01457	14,57	25	16,60	0,0166
3	0,5	96	0,00160	0,03192	31,92	50	33,20	0,0332
4	13,83	18	0,00030	0,01382	13,82	25	16,60	0,0166

5	2,29	78	0,00130	0,02877	28,77	50	33,20	0,0332
6	2,91	40	0,00067	0,02060	20,60	32	21,20	0,0212
7	0,75	20	0,00033	0,01457	14,57	25	16,60	0,0166
8	2,25	20	0,00033	0,01457	14,57	25	16,60	0,0166
9	2,49	38	0,00063	0,02008	20,08	32	21,20	0,0212
10	2,12	18	0,00030	0,01382	13,82	25	16,60	0,0166

Una vez obtenido el diámetro interior real y el caudal, ya podemos calcular la velocidad de circulación real (en m/s) de cada uno de los tramos. Para ello debemos utilizar la misma fórmula empleada para el cálculo del diámetro, pero despejando la velocidad.

Se debe comprobar que las velocidades resultantes sean inferiores a las que permite el CTE, que en tubería termoplástica el rango es 0,5-3,5 m/s. La velocidad de cada tramo se representa en la tabla 4:

Tabla 10 Velocidad de circulación del agua en los tramos de agua fría

Tramo	Velocidad (m/s)
1	1,395
2	1,540
3	1,848
4	1,386
5	1,502
6	1,889
7	1,540
8	1,540
9	1,794
10	1,386

Por último, se va a calcular la presión de los tramos de la instalación. Para ellos, en primer lugar, es necesario calcular las pérdidas de carga a partir de la fórmula de Hazen Williams:

$$hf_{[m]} = 10,67 \cdot \left(\frac{Q_{[m^3/s]}}{C} \right)^{1,852} \frac{L_{[m]}}{D_{[m]}^{4,87}}$$

Donde:

- C es un coeficiente que depende de la rugosidad del material, en este caso 150.
- L es la longitud del tramo en metros.
- D es el diámetro interior en metros
- Q es el caudal en m³/s.

El resultado se puede ver en la Tabla 6.

Una vez calculada las pérdidas de carga se debe comprobar que la presión de acometida, que en este caso es de 50 mca, es suficiente para cubrir las presiones requeridas por cada uno de los elementos que componen la instalación que se presentan en la tabla 5:

Tabla 5 Presión requerida en los elementos del trazado de agua fría

Elemento	Nudos	Presión de Trabajo (mca)
Termo eléctrico	3	40
Armario productos	6	40
Robots de ordeño	8,9	40
Toma de agua	10	40
Bebedero individual	5,11	30

La presión de cada tramo se obtiene a partir de la siguiente fórmula:

$$\frac{P_{10}}{\gamma} = \frac{P_0(\text{acom})}{\gamma} + (Z_0 - Z_{10}) + \left(\frac{V_0^2 - V_{10}^2}{2g} \right) - \sum H_{r\ 0 \rightarrow 10}$$

Siendo:

- P_{10} la presión del tramo
- P_0 la presión del tramo anterior o más cercano al punto inicial.
- Z_0 la cota inicial
- Z_{10} la cota final
- V no se tiene en cuenta al ser las diferencias de velocidades muy pequeñas.
- H_r pérdidas de carga en el tramo

Los resultados obtenidos están representados en la tabla 6:

Tabla 6 Pérdidas de carga, cotas y presiones

Tramo	h (mca)	Z in. (m)	Z fin. (m)	P Req. (mca)	P Cal. (mca)	Balance (mca)
1	0,230	0	0		49,77	49,77
2	0,253	0	1,5	40	48,02	8,02
3	0,053	0	0		49,72	49,72
4	1,917	0	0,7	30	47,10	17,10
5	0,164	0	0	40	49,55	9,55
6	0,538	0	0		49,02	49,02
7	0,126	0	0,5	40	48,39	8,39
8	0,379	0	0,5	40	48,14	8,14
9	0,418	0	0,7	40	48,43	8,43
10	0,294	0,7	0,7	30	48,14	18,14

1.6. AGUAS CALIENTES

En primer lugar, se vuelve a listar los tramos, pero en este caso solo aquellos en los que se necesite agua caliente como se puede ver en la tabla 7:

Tabla 7 Numeración de los tramos y nudos que componen el trayecto del agua caliente

Tramos	Nudo inicial	Nudo final
1	1	2
2	2	3
3	3	4
4	3	5

Los elementos que corresponden a cada nudo son los indicados en la tabla 8:

Tabla 8 Nudos de los elementos de la instalación de agua caliente

Nudo	Elemento
1	Termo eléctrico
2	Armario productos
4,5	Robots de ordeño

Al igual que con la instalación de agua fría, volvemos a calcular el diámetro teórico de los tramos a partir de la fórmula:

$$D = \sqrt{4Q/\pi V}$$

En este caso, los caudales de los elementos son los indicados en la tabla 10:

Tabla 9 Caudal de trabajo de los elementos de agua caliente

Elementos	Caudal (L/min)
Termo eléctrico	40
Armario productos	40
Robots de ordeño	40

Una vez sabemos los caudales ya podemos obtener los diámetros teóricos y, con ellos, los diámetros interiores reales. Los resultados se muestran en la tabla 11:

Tabla 10 Dimensionamiento instalación agua caliente

Tramo	Longitud (m)	Q (L/s)	Q (m ³ /s)	Dt (m)	Dt (mm)	DN (mm)	DI (mm)	DI (m)
1	1,8	40	0,00067	0,02060	20,60	32	21,20	0,0212
2	2,91	40	0,00067	0,02060	20,60	32	21,20	0,0212
3	0,75	40	0,00067	0,02060	20,60	32	21,20	0,0212
4	2,25	40	0,00067	0,02060	20,60	32	21,20	0,0212

Ahora al igual que con el agua fría, se debe comprobar que la presión que llega a los elementos es mayor que la requerida por los mismos. El primer paso, es calcular las pérdidas de carga de cada uno de los tramos a partir de la fórmula de Hazen Williams:

$$hf_{[m]} = 10,67 \cdot \left(\frac{Q_{[m^3/s]}}{C} \right)^{1,852} \frac{L_{[m]}}{D_{[m]}^{4,87}}$$

Una vez calculadas podemos calcular la presión existente en cada tramo a partir de:

$$\frac{P_{10}}{\gamma} = \frac{P_0(a.com)}{\gamma} + (Z_0 - Z_{10}) + \left(\frac{V_0^2 - V_{10}^2}{2g} \right) - \sum H_{r\ 0 \rightarrow 10}$$

Para realizar los cálculos se toma como presión inicial en el termo la presión que llega de agua fría calculada previamente.

El resultado obtenido se indica en la tabla 11:

Tabla 11 Pérdidas de carga y presiones de cada tramo de agua caliente

Tramo	h (mca)	Z in. (m)	Z fin. (m)	P Req.	P Cal.	Balance
1	0,333	1,5	0	40	49,18	9,18
2	0,538	0	0	40	48,65	8,65
3	0,139	0	0,5	40	48,55	8,55
4	0,416	0	0,5	40	47,63	7,63

2. AGUAS PLUVIALES

2.1. INTRODUCCIÓN

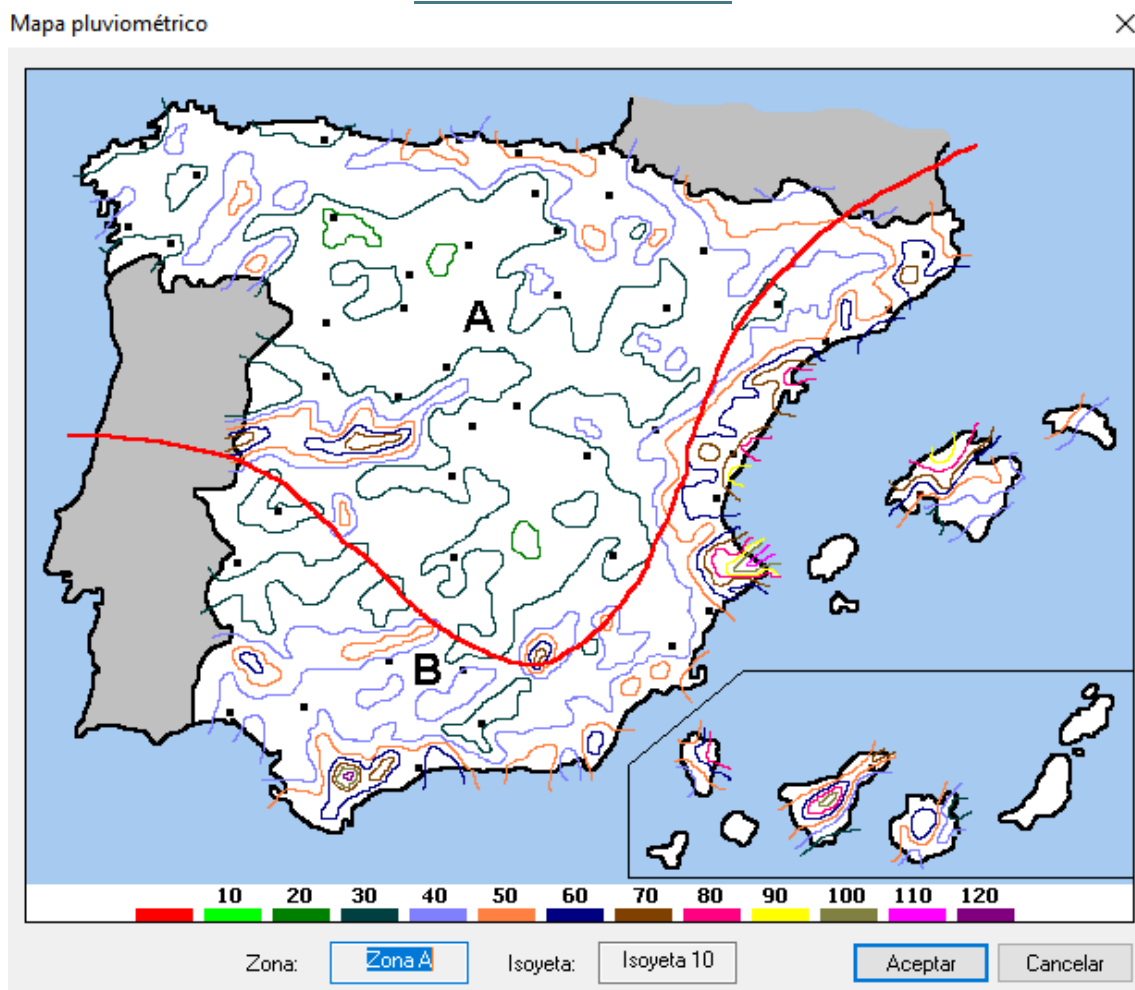
Las aguas pluviales se van a recoger de la cubierta de la nave para evitar la erosión del suelo que produciría que esta agua cayera directamente en el suelo.

El agua de la cubierta se va a recoger por un canalón que tendrá una pequeña pendiente que permitirá hacer llegar el agua hasta la bajante situada en el final de la nave. La bajante es el conducto vertical que permite bajar el agua desde la cubierta hasta el suelo.

En este caso no existe red de saneamiento, por lo que el agua ira directamente desde la bajante al suelo. Justo donde cae el agua se a colocar un cuadrado de hormigón de 0.2m x 0.2m para que no se deforme el suelo por la fuerza del agua.

Para poder realizar los cálculos de dimensionamiento de los canalones y las bajantes de la nave, es necesario saber la intensidad pluviométrica de la zona donde se ubica la explotación, para ello se consulta el mapa de isoyetas y zonas pluviométricas, y se obtiene que, en el término municipal de Albal, municipio de la provincia de Valencia, tiene una intensidad media de 135 mm/h, puesto que se sitúa en la zona B y la isoyeta 60.

Figura 32 Mapa de isoyetas y zonas pluviométricas. Inventa. (s.f.). Datos Generales de Tekton 3D. Disponible en: <https://www.inventa.com/ayuda/tekton3d/TK-HS5/DatosGenerales.htm>.



Como el régimen de intensidad es diferente de 100 mm/h, como es el caso, es necesario aplicar un factor f de corrección a la superficie de recogida de las cubiertas tal que:

$$f = \frac{i}{100}$$

Donde:

- i: intensidad pluviométrica, que en este caso es 135 mm/h.

$$f = \frac{i}{100} = \frac{135}{100} = 1,35$$

2.2. DIMENSIONADO DE LOS CANALONES

Los canalones van a ser de PVC con forma semicircular. La pendiente mínima que deben tener es del 0,5%.

Para saber el DN de los canalones es necesario calcular la superficie mayorada de las cubiertas:

$$\text{Superficie}_{\text{mayorada}} = \text{Longitud} \times \text{ancho} \times f$$

La cubierta de la nave es a dos aguas, por tanto, se recogerá el agua por dos canalones distintos dividiendo en dos partes iguales la superficie de la cubierta:

$$S = 30 \times 5 \times 1,35 = 202,5 \text{ m}^2$$

Una vez calculada la superficie mediante la siguiente figura del CTE se obtiene el DN necesario para los canalones:

Figura 33 Diámetro de los canalones

Tabla 4.7 Diámetro del canalón para un régimen pluviométrico de 100 mm/h

Máxima superficie de cubierta en proyección horizontal (m ²)				Diámetro nominal del canalón (mm)
Pendiente del canalón				
0.5 %	1 %	2 %	4 %	
35	45	65	95	100
60	80	115	165	125
90	125	175	255	150
185	260	370	520	200
335	475	670	930	250

En este caso, se colocará 1 canalón a cada lado de la nave con una pendiente del 1% y un DN de 200 mm.

2.3. DIMENSIONADO DE LAS BAJANTES

El DN de cada bajante se determinará utilizando la superficie mayorada de la cubierta, como se ha hecho en el caso de los canalones.

En este caso, se empleará la siguiente figura del CTE:

Figura 34 Diámetro de las bajantes

Tabla 4.8 Diámetro de las bajantes de aguas pluviales para un régimen pluviométrico de 100 mm/h

Superficie en proyección horizontal servida (m ²)	Diámetro nominal de la bajante (mm)
65	50
113	63
177	75
318	90
580	110
805	125
1.544	160
2.700	200

El DN de la bajante deberá ser de 90 mm.

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA
ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR D'ENGINYERIA AGRONÒMICA
I DEL MEDI NATURAL



ANEXO VII: INSTALACIÓN ELÉCTRICA

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. Introducción.....	101
2. Necesidades de iluminación de la nave	101
3. Cálculo de luminarias	102
3.1. Robots de ordeño	103
3.2. Cercado de tratamientos	103
3.3. Resto	103
3.4. Conclusión	104
4. Cálculo tomas de corriente	104
5. Cálculo de otras potencias	105
5.1. Robot de ordeño.....	105
5.2. Ventilador	105
5.3. Puerta automática.....	106
5.4. Potencia total.....	106
6. Requerimientos transformador.....	106
7. Descripción de las líneas de la instalación.	107
7.1. Cálculo de sección.....	107
7.1.1. Intensidad máxima admisible	107
7.1.2. Cálculo por cortocircuito.....	110
7.1.3. Sección definitiva	111
7.2. Protecciones.....	112
7.2.1. Frente a sobreintensidades.....	112
7.2.2. Frente a contacto indirecto	112

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Datos de los locales e iluminación recomendada en función del tipo de local .	101
Tabla 2: Líneas de la instalación	107
Tabla 3: Sección de las líneas de la instalación	108
Tabla 4: Cálculo caída de tensión	110
Tabla 5: Cálculo sección por cortocircuito	111
Tabla 6: Secciones definitivas.....	111

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Iluminación recomendada en función de local y de la actividad. Revista Frisona España pág. 100.	102
Figura 2: Lámpara de techo LED	103
Figura 3: Modelos ventiladores DeLaval	105
Figura 4: Catálogo comercial de transformadores	107
Figura 5: Intensidades admisibles al aire 40°C. Nº de conductores con carga y naturaleza del aislante.....	108
Figura 6: Valores de R y X según secciones elegidas.	109

1. INTRODUCCIÓN

El objetivo principal del presente anejo es el diseño, cálculo y dimensionado de la instalación eléctrica de la nueva nave en la que se situarán los robots de ordeño. En él se desarrolla el cálculo de la red de baja tensión que suministrará electricidad a los distintos receptores que conforman la red eléctrica de la nueva instalación.

Para ello, se detalla el sumatorio de las potencias totales para calcular y seleccionar el centro de transformación más adecuado para el correcto desarrollo de la actividad.

Por último, se presentará gráficamente el trazado de las líneas, en los planos nº3, en el que se reflejará todas las características de la instalación eléctrica.

El cálculo de esta red se realiza siguiendo el REBT, Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión. Por tratarse de un edificio con fin ganadero (locales húmedos, mojados, riesgo de corrosión, temperaturas elevadas) debemos tener en cuenta también las aplicaciones del ITC-BT-30.

A continuación, se realiza el diseño luminotécnico según las necesidades de iluminación de cada local que conforma el centro de ordeño.

2. NECESIDADES DE ILUMINACIÓN DE LA NAVE

En determinadas horas del día, la iluminación natural de un espacio puede no ser suficiente, ya sea por la llegada de la noche o por condiciones climáticas adversas, como un día nublado. En tales casos, es necesario complementar la iluminación con fuentes artificiales. Esta iluminación artificial debe ser uniforme, adecuada para la actividad que se realice y no debe causar deslumbramientos ni a los animales ni a los operarios. Además, la iluminación artificial debe satisfacer requerimientos de actividad, confort, seguridad y ambiente. Es esencial definir las necesidades lumínicas específicas para cada situación, considerando tanto la calidad de la luz como el consumo energético. La cantidad y tipo de iluminación recomendada varían según el uso del espacio en cuestión.

Se define al lux como la unidad de intensidad de iluminación del Sistema Internacional equivalente a la iluminación de una superficie que recibe normal y uniformemente un flujo luminoso de 1 lumen por m².

Teniendo en cuenta las recomendaciones de la Figura 1, se refleja en la siguiente tabla (Tabla 1) las recomendaciones de luz en cada zona para el correcto desarrollo de la actividad:

Tabla 11 Datos de los locales e iluminación recomendada en función del tipo de local

Zona	Longitud (m)	Anchura (m)	Altura (m)	Iluminación requerida
Robots de ordeño	7	5,5	5,5	200
Tratamientos	9	7		150
Resto	-	-		80

**Figura 35 Iluminación recomendada en función de local y de la actividad. Número 215
Revista Frisona España pág. 110 año 2016.**

Tabla 2. Iluminación recomendada en función del tipo de local y de la actividad

Local	Actividad	Il. general	Il. localizada
Alojamiento de animales	Zona de circulación: personas, animales, material	70/80*	
	Área de reposo	20/50*	
	Zona de partos y veterinaria		150
	Boxes específicos (aislamiento, partos, adopción, ferneros)		250
Sala de ordeño		100/150	150/200 nivel ubre
Lechería	General	300	
	Sobre el tanque de leche		150
Corral de espera		100	
Quesería,	Sala de fabricación	500	
	Sala de lavado		300
	Secadero, curado, cava	100	
Preparación de alimentos		200	
Pasillo distribución ración		200	

*150-200 lux para conseguir un aumento productivo

3. CÁLCULO DE LUMINARIAS

Una vez conocidos los requerimientos de luz de la explotación, hay que saber el número de luminarias necesarias, así como se van a distribuir en la nave.

Para determinar el número de luminarias necesarias se utiliza la siguiente fórmula:

$$\text{Nº de lámparas} = \frac{\text{Em} \cdot \text{S}}{\text{Fl} \cdot \eta\text{L} \cdot \eta\text{R}}$$

Siendo:

- Em: nivel de iluminación recomendado (luxes)
- S: superficie a iluminar (m²)
- Fl: Flujo luminoso de cada lámpara (lúmenes)
- ηL: Rendimiento de la luminaria.
- ηR: Rendimiento del local. En granjas se estima que es de entre el 50-70%.

La gran mayoría de las luminarias seleccionadas son tecnología LED, debido a las numerosas ventajas que presentan entre las que cabe mencionar que su vida útil es elevada, que tiene una alta eficiencia energética (lm/W), su encendido es mucho más rápido que en el caso de las fuentes de luz convencionales, prácticamente la totalidad de LED es reciclable y no contienen mercurio que es altamente contaminante. El rendimiento es del 90-95%.

En este caso, se instalarán lámpara de techo (Figura 2) colgadas mediante cable de acero inoxidable de la cumbre de la nave. Sus características son:

- Potencia eléctrica: 200 W
- Flujo luminoso: 20000 lumens
- Dimensiones: Ø470 x H275 mm
- Vida útil: 25000 horas
- Angulo: 120 °

Figura 36 Lámpara de techo LED



3.1. ROBOTS DE ORDEÑO

En esta zona se encuentran tanto los robots de ordeño como las puertas de selección. Las dimensiones aproximadas son de 7x5,5 m y las necesidades requeridas son de 200 lux. El nº de lámparas necesarias es:

$$\text{Nº de lámparas} = \frac{200 * 7 * 5,5}{20000 * 0,9 * 0,5} = 0,85$$

Por tanto, se necesita 1 lámpara para iluminar esta zona.

3.2. CERCADO DE TRATAMIENTOS

En esta zona se van a encontrar los animales que deben ser tratados ya sea por enfermedad o inseminación. Es por ello, que las necesidades requeridas en este espacio son de 150 lux. Las dimensiones aproximadas son 9x7 m. El nº de lámparas necesarias es:

$$\text{Nº de lámparas} = \frac{150 * 9 * 7}{20000 * 0,9 * 0,5} = 1,05$$

Por tanto, se necesita 1 lámpara para iluminar este recinto.

3.3. RESTO

El resto de la nave se emplea como libre paso para los animales. La superficie restante es de 198,5 m² aproximadamente. Las necesidades de iluminación son de 80 lux. El nº de lámparas necesarias es:

$$\text{Nº de lámparas} = \frac{80 * 198,5}{20000 * 0,9 * 0,5} = 1,76$$

Por tanto, se necesita 2 lámparas para iluminar las zonas de paso de los animales.

3.4. CONCLUSIÓN

En conclusión, se van a colocar 3 lámparas de techo a fin de cubrir de la mejor forma posible toda la superficie de la nave y evitar sobras que puedan dificultar la actividad normal de los animales. La distribución del alumbrado se puede ver en el plano de la instalación eléctrica (Plano 3). La potencia activa total del alumbrado es 0,6 Kw. La potencia reactiva, teniendo en cuenta un factor de potencia del receptor de 0,95, es 0,2 kVAr.

4. CÁLCULO TOMAS DE CORRIENTE

Las tomas de corriente son los puntos de corriente que se emplean para alimentar los equipos eléctricos, es decir, actúan de enlace de la fuente de alimentación a los equipos que se vayan a alimentar de la fuente de energía eléctrica.

Se va a instalar 1 tomas de corriente mixtas. Están formadas por 1 toma trifásica y 3 monofásicas, y se colocará en el centro de la nave a fin de que sea posible llegar a ella fácilmente con un alargador de 15 m.

Las tomas monofásicas son 230 voltios (V).

En primer lugar, se realizará el cálculo de la potencia activa. Para ello, se emplea la siguiente fórmula:

$$\text{Potencia activa: } P = U \cdot I \cdot \cos \phi$$

Donde:

- P: potencia activa de receptor, en W
- U: tensión simple, en V (voltios)
- I: Intensidad del receptor, en A
- Cos ϕ : Factor de potencia del receptor
- Φ : ángulo de desfase es aproximadamente de 36,87°.

Al tratarse de una toma de corriente monofásica, $\cos \phi = 0,8$ Por tanto, la potencia activa de cada toma monofásica será:

$$P_{\text{toma monofásica}} = \frac{230 \cdot 16 \cdot 0,8}{1000} = 2,94 \text{ KW}$$

Para las 3 tomas de corriente monofásica: $\Sigma P_{\text{TC monofasicas}} = 2,94 \cdot 3 = 8,82 \text{ KW}$

En las tomas de corriente trifásica ya que no se utiliza el 100% de su potencia por lo que su fórmula es:

$$\text{Potencia activa: } P = (\sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \phi)$$

Una toma de corriente trifásica alimenta a receptores de 16A de intensidad.

$$P_{\text{toma trifásica}} = \frac{\sqrt{3} \cdot 230 \cdot 16 \cdot 0,8}{1000} = 5,10 \text{ KW}$$

La potencia activa total de la toma mixta es:

$$P_{\text{toma mixta}} = 8,82 + 5,10 = 13,92 \text{ KW}$$

A continuación, se calcula la potencia reactiva de la toma mixta. La fórmula para utilizar es:

Potencia reactiva: $Q = U \cdot I \cdot \text{sen } \phi$ (toma monofásica)

Potencia reactiva: $Q = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \text{sen } \phi$ (toma trifásica)

Donde:

- Q: potencia reactiva del receptor, en kVAR
- U: tensión simple, en V (voltios)
- I: Intensidad del receptor, en A
- Φ : ángulo de desfase es aproximadamente de 36,87°.

La potencia reactiva para la toma mixta es:

$$Q_{\text{toma mixta}} = 3 \cdot \frac{230 \cdot 16 \cdot \text{sen}(36,87)}{1000} + \frac{\sqrt{3} \cdot 230 \cdot 16 \cdot \text{sen}(36,87)}{1000} = 10,45 \text{ kVAR}$$

5. CÁLCULO DE OTRAS POTENCIAS

Además de las potencias calculadas anteriormente, para el funcionamiento diario de la actividad de la nave encontramos también otros equipos que requieren el cálculo de la Potencia activa y de la Potencia reactiva:

5.1. ROBOT DE ORDEÑO

Los robots de ordeño modernos están diseñados para ser eficientes, pero aun así requieren una cantidad significativa de energía para operar diversos componentes como motores, bombas de vacío, sistemas de limpieza, y componentes electrónicos. La potencia nominal demandada es de entre 7-10 kW cada uno de los robots.

5.2. VENTILADOR

En la nave se instalan tres ventiladores de techo que permiten la refrigeración directa de los animales ya que, sobre todo, durante el verano, puede haber situaciones de estrés calórico y que afectan gravemente a la producción.

Los ventiladores para granja DeLaval funcionan con el principio de ventilación horizontal. Con nuestros ventiladores iniciamos un flujo de aire que enfría directamente a las vacas además de poner el aire en movimiento. Esto mueve el aire viciado del establo y permite que entre aire fresco de los laterales. El sistema ayuda a la ventilación natural en el establo a la vez que la mantiene a nivel del suelo al mínimo, donde las vacas son más sensibles. En la Figura 3 se pueden ver los modelos existentes.

Figura 37 Modelos ventiladores DeLaval

Modelo ventilador	Diámetro aspas	Voltaje/frecuencia	Amperaje	Potencia instalada	Protección motor clase	Nivel de ruido*	Velocidad ventilador	Máx capacidad a 0 KPa	Eficiencia específica	Compatible MFS / SFS0,75
DDF1200 S	1108mm	Δ -230V / Y -400V / 50Hz	2,0A	0,8kW	IP 55	64dB a 7m	600 RPM	25200 m³/h	33,1 W/1000m³/h	Si / Si
DDF1200 P	1108mm	Δ -230V / Y -400V / 50Hz	3,0A	1,2kW	IP 55	65dB a 7m	600 RPM	31000 m³/h	45 W/1000m³/h	Si / Si

Se selecciona el modelo DDF 1200P con una potencia instalada de 1,2 kW y una capacidad máxima de 31000 m³/h.

5.3. PUERTA AUTOMÁTICA

A la salida de cada robot se colocará una puerta de apertura automática para seleccionar a aquellos animales que necesitan tratamientos y cuya potencia será 0,36KW cada una. También se colocará una puerta automática antirretorno que impedirá que los animales que entren en el recinto de tratamiento puedan volver hacia los robots.

5.4. POTENCIA TOTAL

La potencia activa total requerida por estos equipos es:

$$P_{\text{otras}} = 10 \cdot 2 + 1,2 \cdot 3 + 0,36 \cdot 3 = 24,68 \text{ kW}$$

La potencia reactiva es:

$$Q_{\text{otras}} = P \cdot \text{tg } \phi = 24,68 \cdot \text{tg } (36,87) = 18,51 \text{ kVAr}$$

6. REQUERIMIENTOS TRANSFORMADOR

El transformador se sitúa dentro de la parcela en la que se encuentra la explotación, pero justo en el linde de esta para que sea accesible por los técnicos.

Este es el encargado de reducir la tensión de las redes de distribución de Media Tensión a valores de consumo de Baja Tensión.

En este proyecto solo se está realizando la sustitución de la sala de ordeño tradicional por una nueva nave donde se situarán los robots de ordeño automáticos. Por tanto, únicamente se va a calcular la potencia máxima demandada de esta instalación y no va a teniendo en cuenta el resto de la explotación.

$$P_{\text{TOTAL}} = \Sigma P_{\text{alumbrado}} + \Sigma P_{\text{tomas corriente}} + \Sigma P_{\text{otras}}$$

$$P_{\text{TOTAL}} = 0,6 + 13,92 + 24,68 = 39,2 \text{ kW}$$

$$Q_{\text{TOTAL}} = \Sigma Q_{\text{alumbrado}} + \Sigma Q_{\text{tomas corriente}} + \Sigma Q_{\text{otras}}$$

$$Q_{\text{TOTAL}} = 0,2 + 10,45 + 18,51 = 29,16 \text{ kVAr}$$

La potencia máxima demandada de la instalación se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$S = \sqrt{(P_{\text{TOTAL}}^2 + Q_{\text{TOTAL}}^2)} = \sqrt{(39,2^2 + 29,16^2)} = 48,86 \text{ kVA}$$

Dado que esta potencia es igual a la suma de las potencias de aquellos receptores susceptibles de funcionar simultáneamente, se aplica un coeficiente de simultaneidad de 0,9 sobre la potencia instalada.

$$S = 0,9 \cdot 48,86 = 43,97 \text{ kVA}$$

Teniendo en cuenta que la potencia demandada es menor que la de una sala de ordeño tradicional se da por hecho que el transformador presente en la explotación será suficiente.

En la figura 4, se muestran la potencia de los transformadores que se pueden seleccionar y sus pérdidas tanto la carga como en vacío:

Figura 38 Catalogo comercial de transformadores. IMSE ingeniería blog transformadores de distribución de alta eficiencia.

Tabla 1: Pérdidas de Transformadores (norma HD 424 y HD 538 del CENELEC¹)

Potencia (kVA)	Pérdidas en carga				Pérdidas en vacío			
	En aceite (HD 428) hasta 24 kV ²			Seco (HD538) 12kV primario	En aceite (HD 428) hasta 24 kV ²			Seco (HD538) 12kV primario
	Lista A	Lista B	Lista C		Lista A'	Lista B'	Lista C'	
(W)	(W)	(W)	(W)	(W)	(W)	(W)	(W)	
50	1 100	1 350	875	N/A	190	145	125	N/A
100	1 750	2 150	1 475	2 000	320	260	210	440
160	2 350	3 100	2 000	2 700	460	375	300	610
250	3 250	4 200	2 750	3 500	650	530	425	820
400	4 600	6 000	3 850	4 900	930	750	610	1 150
630 /4 % ³	6 500	8 400	5 400	7 300	1 300	1 030	860	1 500
630 /6 % ³	6 750	8 700	5 600	7 600	1 200	940	800	1 370
1 000	10 500	13 000	9 500	10 000	1 700	1 400	1 100	2 000
1 600	17 000	20 000	14 000	14 000	2 600	2 200	1 700	2 800
2 500	26 500	32 000	22 000	21 000	3 800	3 200	2 500	4 300

1. CENELEC = Comité Europeo de Normalización Electrotécnica www.cenelec.org

2. Se aplican diferentes valores para 36 kV

3. 4% y 6% se refieren a las impedancias de cortocircuito

Para esta nave sería suficiente con un transformador de 50 kVA.

7. DESCRIPCIÓN DE LAS LÍNEAS DE LA INSTALCIÓN.

A continuación, se detallan en la tabla las diferentes líneas que forman la instalación eléctrica de la explotación objeto del presente proyecto:

Tabla 12 Líneas de la instalación

Línea	Receptor
CGP	Alimenta al CPG (cuadro general de protección)
L1	Luminarias
L2	Toma de corriente mixta
L3	Robot de ordeño automático
L4	Robot de ordeño automático
L5	Ventilador
L6	Ventilador
L7	Ventilador
L8	Puertas automáticas

7.1. CÁLCULO DE SECCIÓN

7.1.1. Intensidad máxima admisible

El cableado de las líneas se regirá por las especificaciones que indica el ITC-BT-19 del REBT. Como intensidad se tomará la propia intensidad de cada carga. Partiendo de las intensidades nominales así establecidas en el reglamento, se elegirá la sección de cable que admita esa intensidad.

Para el cálculo de secciones del cableado de motores se aplicará la mayoración que se estable en el ITC-BT-47.

Para el cálculo de la intensidad se emplea la formula:

Línea monofásica

$$I(A) = \frac{P(W)}{230 \cdot \cos\phi}$$

Línea trifásica

$$I(A) = \frac{P(W)}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot \cos\phi}$$

Figura 39 Intensidades admisibles al aire 40°C. N° de conductores con carga y naturaleza del aislante. "Sección de cables e intensidades admisibles," Gremi d'Instal·ladors de Barcelona. Disponible en: https://www.elgremi.cat/wp-content/uploads/2017/10/SECCIO_CABLES_INTENSIDADES-ADMISIBLES.pdf

	Diagrama	Descripción	3x PVC		2x PVC		3x XLPE o EPR		2x XLPE o EPR				
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
A		Conductores aislados en tubos empotrados en paredes aislantes											
A2		Cables multiconductores en tubos empotrados en paredes aislantes											
B		Conductores aislados en tubos en montaje superficial o empotrados en obra								3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR		
B2		Cables multiconductores en tubos en montaje superficial o empotrados en obra								3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR		
C		Cables multiconductores directamente sobre la pared ¹⁾								3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR		
E		Cables multiconductores al aire libre ¹⁾ Distancia a la pared no inferior a 0,1D ²⁾								3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR		
F		Cables unipolares en contacto mutuo ³⁾ Distancia a la pared no inferior a D ³⁾								3x XLPE o EPR ⁴⁾	2x XLPE o EPR ⁴⁾		
G		Cables unipolares separados mínimo D ³⁾								3x PVC ⁴⁾	3x XLPE o EPR		
Cobre		mm ²	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
		1,5	11	11,5	13	13,5	15	16	-	18	21	24	-
		2,5	15	16	17,5	18,5	21	22	-	25	29	33	-
		4	20	21	23	24	27	28	-	34	38	45	-
		6	25	27	30	32	36	37	-	44	49	57	-
		10	34	37	40	44	50	52	-	60	68	76	-
		16	45	49	54	59	66	70	-	80	91	105	-
		25	59	64	70	77	84	88	96	106	116	123	166
		35	77	86	94	103	117	125	133	145	159	175	206
		50	94	103	117	125	145	159	175	206	236	271	321
		70	117	125	145	159	189	207	230	265	311	363	435
	95	149	160	171	188	220	245	271	326	391	464	555	
	120	180	194	207	230	265	311	363	435	525	630	771	
	150	228	245	267	294	344	409	490	595	720	885	1100	
	185	286	317	354	396	474	570	690	840	1020	1260	1575	
	240	374	419	474	531	630	765	930	1140	1410	1755	2205	
	300	474	531	600	675	810	990	1215	1500	1860	2325	2925	

- 1) A partir de 25 mm² de sección.
- 2) Incluyendo canales para instalaciones -canaletas- y conductos de sección no circular.
- 3) O en bandeja no perforada.
- 4) O en bandeja perforada.

Se empleará el tipo de conducción B, ya que se utilizarán canaletas para llevar el cableado y el aislante utilizado será XLPE.

Tabla 13 Sección de las líneas de la instalación

Línea	Tipo	Potencia (W)	Voltaje (V)	Factor (cosφ)	Intensidad (A)	Sección (mm ²)	Intensidad Adm (A)
CGP	Trifásico	50000	400	0,8	90,21	25	106
L1	Monofásica	600	230	0,95	2,75	1,5	18
L2	Trifásica	13920	400	0,8	25,11	4,0	34
L3	Trifásica	10000	400	0,8	18,04	2,5	25
L4	Trifásica	10000	400	0,8	18,04	2,5	25
L5	Monofásica	1200	230	0,8	6,52	1,5	18
L6	Monofásica	1200	230	0,8	6,52	1,5	18
L7	Monofásica	1200	230	0,8	6,52	1,5	18
L8	Monofásica	1080	230	0,8	5,87	1,5	18

Cálculo por caída de tensión

En las líneas de transporte de energía eléctrica se producen caídas de tensión debidas a la resistencia, R, y reactancia, X, que presentan los conductores, parámetros que dependen de su longitud y sección.

La caída de tensión debe limitarse para que la calidad de servicio de los receptores eléctricos (fuerza motriz o alumbrado) no se vea afectada por una baja tensión de alimentación.

Los valores máximos de caída de tensión en las líneas se encuentran regulados en el REBT, son los siguientes valores:

4,5% para alumbrado

6,5% para motores y tomas de corriente.

La caída de tensión de cada línea se calcula mediante las fórmulas:

Líneas monofásicas:

$$\Delta V = \frac{2 \cdot I \cdot L \cdot (R \cos(\phi) + X \sin(\phi))}{1000}$$

Líneas trifásicas:

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot (R \cos(\phi) + X \sin(\phi))}{1000}$$

Los valores de R (Ω/km) y X (Ω/km) se obtienen a través de la Figura 5:

Figura 40 Valores de R y X según secciones elegidas.

SECC	Ø Cond+Ais	Ø Ext. Cabl. Unip.	Ø Ext Cabl Mult	X Unipol.	X Multipol.	R (20°C)	R (20°C)	R (70°C)	R (70°C)	R (90 °C)	R (90 °C)
mm ²	mm	mm	mm	Ω/Km	Ω/Km	Ω/Km	Ω/Km	Ω/Km	Ω/Km	Ω/Km	Ω/Km
Cu - Al	Cu - Al	Cu - Al	Cu - Al	Cu - Al	Cu - Al	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al
								PVC	PVC	XLPE-EPR	XLPE-EPR
1,5	3,00	5,90	10,90	0,145	0,108	12,100	20,000	14,460	24,200	15,403	25,460
2,5	3,40	6,30	11,80	0,134	0,100	7,410	12,000	8,855	14,520	9,433	15,276
4	4,30	7,20	13,70	0,128	0,100	4,610	7,500	5,509	9,075	5,869	9,548
6	5,20	8,10	15,80	0,116	0,091	3,080	5,000	3,681	6,050	3,921	6,365
10	6,20	9,10	17,40	0,106	0,085	1,830	3,000	2,187	3,630	2,330	3,819
16	7,20	10,20	19,50	0,099	0,080	1,150	1,875	1,374	2,269	1,464	2,387
25	8,40	11,50	22,30	0,098	0,080	0,727	1,200	0,869	1,452	0,925	1,528
35	9,50	12,50	24,70	0,093	0,078	0,524	0,868	0,626	1,050	0,667	1,105
50	11,20	14,20	28,30	0,093	0,078	0,387	0,641	0,462	0,776	0,493	0,816
70	12,70	15,70	31,90	0,089	0,075	0,268	0,443	0,320	0,536	0,341	0,564
95	15,00	18,30	37,30	0,086	0,074	0,193	0,320	0,231	0,387	0,246	0,407
120	16,50	20,00	40,80	0,085	0,073	0,153	0,253	0,183	0,306	0,195	0,322
150	18,30	21,80	44,90	0,084	0,073	0,124	0,206	0,148	0,249	0,158	0,262
185	20,50	24,30	50,10	0,084	0,073	0,099	0,164	0,118	0,198	0,126	0,209
240	23,40	27,40	57,00	0,082	0,073	0,075	0,125	0,090	0,151	0,095	0,159
300	25,90	30,10	62,90	0,082	0,072	0,060	0,100	0,072	0,121	0,076	0,127
400	29,30	33,80	74,40	0,081	0,072	0,047	0,078	0,056	0,094	0,060	0,099
500	32,40	37,80	---	0,080	---	0,036	0,061	0,043	0,074	0,046	0,078

Si la caída de tensión obtenida es superior a la permitida, debemos calcular la sección del cable mediante la fórmula:

$$S (\text{mm}) = 2 p \delta \Sigma l_i \cos\phi_i L_i - \text{CGD}$$

Siendo:

- p el valor de resistividad eléctrica para 90°C y equivalente a $2,19 \cdot 10^{-8}$ (Cobre)
- δ caída de tensión permitida (V)

- I, intensidad de línea (A)
- L, longitud línea-CGD (m)

En la siguiente tabla se muestran los cálculos para la caída de tensión:

Tabla 14 Cálculo caída de tensión

Línea	Longitud	Sección	R	X	I	Caída tensión	Caída tensión max
L1	33,68	1,5	15,403	0,145	2,75	2,72	11,5
L2	24,43	4,0	5,869	0,1	25,11	5,05	20
L3	15,27	2,5	9,433	0,1	18,04	3,63	20
L4	16,77	2,5	9,433	0,1	18,04	3,99	20
L5	11,87	1,5	15,403	0,145	6,52	1,92	11,5
L6	20,17	1,5	15,403	0,145	6,52	3,26	11,5
L7	28,47	1,5	15,403	0,145	6,52	4,61	11,5
L8	25,03	1,5	15,403	0,145	5,87	3,65	11,5

Se ha tomado como caída de tensión máxima el 5% del voltaje nominal de la línea que es de 230V de monofásica y 400V en trifásica.

Todas las líneas tienen una caída de tensión menor que la máxima permitida por lo que sus secciones son suficientes.

7.1.2. Cálculo por cortocircuito

El cálculo de la corriente de cortocircuito es crucial para diseñar y proteger sistemas eléctricos. Este cálculo permite determinar la capacidad que deben tener los dispositivos de protección (como interruptores automáticos y fusibles) para interrumpir corrientes excesivas y evitar daños a los equipos y sistemas eléctricos.

Para llevar a cabo estos cálculos se tendrán en cuenta las exigencias únicas de la nave. Por tanto, se tendrá en consideración la utilización de un transformador de 50 kVA con las siguientes características obtenida de la Figura 4:

- St = 50 kVA
- Pérdidas debidas a la carga a 75°C, Pc = 1100 W
- Tensión de transformador, U = 400 V
- Tensión de cortocircuito, Ucc = 4%

Cálculo de la impedancia de la red de distribución en media tensión y de la impedancia del transformador mediante las fórmulas:

- $I_t = \frac{St}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{50000}{\sqrt{3} \cdot 400} = 72,17 \text{ A}$
- $Z_t = \frac{U_{cc} \cdot U^2}{100 \cdot St} = \frac{4 \cdot 400^2}{100 \cdot 50000} = 0,128 \Omega$
- $R_t = \frac{P_c}{3 \cdot I_t^2} = \frac{1100}{3 \cdot 72,17^2} = 0,07 \Omega$
- $X_t = \sqrt{(Z_t^2 - R_t^2)} = \sqrt{(0,128^2 - 0,07^2)} = 0,107 \Omega$

Y obtenemos una intensidad de cortocircuito en la cabecera de la red:

$$I_{cc} = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot Z_t} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot 0,128} = 1804,22 \text{ A}$$

Con los valores de resistencia i reactancia de cada línea que aparecen en la Tabla 4, calculamos la intensidad de cortocircuito según la fórmula anterior. También se calcula la sección de la línea por cortocircuito utilizando la fórmula:

$$S(\text{mm}^2) = \frac{1}{k} I_{cc} \sqrt{t}$$

Siendo:

- I_{cc}: el valor de la intensidad máxima de cortocircuito del cuadro del que parte la línea.
- k: una constante equivalente a 140 (XLPE sobre Cu)
- t: el tiempo máximo de cortocircuito, 300ms para la línea CT-CGP y 20ms para el resto de las líneas. Los resultados obtenidos son los siguientes:

Tabla 15 Cálculo sección por cortocircuito

Línea	Z (Ω)	I _{cc} (A)	Sección (mm ²)	Sección Comercial (mm ²)
CGP	0,13	1804,22	1,82	2,5
L1	0,49	466,69	0,47	1,5
L2	0,11	2005,00	2,03	2,5
L3	0,12	1995,88	2,02	2,5
L4	0,13	1817,36	1,84	2,5
L5	0,15	1572,43	1,59	2,5
L6	0,25	925,37	0,93	1,5
L7	0,35	655,59	0,66	1,5
L8	0,31	745,69	0,75	1,5

7.1.3. Sección definitiva

Las líneas se transportarán hasta el lugar de uso a través de canaletas suspendidas por el techo de la nave, siguiendo las correas o pilares la mayoría de las veces para poder servir de apoyo. El material utilizado será cobre con recubrimiento de XLPE ya que presenta características dieléctricas y térmicas altamente mejoradas frente al PVC. Este tipo de material no cambiará sus características sometido a un aumento de temperatura y presión. La principal ventaja que presentan los cables aislados con XLPE es su mayor temperatura máxima de servicio (de 70 a 90 °C). Esto permite transportar mayor intensidad de corriente por la misma sección de conductor.

La selección de la sección final de las líneas es:

Tabla 16 Secciones definitivas

Línea	Sección (mm ²)
CGP	25
L1	1,5
L2	4,0
L3	2,5
L4	2,5
L5	2,5
L6	1,5
L7	1,5
L8	1,5

7.2. PROTECCIONES

7.2.1. Frente a sobreintensidades

Según establece la ITC-BT-22 todo circuito estará protegido contra los efectos de las sobreintensidades, para la cual la interrupción del circuito se realizará en un tiempo conveniente o estará dimensionado para sobreintensidades previsibles.

En este caso se utilizan interruptores automáticos ya que protegen simultáneamente tanto contra cortocircuitos como contra sobrecargas.

7.2.2. Frente a contacto indirecto

Los contactos eléctricos en baja tensión pueden tener consecuencias mortales para las personas. El origen de tensiones de defecto accidentales en las masas de los elementos eléctricos que producen los contactos eléctricos indirectos es debido principalmente a la aparición de defectos de aislamiento en los equipos. La prevención de este riesgo exige que: todo elemento eléctrico deberá disponer de un sistema de protección contra contactos eléctricos indirectos.

Existen diversos sistemas de protección aplicables a instalaciones y receptores, en este caso se aplican:

- Puesta a tierra de las masas. Diferenciales: Si se produce un defecto, el diferencial desconecta rápidamente, al primer defecto, el diferencial debe actuar antes de 0,1s.
- El interruptor diferencial principal para línea CT-CGD posee una sensibilidad de 300mA, mientras que en las líneas receptores tiene una sensibilidad de 30mA.
- El terreno sobre el que se encuentra la nave es una mezcla de grava y arena con una resistividad de 600 (ρ) Ω m.
- La toma de tierra estará formada por un conductor de cobre enterrado de 35mm² y picas de 2 metros.

En primer lugar, calculamos el número de picas necesarias. Para ello calculamos la resistencia de tierra máxima, mediante la siguiente fórmula:

$$R_t = \frac{V_d}{I_d}$$

Donde:

- V_d , tensión de puesta a tierra (V)
- I_d , intensidad de defecto a tierra (A)

Según el ITC-BC-24, la tensión límite convencional es de 24V, aplicable tanto a las instalaciones de alumbrado exterior como a locales o emplazamientos conductores, por ejemplo, locales húmedos mojados, instalaciones a la intemperie como es el caso.

Por tanto,

$$R_t = \frac{24}{0,3} = 80\Omega$$

$R_{picas} = 80\Omega$

A continuación, calculamos la longitud total de picas necesarias:

$$R_{\text{picas}} = \rho/L$$

Siendo:

- ρ , resistividad del terreno (Ωm)
- L , longitud picas (m)

Por tanto,

$$L = \frac{600}{80} = 7,5\text{m} \rightarrow 8\text{m}, \text{ como la longitud de cada pica son } 2\text{m}, \text{ necesitamos } 4 \text{ picas.}$$

Después, calculamos la resistividad del conductor de cobre enterrado y obtenemos:

$$R_{\text{conductor}} = \frac{2 \cdot \rho}{L} = \frac{2 \cdot 600}{20} = 60\Omega < 80\Omega$$

Por último, calculamos la resistividad equivalente de las 4 picas más los 80 metros de conductor de cobre enterrado; teniendo en cuenta que en la práctica se toman valores menores a los establecidos en el REBT.

Por tanto, en vez de 80 ohms, 15 Ω para edificios con pararrayos y 37 Ω para edificios sin pararrayos.

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{37} + \frac{1}{15} = 0,0936 \rightarrow R_{eq} = 10,67\Omega < 80\Omega$$



ANEXO VII: ESTUDIO ECONÓMICO

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1.	INTRODUCCIÓN	117
2.	ESTUDIO ECONÓMICO ESTÁTICO	117
2.1.	Inversión total.....	117
2.2.	Costes	117
2.2.1.	Mantenimiento y reparaciones	117
2.2.2.	Amortizaciones.....	117
2.2.3.	Seguros	117
2.2.4.	Costes financieros.....	118
2.2.5.	Varios e imprevistos	118
2.3.	Ingresos	118
2.3.1.	Venta de leche.	118
2.4.	Beneficio total	118
2.5.	Rentabilidad anual.....	118
3.	ESTUDIO ECONÓMICO DINÁMICO	118
3.1.	Parámetros que definen la inversión	119
3.1.1.	Pago de la inversión (K).....	119
3.1.2.	Vida útil del proyecto (n)	119
3.1.3.	Flujo de caja	119
3.2.	Efecto del tiempo sobre el valor del dinero.....	120
3.3.	Índices financieros.....	121
3.3.1.	Valor actual neto (VAN)	121
3.3.2.	Plazo de recuperación (PAY-BACK).....	121
3.3.3.	Relación beneficio inversión (VAN/K).....	121
3.3.4.	Tasa interna de rendimiento (TIR)	121

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Resumen amortizaciones.....	117
Tabla 2 Flujo de caja.....	119
Tabla 3 Flujo de caja actualizado y pago de inversión actualizado	120

1. INTRODUCCIÓN

En este anexo se trata de ver si es rentable económicamente llevar a cabo la implantación de los robots de ordeño automáticos. Para ello se va a realizar un estudio económico estático y otro dinámico.

2. ESTUDIO ECONÓMICO ESTÁTICO

Se trata de un análisis de costes, cuyo objetivo es saber el beneficio anual, ya sea en valores absolutos (beneficio bruto) o en términos de relativos (rentabilidad).

2.1. Inversión total

Representa el total de unidades monetarias invertidas en la ejecución u puesta en marcha del proyecto sin tener en cuenta el IVA. En el caso de este proyecto la inversión es de 571294,23 €.

2.2. Costes

Solo se incluyen aquellos que tienen que ver con amortización de la nave, el material ganadero y los robots, el mantenimiento y reparación, la financiación e imprevistos. El resto de coste de la explotación se consideran iguales que con la sala de ordeño tradicional.

2.2.1. Mantenimiento y reparaciones

Se determina como un porcentaje del valor de la inversión. En caso de la obra civil se tomará el 0,5% y los robots el 1%. Teniendo esto en cuenta la amortización de la obra civil asciende a 538,97 € mientras que los robots son de 4635€.

2.2.2. Amortizaciones

Las amortizaciones evalúan de algún modo la pérdida de valor de los elementos que componen el proyecto a lo largo del tiempo.

Se calculan a partir de las tablas públicas en el B.O.E. (O.M. 12-5-93), de las que se puede hacer el siguiente resumen que se muestra en la tabla 1:

Tabla 1 Resumen amortizaciones

	Vida útil (años)	Valor residual (% respecto al valor inicial)
Edificios y material ganadero	30-50	Nulo
Robots	10-15	20%

Suponiendo una amortización de tipo lineal, podemos establecer un coste de amortización según la siguiente expresión:

$$\text{Amortización} = \frac{\text{Valor inicial} - \text{Valor residual}}{\text{Vida útil}}$$

Con todo esto ya podemos calcular las amortizaciones existentes en este proyecto:

- Edificios y material ganadero

$$\text{Amortización} = \frac{107794,23 - 0}{50} = 2155,88 \text{ €/año}$$

- Maquinaria e instalaciones

$$\text{Amortización} = \frac{463500 - 0,2 * 463500}{15} = 24720 \text{ €/año}$$

2.2.3. Seguros

Su coste se estima como un porcentaje de la inversión. Para la obra civil se toma el 0,5% y para los robots el 1%.

Por tanto, el coste total de los seguros es de 5141,94 €/año.

2.2.4. Costes financieros

Representa el pago de los intereses anuales de los préstamos concedidos. Depende del volumen de préstamo previsto.

$$GF = i * P = 0,05 * (547.953,62/15\text{años}) = 1904,31 \text{ €/año}$$

Donde:

- GF: Costes financieros
- P: Volumen del préstamo anual
- i: Tipo de interés del préstamo, en este caso es del 5%.

2.2.5. Varios e imprevistos

Se suelen evaluar mediante un porcentaje sobre el total de costes, en este caso del 5%. Los costes de este tipo son de 1723,06 €/año.

2.3. Ingresos

Como ingresos solo se tienen en cuenta el aumento esperado de la producción de leche debido a la implantación de los robots.

2.3.1. Venta de leche.

En este caso la explotación actualmente produce aproximadamente 100000 L/mes de leche pagado a un precio medio de 0,55 €/L. Se estima que con los robots pueden ayudar a aumentar la producción en un 10% anual. Esto repercute a un aumento en las ganancias de 66000 €/año.

Sin embargo, durante el primer año debido a la adaptación de las vacas a los robots se tendrá en cuenta un aumento del 5%.

2.4. Beneficio total

Se obtienen a partir de la siguiente expresión:

$$1^\circ \text{ año} \rightarrow BB = I - G = -3184,16 \text{ €/año}$$

$$\text{Resto} \rightarrow BB = I - G = 29815,84 \text{ €/año}$$

Siendo:

- BB: Beneficios bruto.
- I: Ingresos.
- G: Costes

Se puede decir que el proyecto es rentable ya que el BB es positivo exceptuando el primer año.

2.5. Rentabilidad anual

La fórmula empleada es:

$$R = BB/K = \frac{29815,84}{\frac{107794,23}{50} + \frac{463500}{15}} = 0,902 = 90,2\%$$

Siendo:

- R: Rentabilidad
- K: Inversión total, dividido por la vida útil de cada elemento que la compone.

3. ESTUDIO ECONÓMICO DINÁMICO

En este estudio se considera al proyecto como un “ente financiero” al cual se le presta dinero que nos va devolviendo a lo largo de su vida útil. El objetivo es ver si nos devuelve más de lo que se

le presta (viabilidad) y si representa una inversión más interesante que cualquier otra inversión alternativa (rentabilidad).

3.1. Parámetros que definen la inversión

3.1.1. Pago de la inversión (K)

Es el número de unidades monetarias necesarias para que el proyecto comience como tal. Realmente se trata del presupuesto total del proyecto sin tener en cuenta el IVA. En el caso de este proyecto este valor es de 571294,23 €.

3.1.2. Vida útil del proyecto (n)

Se trata del número de años durante los cuales el proyecto está en funcionamiento y generando rendimiento positivo. Suele fijarse en función del elemento de más duración, siempre y cuando represente una parte importante del coste total del proyecto. En este caso, no es así ya que el coste más importante son los robots por lo que se tomará la vida útil de estos que es de 15 años.

3.1.3. Flujo de caja

Durante la vida del proyecto, éste genera dos corrientes monetarias: los cobros y los pagos. Los cobros representan los ingresos anuales derivados de la actividad. Los pagos, por el contrario, son los desembolsos que es necesario efectuar para que aquella funcione.

Tanto uno como otros pueden clasificarse en: Ordinarios y Extraordinarios.

Por flujo de caja se entiende la diferencia anual entre los cobros y los pagos.

$$F_i = (CO_i + CE_i) - (PO_i + PE_i)$$

Siendo:

- F_i : Flujos de caja para el año i .
- CO_i : Cobros ordinarios del año i .
- CE_i : Cobros extraordinarios del año i .
- PO_i : Pagos ordinarios del año i .
- PE_i : Pagos extraordinarios del año i .

Los cobros y los pagos ordinarios y extraordinarios se pueden obtener de la misma forma que se estableció en el Análisis Económico Estático, con la excepción de que no hay que considerar las amortizaciones.

En este caso no existen ni cobros ni pago extraordinarios.

En la tabla 2 se muestra el flujo de caja del proyecto:

Tabla 2 Flujo de caja

Año	CO	CE	PO	PE	F_i
0	0		-571294,23		-571294,23
1	33000,00		9308,28		23691,72
2	66000,00		9308,28		56691,72
3	66000,00		9308,28		56691,72
4	66000,00		9308,28		56691,72
5	66000,00		9308,28		56691,72
6	66000,00		9308,28		56691,72
7	66000,00		9308,28		56691,72
8	66000,00		9308,28		56691,72
9	66000,00		9308,28		56691,72

10	66000,00		9308,28		56691,72
11	66000,00		9308,28		56691,72
12	66000,00		9308,28		56691,72
13	66000,00		9308,28		56691,72
14	66000,00		9308,28		56691,72
15	66000,00		9308,28		56691,72

3.2. Efecto del tiempo sobre el valor del dinero

El tiempo juega un indudable papel en el valor del dinero. Efectivamente, no es lo mismo recibir una misma cantidad de dinero en el momento presente que dentro de un año, aunque se tenga absoluta certeza que no se producirá ninguna depreciación de su valor. Esto es equivalente a decir que es equivalente percibir ahora una cantidad que percibir dentro de un año una cantidad superior.

Así pues, pasaremos de hablar de flujo de caja a flujo de caja actualizado, calculable a partir de la siguiente expresión:

$$F_i' = \frac{F_i}{(1+r)^i}$$

Donde:

- F_i' : Flujo de caja del año i actualizado al final del año 0.
- F_i : Flujo de caja del año i .
- r : Tasa de actualización, 3%

Ahora ya estamos en disponibilidad de calcular los índices financieros que nos informarán acerca de la viabilidad y la rentabilidad de una inversión.

En la tabla 3 aparece el flujo de caja actualizado y el pago de inversión actualizado:

Tabla 3 Flujo de caja actualizado y pago de inversión actualizado

Año	F_i	F'	K	K'
1	23691,72	23001,67	38086,28	36976,97
2	56691,72	53437,38	38086,28	35899,97
3	56691,72	51880,96	38086,28	34854,34
4	56691,72	50369,86	38086,28	33839,17
5	56691,72	48902,78	38086,28	32853,56
6	56691,72	47478,42	38086,28	31896,66
7	56691,72	46095,56	38086,28	30967,63
8	56691,72	44752,97	38086,28	30065,66
9	56691,72	43449,48	38086,28	29189,96
10	56691,72	42183,96	38086,28	28339,77
11	56691,72	40955,31	38086,28	27514,34
12	56691,72	39762,43	38086,28	26712,95
13	56691,72	38604,30	38086,28	25934,90
14	56691,72	37479,91	38086,28	25179,52
15	56691,72	36388,26	38086,28	24446,14

3.3. Índices financieros

3.3.1. Valor actual neto (VAN)

Es la suma de los flujos de caja actualizados generados por el proyecto a lo largo de su vida útil menos el pago de la inversión. Se trata, por tanto, una estimación del beneficio global que genera la actividad.

En el caso de este proyecto el pago de la inversión es fraccionado. Por tanto, la fórmula a utilizar es:

$$VAN = \sum_{i=1}^n \frac{Fi}{(1+r)^i} - \sum_{i=1}^m \frac{Ki}{(1+r)^i} = 190071,69\text{€}$$

Donde:

- F_i : Flujo de caja del año i .
- r : Tasa de actualización, 3%.
- n : Vida del proyecto, 15 años.
- m : Número de años en los que se fracciona el pago de la inversión, 15 años.
- K_i : Pago de la inversión del año i .

Como el VAN es positivo, el proyecto es viable. Es decir, al final de la vida del proyecto, nos habrá generado beneficios.

3.3.2. Plazo de recuperación (PAY-BACK)

Se define como el año a partir del cual el proyecto comienza a generar beneficios.

La fórmula empleada es:

$$\sum_{i=1}^j \frac{Ri}{(1+r)^i} - \sum_{i=1}^m \frac{Ki}{(1+r)^i} \geq 0$$

El tiempo de recuperación de este proyecto es de 13,01 años.

3.3.3. Relación beneficio inversión (VAN/K)

Este índice representa la ganancia neta obtenida por cada unidad monetaria invertida. Es una estimación de la rentabilidad relativa global del proyecto.

La relación beneficio-inversión del proyecto es 0,42 por lo que el proyecto es viable.

3.3.4. Tasa interna de rendimiento (TIR)

Se trata del auténtico indicador de la rentabilidad de una inversión. Representa el tipo de interés ficticio con el que el proyecto, considerado como “ente financiero”, nos devuelve el pago de la inversión (K_i), en forma de flujos de caja (F_i), a lo largo de la vida útil del mismo.

$$\sum_{i=1}^n \frac{Fi}{(1+\lambda)^i} = \sum_{i=1}^m \frac{Ki}{(1+\lambda)^i}$$

Siendo λ la Tasa Interna de Rendimiento (TIR).

Esta fórmula solo es útil en caso del flujo de caja positivo se reinvierte, en caso contrario la fórmula a emplear es:

$$\sum_{i=1}^n \frac{Fi \cdot (1+p)}{(1+\lambda c)^i} = \sum_{i=1}^m \frac{Ki}{(1+\lambda c)^i}$$

Siendo p la rentabilidad de los flujos de caja positivos y la financiación de los flujos de caja negativos.

El TIR es del 4,64%, por lo que es menor al tipo de interés (r) del 5%. Por ello no se debería tener en cuenta como una inversión viable económicamente. Sin embargo, la implementación de robots de ordeño automáticos presenta numerosos beneficios estratégicos y operativos que justifican plenamente su adopción. La inversión no solo proporcionaría mejoras significativas en la eficiencia y la productividad, sino que también posicionaría la explotación ganadera de manera favorable en un entorno competitivo en constante evolución.

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA
ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR D'ENGINYERIA AGRONÒMICA
I DEL MEDI NATURAL



ALUMNO/A: RUBÉN TRAVER ROJANO

DOCUMENTO 3: PLANOS



Escala: 1:100000



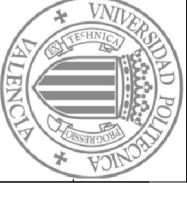
Escala: 1:10000



Escala: 1:1000

Título del proyecto: Proyecto de adaptación de una granja de vacuno de leche a un sistema de ordeño robotizado

Promotor del proyecto: Universidad Politécnica de Valencia



Projectista: Rubén Traver Rojano

Emplazamiento: Albal

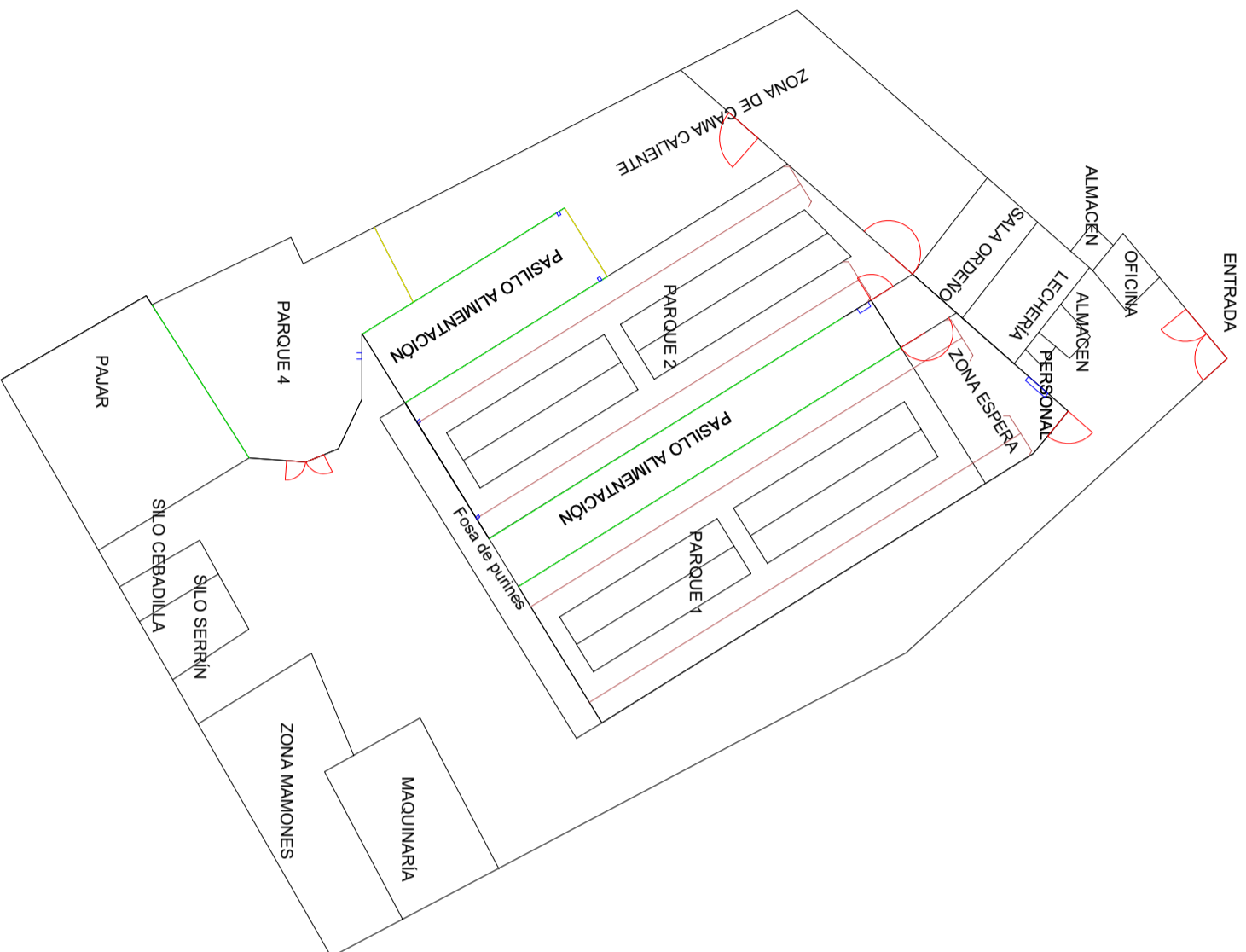
Título del plano: Emplazamiento

Nº plano: 1

Firma:

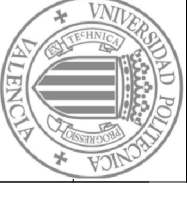
Escala: Varios

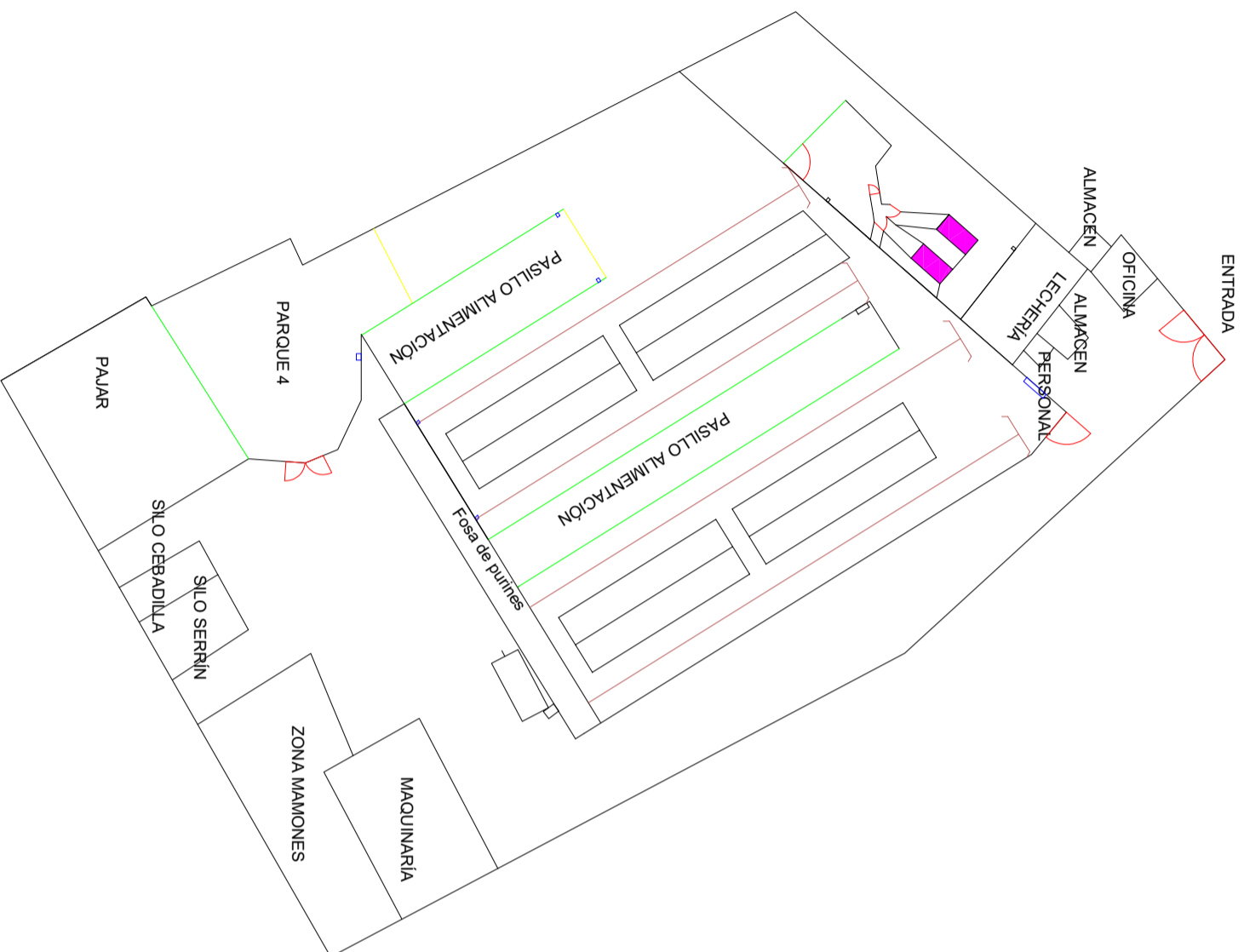
Fecha: 17/06/2024








LEYENDA	
	Bebederos
	Comederos
	Arrobaderas
	Pastor eléctrico
	Puerta
	Cubículos

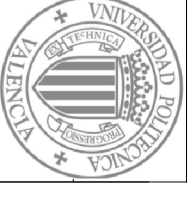
Título del proyecto: Proyecto de adaptación de una granja de vacuno de leche a un sistema de ordeño robotizado	
Promotor del proyecto: Universidad Politécnica de Valencia	
Proyectista: Rubén Traver Rojano	
Emplazamiento: Albal	
Título del plano: Explotación actual	
Nº plano: 2	Firma:
Escala: 1:500	
Fecha: 17/06/2024	



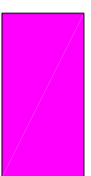




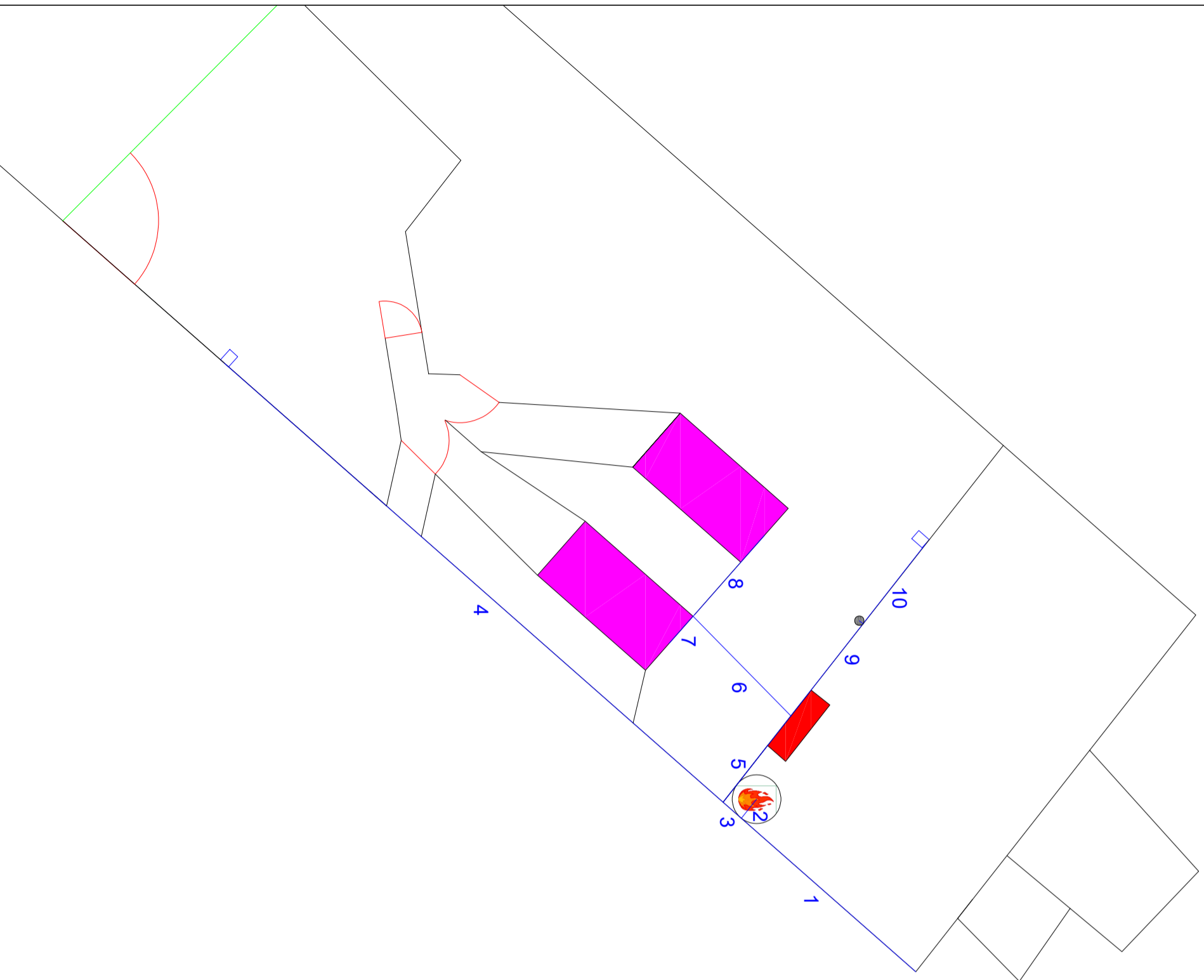



LEYENDA	
	Bebederos
	Comederos
	Arrobaderas
	Pastor eléctrico
	Puerta
	Cubículos
	Robot de ordeño

Título del proyecto: Proyecto de adaptación de una granja de vacuno de leche a un sistema de ordeño robotizado	
Promotor del proyecto: Universidad Politécnica de Valencia	
Proyectista: Rubén Traver Rojano	
Emplazamiento: Albal	
Título del plano: Explotación nueva	
Nº plano: 3	Firma:
Escala: 1:500	
Fecha: 17/06/2024	

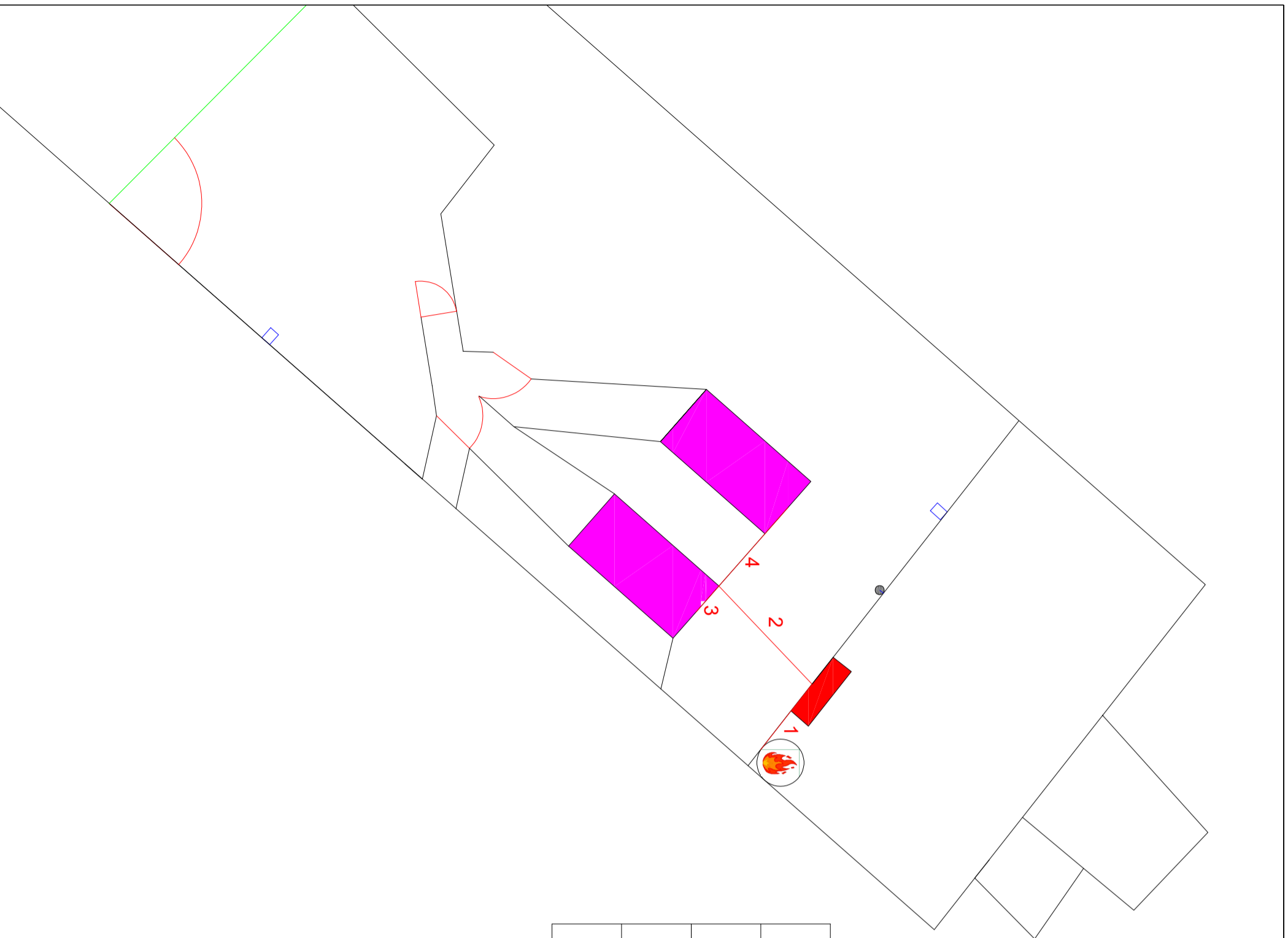




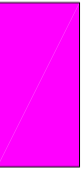
LEYENDA	
	Termo eléctrico
	Armario productos
	Robot de ordeño
	Bebedero
	Toma de agua



Título del proyecto: Proyecto de adaptación de una granja de vacuno de leche a un sistema de ordeño robotizado	
Promotor del proyecto: Universidad Politécnica de Valencia	
Proyectista: Rubén Traver Rojano	
Emplazamiento: Albal	
Título del plano: Instalación agua fría	
Nº plano: 4	Firma:
Escala: 1:100	
Fecha: 17/06/2024	





LEYENDA	
	Termo eléctrico
	Armario productos
	Robot de ordeño

Título del proyecto: Proyecto de adaptación de una granja de vacuno de leche a un sistema de ordeño robotizado

Promotor del proyecto: Universidad Politécnica de Valencia



Projectista: Rubén Traver Rojano

Emplazamiento: Albal














Título del plano: Instalación agua caliente

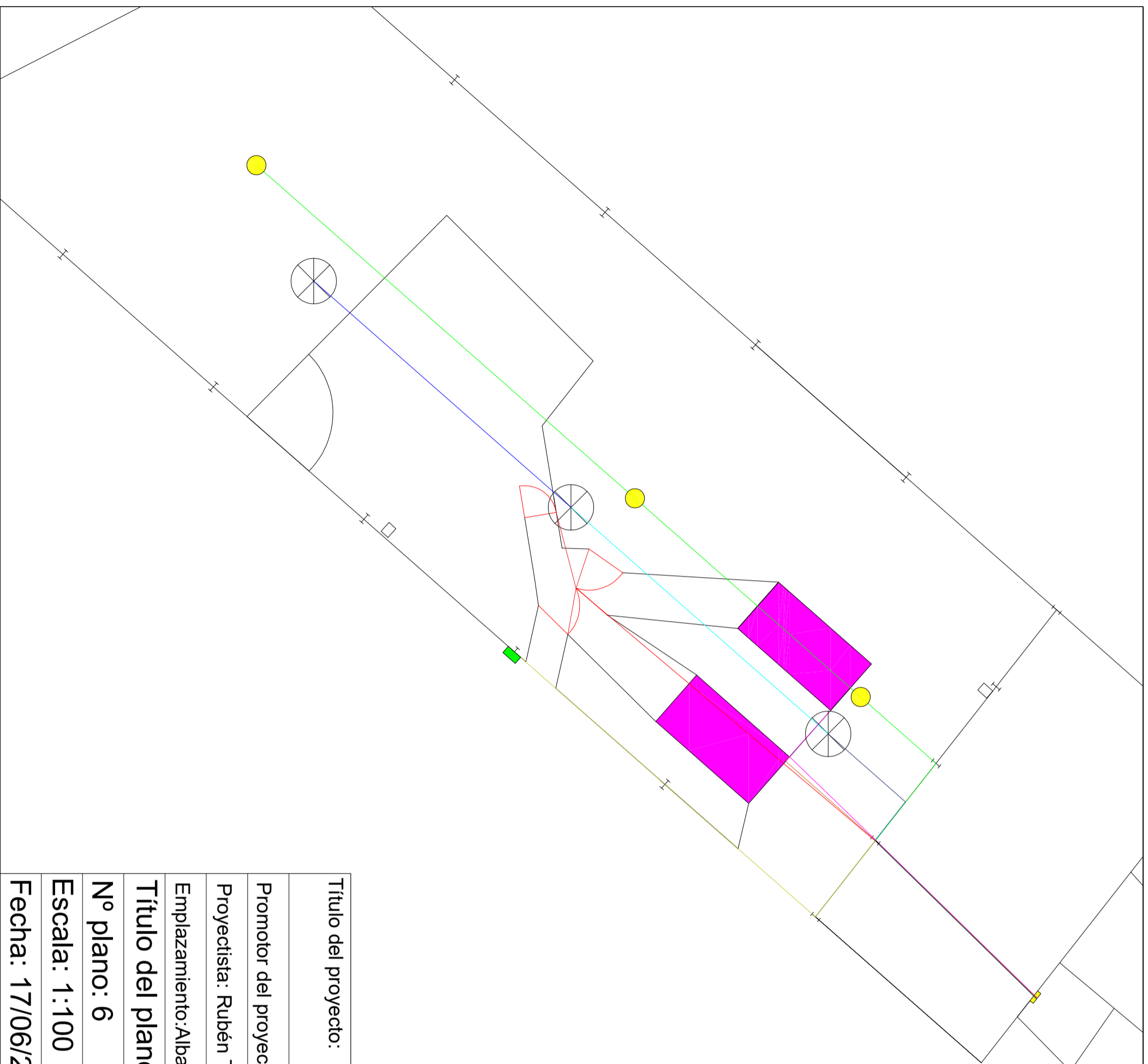
Nº plano: 5

Firma:

Escala: 1:100

Fecha: 17/06/2024

LEYENDA	
	CGP
	Línea 1
	Línea 2
	Línea 3
	Línea 4
	Línea 5
	Línea 6
	Línea 7
	Línea 8
	Puerta automáticas
	Ventilador
	Robot de ordeño
	Lámparas LED



Título del proyecto: Proyecto de adaptación de una granja de vacuno de leche a un sistema de ordeño robotizado

Promotor del proyecto: Universidad Politécnica de Valencia



Proyectista: Rubén Traver Rojano

Emplazamiento: Albal

Título del plano: Instalación eléctrica

Nº plano: 6

Firma:

Escala: 1:100

Fecha: 17/06/2024

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA
ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR D'ENGINYERIA AGRONÒMICA
I DEL MEDI NATURAL



ALUMNO/A: RUBÉN TRAVER ROJANO

DOCUMENTO 4: PRESUPUESTO

Presupuesto.

- Cuadro de Precios Unitarios. MO, MT, MQ.
- Cuadro de Precios Auxiliares y Descompuestos.
- Cuadro de Precios nº1. En Letra.
- Cuadro de Precios nº2. MO, MT, MQ, RESTOS DE OBRA, COSTES INDIRECTOS.
- Presupuesto con Medición Detallada. Por capítulos.
- Resumen de Presupuesto. PEM, PEC, PCA.

Cuadro de mano de obra

Nº	Designación	Importe		
		Precio (Euros)	Cantidad (Horas)	Total (Euros)
1	Oficial 1ª electricista.	19,560	40,219 h	787,19
2	Oficial 1ª fontanero.	19,560	16,491 h	322,43
3	Oficial 1ª construcción.	19,030	25,285 h	481,02
4	Oficial 1ª ferrallista.	19,810	1,452 h	29,04
5	Oficial 1ª estructurista, en trabajos de puesta en obra del hormigón.	19,810	3,630 h	71,94
6	Oficial 1ª montador de estructura prefabricada de hormigón.	19,810	101,400 h	2.008,80
7	Oficial 1ª montador de estructura metálica.	19,810	397,000 h	7.864,00
8	Ayudante construcción.	18,050	12,300 h	222,00
9	Ayudante ferrallista.	18,780	2,178 h	40,92
10	Ayudante estructurista, en trabajos de puesta en obra del hormigón.	18,780	21,780 h	409,20
11	Ayudante montador de estructura prefabricada de hormigón.	18,780	101,400 h	1.904,40
12	Ayudante montador de estructura metálica.	18,780	272,900 h	5.106,20
13	Ayudante electricista.	18,010	21,723 h	391,19
14	Ayudante fontanero.	18,010	15,691 h	282,83
15	Peón especializado construcción.	18,120	27,000 h	489,00
16	Peón ordinario construcción.	17,820	25,285 h	450,24
			Importe total:	20.860,40

Cuadro de materiales

Nº	Designación	Importe		
		Precio (Euros)	Cantidad Empleada	Total (Euros)
1	Arena de 0 a 5 mm de diámetro.	12,380	1,781 m³	21,99
2	Ferralla elaborada en taller industrial con acero en barras corrugadas, UNE-EN 10080 B 400 S, de varios diámetros.	1,620	758,600 kg	1.229,00
3	Separador homologado para cimentaciones.	0,150	528,000 Ud	79,20
4	Separador homologado para soleras.	0,050	600,000 Ud	30,00
5	Acero laminado UNE-EN 10025 S275JR, en perfiles laminados en caliente, piezas simples, para aplicaciones estructurales, de las series IPN, IPE, HEB, HEA, HEM o UPN, acabado con imprimación antioxidante. Trabajado y montado en taller, para colocar con uniones soldadas en obra.	1,480	5.700,000 kg	8.436,00
6	Pletina de acero laminado UNE-EN 10025 S275JR, para aplicaciones estructurales. Trabajada y montada en taller, para colocar con uniones atornilladas en obra.	2,290	542,600 kg	1.242,60
7	Acero laminado UNE-EN 10025 S275JR, para correa formada por pieza simple, de perfiles laminados en caliente de las series IPN, IPE, HEB, HEA, HEM y UPN, acabado con imprimación antioxidante, trabajado en taller, para colocar en obra mediante soldadura.	1,330	7.300,000 kg	9.709,00
8	Malla electrosoldada ME 20x20 Ø 5-5 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080.	1,540	360,000 m²	555,00
9	Muro de doble cara, prefabricado, de hormigón, de 20 cm de espesor, compuesto por dos placas de hormigón de 5 cm de espesor cada una, con caras vistas de color gris, con textura lisa, separadas entre sí por celosías metálicas, con inclusión o delimitación de huecos, para alturas hasta 3 m y longitudes máximas de 8,50 m, según UNE-EN 14992.	51,000	120,000 m²	6.120,00
10	Juego de arandelas, tuerca y contratuerca, para perno de anclaje de 20 mm de diámetro.	1,580	80,000 Ud	126,40
11	Alambre galvanizado para atar, de 1,30 mm de diámetro.	1,130	2,640 kg	3,30
12	Mortero autonivelante expansivo, de dos componentes, a base de cemento mejorado con resinas sintéticas.	0,980	207,360 kg	203,20
13	Hormigón HA-25/B/20/IIa, fabricado en central.	78,430	116,700 m³	9.154,62
14	Líquido limpiador para pegado mediante adhesivo de tubos y accesorios de PVC.	17,370	0,070 l	1,20
15	Adhesivo para tubos y accesorios de PVC.	24,060	0,040 l	1,00
16	Panel rígido de poliestireno expandido, según UNE-EN 13163, mecanizado lateral recto, de 30 mm de espesor, resistencia térmica 0,8 m²K/W, conductividad térmica 0,036 W/(mK), para junta de dilatación.	2,090	15,000 m²	30,00
17	Marco y puerta metálica con cerradura o candado, con grado de protección IK10 según UNE-EN 50102, protegidos de la corrosión y normalizados por la empresa suministradora, para caja general de protección.	113,700	1,000 Ud	113,70
18	Imprimación de secado rápido, formulada con resinas alquídicas modificadas y fosfato de zinc.	5,120	27,120 l	138,80
19	Doble interruptor unipolar (1P) para empotrar, gama básica, intensidad asignada 10 AX, tensión asignada 250 V, según EN 60669.	7,970	1,000 Ud	7,97
20	Tecla doble para doble interruptor/doble conmutador, gama básica, de color blanco.	2,600	1,000 Ud	2,60
21	Base de toma de corriente con contacto de tierra (2P+T), tipo Schuko, para empotrar, gama básica, intensidad asignada 16 A, tensión asignada 250 V.	2,940	3,000 Ud	8,82

Cuadro de materiales

Nº	Designación	Importe		
		Precio (Euros)	Cantidad Empleada	Total (Euros)
22	Tapa para base de toma de corriente con contacto de tierra (2P+T), tipo Schuko, gama básica, de color blanco.	2,140	3,000 Ud	6,42
23	Marco embellecedor para 1 elemento, gama básica, de color blanco.	2,090	4,000 Ud	8,36
24	Fusible de cuchillas, tipo gG, intensidad nominal 250 A, poder de corte 120 kA, tamaño T2, según UNE-EN 60269-1.	16,400	3,000 Ud	49,20
25	Caja general de protección, equipada con bornes de conexión, bases unipolares cerradas previstas para colocar fusibles de intensidad máxima 250 A, esquema 8, para protección de la línea general de alimentación, formada por una envolvente aislante, precintable y autoventilada, según UNE-EN 60439-1, grado de inflamabilidad según se indica en UNE-EN 60439-3, con grados de protección IP43 según UNE 20324 e IK08 según UNE-EN 50102.	287,400	1,000 Ud	287,40
26	Tubo de PVC liso, serie B, de 110 mm de diámetro exterior y 3,2 mm de espesor, según UNE-EN 1329-1.	3,980	3,000 m	11,94
27	Tubo de PVC liso, serie B, de 160 mm de diámetro exterior y 3,2 mm de espesor, según UNE-EN 1329-1.	5,810	3,000 m	17,43
28	Cable unipolar ES07Z1-K (AS), siendo su tensión asignada de 450/750 V, reacción al fuego clase Cca-slb,d1,al según UNE-EN 50575, con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 1,5 mm ² de sección, con aislamiento de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1). Según UNE 211025.	0,440	107,100 m	47,12
29	Cable unipolar ES07Z1-K (AS), siendo su tensión asignada de 450/750 V, reacción al fuego clase Cca-slb,d1,al según UNE-EN 50575, con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 2,5 mm ² de sección, con aislamiento de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1). Según UNE 211025.	0,660	11,900 m	7,85
30	Cable multipolar H07ZZ-F (AS), siendo su tensión asignada de 450/750 V, reacción al fuego clase Cca-slb,d1,al según UNE-EN 50575, con conductor de cobre clase 5 (-F) de 3G2,5 mm ² de sección, con aislamiento de compuesto reticulado a base de poliolefina libre de halógenos (Z) y cubierta de compuesto reticulado a base de poliolefina libre de halógenos (Z). Según UNE-EN 50525-3-21.	4,710	32,100 m	151,19
31	Cable multipolar H07ZZ-F (AS), siendo su tensión asignada de 450/750 V, reacción al fuego clase Cca-slb,d1,al según UNE-EN 50575, con conductor de cobre clase 5 (-F) de 3G4 mm ² de sección, con aislamiento de compuesto reticulado a base de poliolefina libre de halógenos (Z) y cubierta de compuesto reticulado a base de poliolefina libre de halógenos (Z). Según UNE-EN 50525-3-21.	6,190	24,400 m	151,04
32	Arqueta de polipropileno para toma de tierra, de 300x300 mm, con tapa de registro.	78,970	1,000 Ud	78,97
33	Puente para comprobación de puesta a tierra de la instalación eléctrica.	49,090	1,000 Ud	49,09
34	Grapa abarcón para conexión de pica.	1,070	8,000 Ud	8,56
35	Conductor de cobre desnudo, de 35 mm ² .	3,000	132,000 m	396,00

Cuadro de materiales

Nº	Designación	Importe		
		Precio (Euros)	Cantidad Empleada	Total (Euros)
36	Electrodo para red de toma de tierra cobreado con 300 µm, fabricado en acero, de 15 mm de diámetro y 2 m de longitud.	19,210	4,000 Ud	76,84
37	Soldadura aluminotérmica del cable conductor a redondo.	4,410	20,000 Ud	88,20
38	Bandeja perforada de PVC, color gris RAL 7035, de 60x75 mm, resistencia al impacto 5 julios, propiedades eléctricas: aislante, no propagador de la llama, estable frente a los rayos UV y con buen comportamiento a la intemperie y frente a la acción de los agentes químicos, según UNE-EN 61537, suministrada en tramos de 3 m de longitud, para soporte y conducción de cables eléctricos.	9,810	100,000 m	981,00
39	Tapa de PVC, color gris RAL 7035, de 60x75 mm, suministrada en tramos de 3 m de longitud, para colocar a presión.	4,760	100,000 m	476,00
40	Pieza de unión entre tramos de bandeja, de PVC, color gris RAL 7035, de 60 mm de altura, incluso tornillos de PVC.	3,370	66,700 Ud	225,00
41	Soporte, de compuesto termoplástico libre de halógenos, color gris RAL 7038, de 150 mm de longitud, para instalar en la cubierta del edificio.	22,380	66,700 Ud	1.493,00
42	Material auxiliar para instalaciones eléctricas.	1,580	1,000 Ud	1,58
43	Material auxiliar para instalaciones de toma de tierra.	1,230	1,000 Ud	1,23
44	Canalón circular de PVC con óxido de titanio, de desarrollo 250 mm, color gris claro, unión pegada con adhesivo, según UNE-EN 607. Incluso soportes, esquinas, tapas, remates finales, piezas de conexión a bajantes y piezas especiales.	5,280	66,000 m	348,60
45	Tubo de PVC, serie B, de 90 mm de diámetro y 3,2 mm de espesor, según UNE-EN 1329-1, con el precio incrementado el 10% en concepto de accesorios y piezas especiales.	4,350	10,000 m	43,50
46	Material auxiliar para montaje y sujeción a la obra de las tuberías de PVC, serie B, de 90 mm de diámetro.	0,250	10,000 Ud	2,50
47	Tubo de polipropileno copolímero random (PP-R), serie 5, de 25 mm de diámetro exterior y 2,3 mm de espesor, según UNE-EN ISO 15874-2, con el precio incrementado el 10% en concepto de accesorios y piezas especiales.	1,840	20,450 m	37,63
48	Tubo de polipropileno copolímero random (PP-R), serie 5, de 32 mm de diámetro exterior y 2,9 mm de espesor, según UNE-EN ISO 15874-2, con el precio incrementado el 10% en concepto de accesorios y piezas especiales.	3,040	5,400 m	16,42
49	Tubo de polipropileno copolímero random (PP-R), serie 5, de 50 mm de diámetro exterior y 4,6 mm de espesor, según UNE-EN ISO 15874-2, con el precio incrementado el 10% en concepto de accesorios y piezas especiales.	7,320	2,790 m	20,42
50	Tubo de polipropileno copolímero random (PP-R), serie 5, de 63 mm de diámetro exterior y 5,8 mm de espesor, según UNE-EN ISO 15874-2, con el precio incrementado el 30% en concepto de accesorios y piezas especiales.	13,550	4,840 m	65,58
51	Material auxiliar para montaje y sujeción a la obra de las tuberías de polipropileno copolímero random (PP-R), serie 5, de 25 mm de diámetro exterior.	0,060	6,620 Ud	0,40

Cuadro de materiales

Nº	Designación	Importe		
		Precio (Euros)	Cantidad Empleada	Total (Euros)
52	Material auxiliar para montaje y sujeción a la obra de las tuberías de polipropileno copolímero random (PP-R), serie 5, de 32 mm de diámetro exterior.	0,120	2,490 Ud	0,30
53	Material auxiliar para montaje y sujeción a la obra de las tuberías de polipropileno copolímero random (PP-R), serie 5, de 50 mm de diámetro exterior.	0,280	2,790 Ud	0,78
54	Material auxiliar para montaje y sujeción a la obra de las tuberías de polipropileno copolímero random (PP-R), serie 5, de 63 mm de diámetro exterior.	0,430	4,840 Ud	2,08
55	Tubo de polipropileno copolímero random resistente a la temperatura (PP-RCT), de color verde, SDR7,4, serie 3,2, de 32 mm de diámetro exterior y 4,4 mm de espesor, según UNE-EN ISO 15874-2, con el precio incrementado el 10% en concepto de accesorios y piezas especiales.	6,050	7,710 m	46,65
56	Material auxiliar para montaje y sujeción a la obra de las tuberías de polipropileno copolímero random resistente a la temperatura (PP-RCT), SDR7,4, serie 3,2, de 32 mm de diámetro exterior.	0,280	4,800 Ud	1,34
57	Tablón de madera de pino, de 20x7,2 cm.	5,450	2,400 m	13,20
58	Puntal metálico telescópico, de hasta 3 m de altura.	16,580	1,560 Ud	26,40
			Importe total:	42.453,62

Cuadro de maquinaria

Nº	Designación	Importe		
		Precio (Euros)	Cantidad	Total (Euros)
1	Equipo para corte de juntas en soleras de hormigón.	9,630	25,200 h	243,00
2	Regla vibrante de 3 m.	4,730	25,800 h	123,00
3	Grúa autopropulsada de brazo telescópico con una capacidad de elevación de 30 t y 27 m de altura máxima de trabajo.	68,370	38,520 h	2.634,00
4	Equipo de oxicorte, con acetileno como combustible y oxígeno como comburente.	7,490	277,400 h	2.044,00
5	Equipo y elementos auxiliares para soldadura eléctrica.	3,250	91,200 h	285,00
			Importe total:	5.329,00

Cuadro de precios auxiliares

Cuadro de Precios Descompuestos

Nº	Código	Ud	Descripción	Total
1 Edificación				
1.1 Demolición				
1.1.1	DCE010	Ud	Demolición completa, por empuje mecánico, mediante maquinaria adecuada de edificio de 300 m² de superficie total, y carga mecánica sobre camión o contenedor, con una edificación colindante y/o medianera, compuesto por 1 planta sobre rasante con una altura edificada de 3,5 m. El edificio presenta una estructura de hormigón y su estado de conservación es normal, a la vista de los estudios previos realizados. La edificación colindante tiene una altura edificada sobre rasante de 3,5 m y su estado de conservación es normal.	
			Sin descomposición	14.417,000
		3,000 %	Costes indirectos	432,51
			Precio total redondeado por Ud	14.849,51
Son catorce mil ochocientos cuarenta y nueve Euros con cincuenta y un céntimos				
1.2 Preparación del terreno				
1.2.1	ANS010	m ²	Solera de hormigón armado de 10 cm de espesor, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central, y vertido desde camión, y malla electrosoldada ME 20x20 Ø 5-5 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080 como armadura de reparto, colocada sobre separadores homologados, extendido y vibrado manual mediante regla vibrante, sin tratamiento de su superficie; con juntas de retracción de 5 mm de espesor, mediante corte con disco de diamante. Incluso panel de poliestireno expandido de 3 cm de espesor, para la ejecución de juntas de dilatación.	
	mt07aco020e	2,000 Ud	Separador homologado para soleras.	0,050
	mt07ame010d	1,200 m ²	Malla electrosoldada ME 20x20 Ø 5-5 B...	1,540
	mt10haf010...	0,105 m ³	Hormigón HA-25/B/20/IIa, fabricado en ...	78,430
	mt16pea020c	0,050 m ²	Panel rígido de poliestireno expandido, ...	2,090
	mq06vib020	0,086 h	Regla vibrante de 3 m.	4,730
	mq06cor020	0,084 h	Equipo para corte de juntas en soleras ...	9,630
	mo112	0,090 h	Peón especializado construcción.	18,120
	mo020	0,082 h	Oficial 1ª construcción.	19,030
	mo113	0,082 h	Peón ordinario construcción.	17,820
	mo077	0,041 h	Ayudante construcción.	18,050
	%	2,000 %	Costes directos complementarios	16,900
		3,000 %	Costes indirectos	17,240
			Precio total redondeado por m²	17,76
Son diecisiete Euros con setenta y seis céntimos				
1.3 Cimentación				
1.3.1	CSZ010	m ³	Zapata de cimentación de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central, y vertido desde camión, y acero UNE-EN 10080 B 400 S, con una cuantía aproximada de 10 kg/m³. Incluso armaduras de espera del pilar, alambre de atar, y separadores.	
	mt07aco020a	8,000 Ud	Separador homologado para cimentacio...	0,150
	mt07aco010a	10,000 kg	Ferralla elaborada en taller industrial co...	1,620
	mt08var050	0,040 kg	Alambre galvanizado para atar, de 1,30 ...	1,130
	mt10haf010...	1,100 m ³	Hormigón HA-25/B/20/IIa, fabricado en ...	78,430
	mo043	0,022 h	Oficial 1ª ferrallista.	19,810
	mo090	0,033 h	Ayudante ferrallista.	18,780
	mo045	0,055 h	Oficial 1ª estructurista, en trabajos de p...	19,810
	mo092	0,330 h	Ayudante estructurista, en trabajos de p...	18,780
	%	2,000 %	Costes directos complementarios	112,070
		3,000 %	Costes indirectos	114,310
			Precio total redondeado por m³	117,74
Son ciento diecisiete Euros con setenta y cuatro céntimos				
1.4 Estructura				
1.4.1 Pilares				

Cuadro de Precios Descompuestos

Nº	Código	Ud	Descripción	Total
1.4.1.1	EAS006	Ud	Placa de anclaje de acero UNE-EN 10025 S275JR en perfil plano, con taladro central, de 540x320 mm y espesor 20 mm, y montaje sobre 4 pernos de acero corrugado UNE-EN 10080 B 400 S de 20 mm de diámetro y 50 cm de longitud total, embutidos en el hormigón fresco, y atornillados con arandelas, tuerca y contratuerca una vez endurecido el hormigón del cimiento. Incluso mortero autonivelante expansivo para relleno del espacio resultante entre el hormigón endurecido y la placa y protección anticorrosiva aplicada a las tuercas y extremos de los pernos.	
	mt07ala011l	27,130 kg	Pletina de acero laminado UNE-EN 100...	2,290
	mt07aco010a	4,930 kg	Ferralla elaborada en taller industrial co...	1,620
	mt07www040c	4,000 Ud	Juego de arandelas, tuerca y contratuer...	1,580
	mt09moa015	10,368 kg	Mortero autonivelante expansivo, de do...	0,980
	mt27pfi010	1,356 l	Imprimación de secado rápido, formula...	5,120
	mo047	0,770 h	Oficial 1ª montador de estructura metáli...	19,810
	mo094	0,770 h	Ayudante montador de estructura metáli...	18,780
	%	2,000 %	Costes directos complementarios	123,250
		3,000 %	Costes indirectos	125,720
Precio total redondeado por Ud				129,49

Son ciento veintinueve Euros con cuarenta y nueve céntimos

1.4.1.2	EAS010	kg	Acero UNE-EN 10025 S275JR, en pilares formados por piezas simples de perfiles laminados en caliente de las series IPN, IPE, HEB, HEA, HEM o UPN, acabado con imprimación antioxidante, colocado con uniones soldadas en obra, a una altura de más de 3 m.	
	mt07ala010...	1,000 kg	Acero laminado UNE-EN 10025 S275J...	1,480
	mq08sol020	0,016 h	Equipo y elementos auxiliares para sold...	3,250
	mo047	0,017 h	Oficial 1ª montador de estructura metáli...	19,810
	mo094	0,017 h	Ayudante montador de estructura metáli...	18,780
	%	2,000 %	Costes directos complementarios	2,190
		3,000 %	Costes indirectos	2,230
Precio total redondeado por kg				2,30

Son dos Euros con treinta céntimos

1.4.2 Muro hormigón prefabricado

1.4.2.1	EPM010	m²	Muro de doble cara, prefabricado, de hormigón, de 20 cm de espesor, compuesto por dos placas de hormigón de 5 cm de espesor cada una, con caras vistas de color gris, con textura lisa, separadas entre sí por celosías metálicas, con inclusión o delimitación de huecos, para alturas hasta 3 m y longitudes máximas de 8,50 m, hormigonado de su núcleo central con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central, y vertido con cubilote; apuntalamiento y desapuntalamiento del muro, una vez haya alcanzado el hormigón la resistencia adecuada.	
	mt07pha100a	1,000 m²	Muro de doble cara, prefabricado, de ho...	51,000
	mt10haf010...	0,105 m³	Hormigón HA-25/B/20/IIa, fabricado en ...	78,430
	mt50spa052b	0,020 m	Tablón de madera de pino, de 20x7,2 cm.	5,450
	mt50spa081a	0,013 Ud	Puntal metálico telescópico, de hasta 3 ...	16,580
	mq07gte010c	0,321 h	Grúa autopropulsada de brazo telescópi...	68,370
	mo046	0,845 h	Oficial 1ª montador de estructura prefab...	19,810
	mo093	0,845 h	Ayudante montador de estructura prefa...	18,780
	%	2,000 %	Costes directos complementarios	114,130
		3,000 %	Costes indirectos	116,410
Precio total redondeado por m²				119,90

Son ciento diecinueve Euros con noventa céntimos

1.4.3 Cubierta

Cuadro de Precios Descompuestos

Nº	Código	Ud	Descripción	Total
1.4.3.1	EAT030	kg	Acero UNE-EN 10025 S275JR, en correas metálicas formadas por piezas simples de perfiles laminados en caliente de las series IPN, IPE, HEB, HEA, HEM o UPN, acabado con imprimación antioxidante, fijadas a las cerchas con uniones soldadas en obra.	
	mt07ala245a	1,000 kg	Acero laminado UNE-EN 10025 S275J...	1,330
	mq08sol010	0,038 h	Equipo de oxicorte, con acetileno como ...	7,490
	mo047	0,039 h	Oficial 1ª montador de estructura metáli...	19,810
	mo094	0,022 h	Ayudante montador de estructura metáli...	18,780
	%	2,000 %	Costes directos complementarios	2,790
		3,000 %	Costes indirectos	2,850
			Precio total redondeado por kg	2,94
			Son dos Euros con noventa y cuatro céntimos	
1.4.3.2	San	m2	Panel sandwich para cubierta empleado como material aislante	
			Sin descomposición	38,835
		3,000 %	Costes indirectos	1,17
			Precio total redondeado por m2	40,00
			Son cuarenta Euros	
			1.5 Instalaciones	
			1.5.1 Instalación Eléctrica	
1.5.1.1	IEP010	Ud	Red de toma de tierra para estructura de hormigón del edificio con 132 m de conductor de cobre desnudo de 35 mm², y 4 picas.	
	mt35ttc010b	132,000 m	Conductor de cobre desnudo, de 35 mm².	3,000
	mt35tte010b	4,000 Ud	Electrodo para red de toma de tierra co...	19,210
	mt35tta040	8,000 Ud	Grapa abarcón para conexión de pica.	1,070
	mt35tts010b	20,000 Ud	Soldadura aluminotérmica del cable con...	4,410
	mt35tta010	1,000 Ud	Arqueta de polipropileno para toma de ti...	78,970
	mt35tta030	1,000 Ud	Puente para comprobación de puesta a ...	49,090
	mt35www020	1,000 Ud	Material auxiliar para instalaciones de to...	1,230
	mo003	4,610 h	Oficial 1ª electricista.	19,560
	mo102	4,610 h	Ayudante electricista.	18,010
	%	2,000 %	Costes directos complementarios	872,090
		3,000 %	Costes indirectos	889,530
			Precio total redondeado por Ud	916,22
			Son novecientos dieciseis Euros con veintidos céntimos	
1.5.1.2	IEO040	m	Bandeja perforada de PVC, color gris RAL 7035, de 60x75 mm, resistencia al impacto 5 julios, propiedades eléctricas: aislante, no propagador de la llama, estable frente a los rayos UV y con buen comportamiento a la intemperie y frente a la acción de los agentes químicos, con 1 compartimento y tapa de PVC, color gris RAL 7035, con soporte, de compuesto termoplástico libre de halógenos, color gris RAL 7038, de 150 mm de longitud.	
	mt35une001a	1,000 m	Bandeja perforada de PVC, color gris R...	9,810
	mt35une006a	0,667 Ud	Pieza de unión entre tramos de bandeja...	3,370
	mt35une003a	1,000 m	Tapa de PVC, color gris RAL 7035, de ...	4,760
	mt35une069a	0,667 Ud	Soporte, de compuesto termoplástico li...	22,380
	mo003	0,322 h	Oficial 1ª electricista.	19,560
	mo102	0,145 h	Ayudante electricista.	18,010
	%	2,000 %	Costes directos complementarios	40,660
		3,000 %	Costes indirectos	41,470
			Precio total redondeado por m	42,71
			Son cuarenta y dos Euros con setenta y un céntimos	

Cuadro de Precios Descompuestos

Nº	Código	Ud	Descripción	Total
1.5.1.3	IEH010	m	Cable unipolar ES07Z1-K (AS), reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 1,5 mm² de sección, con aislamiento de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1). Incluso accesorios y elementos de sujeción.	
	mt35cun020a	1,000 m	Cable unipolar ES07Z1-K (AS), siendo ...	0,440
	mo003	0,010 h	Oficial 1ª electricista.	19,560
	mo102	0,010 h	Ayudante electricista.	18,010
	%	2,000 %	Costes directos complementarios	0,820
		3,000 %	Costes indirectos	0,840
			Precio total redondeado por m	0,87
			Son ochenta y siete céntimos	
1.5.1.4	IEH010b	m	Cable unipolar ES07Z1-K (AS), reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 2,5 mm² de sección, con aislamiento de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1). Incluso accesorios y elementos de sujeción.	
	mt35cun020b	1,000 m	Cable unipolar ES07Z1-K (AS), siendo ...	0,660
	mo003	0,010 h	Oficial 1ª electricista.	19,560
	mo102	0,010 h	Ayudante electricista.	18,010
	%	2,000 %	Costes directos complementarios	1,040
		3,000 %	Costes indirectos	1,060
			Precio total redondeado por m	1,09
			Son un Euro con nueve céntimos	
1.5.1.5	IEH010d	m	Cable multipolar H07ZZ-F (AS), siendo su tensión asignada de 450/750 V, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductor de cobre clase 5 (-F) de 3G2,5 mm² de sección, con aislamiento de compuesto reticulado a base de poliolefina libre de halógenos (Z) y cubierta de compuesto reticulado a base de poliolefina libre de halógenos (Z). Incluso accesorios y elementos de sujeción.	
	mt35cun090d	1,000 m	Cable multipolar H07ZZ-F (AS), siendo ...	4,710
	mo003	0,016 h	Oficial 1ª electricista.	19,560
	mo102	0,016 h	Ayudante electricista.	18,010
	%	2,000 %	Costes directos complementarios	5,310
		3,000 %	Costes indirectos	5,420
			Precio total redondeado por m	5,58
			Son cinco Euros con cincuenta y ocho céntimos	
1.5.1.6	IEH010c	m	Cable multipolar H07ZZ-F (AS), siendo su tensión asignada de 450/750 V, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductor de cobre clase 5 (-F) de 3G4 mm² de sección, con aislamiento de compuesto reticulado a base de poliolefina libre de halógenos (Z) y cubierta de compuesto reticulado a base de poliolefina libre de halógenos (Z). Incluso accesorios y elementos de sujeción.	
	mt35cun090e	1,000 m	Cable multipolar H07ZZ-F (AS), siendo ...	6,190
	mo003	0,016 h	Oficial 1ª electricista.	19,560
	mo102	0,016 h	Ayudante electricista.	18,010
	%	2,000 %	Costes directos complementarios	6,790
		3,000 %	Costes indirectos	6,930
			Precio total redondeado por m	7,14
			Son siete Euros con catorce céntimos	
1.5.1.7	IL	Ud	Laprra de techo led de 20000 lumen y 200 W. Diametro 470 mm y altura 275mm. Angulo de luz de 120º.	
			Sin descomposición	87,330
		3,000 %	Costes indirectos	2,62
			Precio total redondeado por Ud	89,95
			Son ochenta y nueve Euros con noventa y cinco céntimos	

Cuadro de Precios Descompuestos

Nº	Código	Ud	Descripción	Total
1.5.1.8	VEN	Ud	Ventilador de DeLaval modelo DDF 1200P con una potencia instalada de 1,2 kW.	
			Sin descomposición	1.000,000
		3,000 %	Costes indirectos	1.000,000 30,00
			Precio total redondeado por Ud	1.030,00
				Son mil treinta Euros
1.5.1.9	IEC020	Ud	Caja general de protección, equipada con bornes de conexión, bases unipolares cerradas previstas para colocar fusibles de intensidad máxima 250 A, esquema 8.	
	mt35cgp020fr	1,000 Ud	Caja general de protección, equipada c...	287,400 287,40
	mt35amc82...	3,000 Ud	Fusible de cuchillas, tipo gG, intensidad...	16,400 49,20
	mt35cgp040h	3,000 m	Tubo de PVC liso, serie B, de 160 mm ...	5,810 17,43
	mt35cgp040f	3,000 m	Tubo de PVC liso, serie B, de 110 mm ...	3,980 11,94
	mt26cgp010	1,000 Ud	Marco y puerta metálica con cerradura ...	113,700 113,70
	mt35www010	1,000 Ud	Material auxiliar para instalaciones eléct...	1,580 1,58
	mo020	0,312 h	Oficial 1ª construcción.	19,030 5,94
	mo113	0,312 h	Peón ordinario construcción.	17,820 5,56
	mo003	0,519 h	Oficial 1ª electricista.	19,560 10,15
	mo102	0,519 h	Ayudante electricista.	18,010 9,35
	%	2,000 %	Costes directos complementarios	512,250 10,25
		3,000 %	Costes indirectos	522,500 15,68
			Precio total redondeado por Ud	538,18
				Son quinientos treinta y ocho Euros con dieciocho céntimos
1.5.1.10	IEM020	Ud	Doble interruptor unipolar (1P), gama básica, intensidad asignada 10 AX, tensión asignada 250 V, con tecla doble, de color blanco y marco embellecedor para 1 elemento, de color blanco. Instalación empotrada.	
	mt33gbg130a	1,000 Ud	Doble interruptor unipolar (1P) para em...	7,970 7,97
	mt33gbg135a	1,000 Ud	Tecla doble para doble interruptor/doble...	2,600 2,60
	mt33gbg950a	1,000 Ud	Marco embellecedor para 1 elemento, g...	2,090 2,09
	mo003	0,199 h	Oficial 1ª electricista.	19,560 3,89
	%	2,000 %	Costes directos complementarios	16,550 0,33
		3,000 %	Costes indirectos	16,880 0,51
			Precio total redondeado por Ud	17,39
				Son diecisiete Euros con treinta y nueve céntimos
1.5.1.11	IEM060	Ud	Base de toma de corriente con contacto de tierra (2P+T), tipo Schuko, gama básica, intensidad asignada 16 A, tensión asignada 250 V, con tapa, de color blanco y marco embellecedor para 1 elemento, de color blanco. Instalación empotrada.	
	mt33gbg510a	1,000 Ud	Base de toma de corriente con contacto...	2,940 2,94
	mt33gbg515a	1,000 Ud	Tapa para base de toma de corriente co...	2,140 2,14
	mt33gbg950a	1,000 Ud	Marco embellecedor para 1 elemento, g...	2,090 2,09
	mo003	0,199 h	Oficial 1ª electricista.	19,560 3,89
	%	2,000 %	Costes directos complementarios	11,060 0,22
		3,000 %	Costes indirectos	11,280 0,34
			Precio total redondeado por Ud	11,62
				Son once Euros con sesenta y dos céntimos
1.5.1.12	BTTR	Ud	Base de toma de corriente trifasica	
			Sin descomposición	30,000
		3,000 %	Costes indirectos	30,000 0,90
			Precio total redondeado por Ud	30,90
				Son treinta Euros con noventa céntimos

1.5.2 Instalación Hidráulica

1.5.2.1 Agua Fria

Cuadro de Precios Descompuestos

Nº	Código	Ud	Descripción	Total
1.5.2.1.1	IFB006	m	Tubería para alimentación de agua potable, enterrada, formada por tubo de polipropileno copolímero random (PP-R), serie 5, de 25 mm de diámetro exterior y 2,3 mm de espesor, colocado sobre lecho de arena de 10 cm de espesor, en el fondo de la zanja previamente excavada, debidamente compactada y nivelada con pisón vibrante de guiado manual, relleno lateral compactando hasta los riñones y posterior relleno con la misma arena hasta 10 cm por encima de la generatriz superior de la tubería. Incluso accesorios y piezas especiales.	
	mt01ara010	0,090 m ³	Arena de 0 a 5 mm de diámetro.	12,380
	mt37toa110ac	1,000 m	Tubo de polipropileno copolímero rando...	1,840
	mo020	0,019 h	Oficial 1ª construcción.	19,030
	mo113	0,019 h	Peón ordinario construcción.	17,820
	mo008	0,062 h	Oficial 1ª fontanero.	19,560
	mo107	0,062 h	Ayudante fontanero.	18,010
	%	2,000 %	Costes directos complementarios	5,980
		3,000 %	Costes indirectos	6,100
			Precio total redondeado por m	6,28
			Son seis Euros con veintiocho céntimos	
1.5.2.1.2	IFB006b	m	Tubería para alimentación de agua potable, enterrada, formada por tubo de polipropileno copolímero random (PP-R), serie 5, de 32 mm de diámetro exterior y 2,9 mm de espesor, colocado sobre lecho de arena de 10 cm de espesor, en el fondo de la zanja previamente excavada, debidamente compactada y nivelada con pisón vibrante de guiado manual, relleno lateral compactando hasta los riñones y posterior relleno con la misma arena hasta 10 cm por encima de la generatriz superior de la tubería. Incluso accesorios y piezas especiales.	
	mt01ara010	0,092 m ³	Arena de 0 a 5 mm de diámetro.	12,380
	mt37toa110bc	1,000 m	Tubo de polipropileno copolímero rando...	3,040
	mo020	0,019 h	Oficial 1ª construcción.	19,030
	mo113	0,019 h	Peón ordinario construcción.	17,820
	mo008	0,062 h	Oficial 1ª fontanero.	19,560
	mo107	0,062 h	Ayudante fontanero.	18,010
	%	2,000 %	Costes directos complementarios	7,210
		3,000 %	Costes indirectos	7,350
			Precio total redondeado por m	7,57
			Son siete Euros con cincuenta y siete céntimos	
1.5.2.1.3	IFB005	m	Tubería para alimentación de agua potable, colocada superficialmente y fijada al paramento, formada por tubo de polipropileno copolímero random (PP-R), serie 5, de 25 mm de diámetro exterior y 2,3 mm de espesor. Incluso material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales.	
	mt37toa400a	1,000 Ud	Material auxiliar para montaje y sujeción...	0,060
	mt37toa110ac	1,000 m	Tubo de polipropileno copolímero rando...	1,840
	mo008	0,062 h	Oficial 1ª fontanero.	19,560
	mo107	0,062 h	Ayudante fontanero.	18,010
	%	2,000 %	Costes directos complementarios	4,230
		3,000 %	Costes indirectos	4,310
			Precio total redondeado por m	4,44
			Son cuatro Euros con cuarenta y cuatro céntimos	

Cuadro de Precios Descompuestos

Nº	Código	Ud	Descripción	Total
1.5.2.1.4	IFB005b	m	Tubería para alimentación de agua potable, colocada superficialmente y fijada al paramento, formada por tubo de polipropileno copolímero random (PP-R), serie 5, de 32 mm de diámetro exterior y 2,9 mm de espesor. Incluso material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales.	
	mt37toa400b	1,000 Ud	Material auxiliar para montaje y sujeción...	0,120
	mt37toa110bc	1,000 m	Tubo de polipropileno copolímero rando...	3,040
	mo008	0,062 h	Oficial 1ª fontanero.	19,560
	mo107	0,062 h	Ayudante fontanero.	18,010
	%	2,000 %	Costes directos complementarios	5,490
		3,000 %	Costes indirectos	5,600
			Precio total redondeado por m	5,77
			Son cinco Euros con setenta y siete céntimos	
1.5.2.1.5	IFB005c	m	Tubería para alimentación de agua potable, colocada superficialmente y fijada al paramento, formada por tubo de polipropileno copolímero random (PP-R), serie 5, de 50 mm de diámetro exterior y 4,6 mm de espesor. Incluso material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales.	
	mt37toa400d	1,000 Ud	Material auxiliar para montaje y sujeción...	0,280
	mt37toa110dc	1,000 m	Tubo de polipropileno copolímero rando...	7,320
	mo008	0,083 h	Oficial 1ª fontanero.	19,560
	mo107	0,083 h	Ayudante fontanero.	18,010
	%	2,000 %	Costes directos complementarios	10,710
		3,000 %	Costes indirectos	10,920
			Precio total redondeado por m	11,25
			Son once Euros con veinticinco céntimos	
1.5.2.1.6	IFB005d	m	Tubería para alimentación de agua potable, colocada superficialmente y fijada al paramento, formada por tubo de polipropileno copolímero random (PP-R), serie 5, de 63 mm de diámetro exterior y 5,8 mm de espesor. Incluso material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales.	
	mt37toa400e	1,000 Ud	Material auxiliar para montaje y sujeción...	0,430
	mt37toa110eg	1,000 m	Tubo de polipropileno copolímero rando...	13,550
	mo008	0,093 h	Oficial 1ª fontanero.	19,560
	mo107	0,093 h	Ayudante fontanero.	18,010
	%	2,000 %	Costes directos complementarios	17,470
		3,000 %	Costes indirectos	17,820
			Precio total redondeado por m	18,35
			Son dieciocho Euros con treinta y cinco céntimos	
1.5.2.2 Agua Caliente				
1.5.2.2.1	IFB006c	m	Tubería para alimentación de agua potable, enterrada, formada por tubo de polipropileno copolímero random resistente a la temperatura (PP-RCT), de color verde, SDR7,4, serie 3,2, de 32 mm de diámetro exterior y 4,4 mm de espesor, colocado sobre lecho de arena de 10 cm de espesor, en el fondo de la zanja previamente excavada, debidamente compactada y nivelada con pisón vibrante de guiado manual, relleno lateral compactando hasta los riñones y posterior relleno con la misma arena hasta 10 cm por encima de la generatriz superior de la tubería. Incluso accesorios y piezas especiales.	
	mt01ara010	0,092 m³	Arena de 0 a 5 mm de diámetro.	12,380
	mt37tpj014cc	1,000 m	Tubo de polipropileno copolímero rando...	6,050
	mo020	0,019 h	Oficial 1ª construcción.	19,030
	mo113	0,019 h	Peón ordinario construcción.	17,820
	mo008	0,062 h	Oficial 1ª fontanero.	19,560
	mo107	0,062 h	Ayudante fontanero.	18,010
	%	2,000 %	Costes directos complementarios	10,220
		3,000 %	Costes indirectos	10,420
			Precio total redondeado por m	10,73
			Son diez Euros con setenta y tres céntimos	

Cuadro de Precios Descompuestos

Nº	Código	Ud	Descripción	Total
1.5.2.2.2	IFB005e	m	Tubería para alimentación de agua potable, colocada superficialmente y fijada al paramento, formada por tubo de polipropileno copolímero random resistente a la temperatura (PP-RCT), de color verde, SDR7,4, serie 3,2, de 32 mm de diámetro exterior y 4,4 mm de espesor. Incluso material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales.	
	mt37tpj404c	1,000 Ud	Material auxiliar para montaje y sujeción...	0,280
	mt37tpj014cc	1,000 m	Tubo de polipropileno copolímero rando...	6,050
	mo008	0,062 h	Oficial 1ª fontanero.	19,560
	mo107	0,062 h	Ayudante fontanero.	18,010
	%	2,000 %	Costes directos complementarios	8,660
		3,000 %	Costes indirectos	8,830
			Precio total redondeado por m	9,09
			Son nueve Euros con nueve céntimos	
1.5.2.3 Aguas Pluviales				
1.5.2.3.1	ISC010	m	Canalón circular de PVC con óxido de titanio, de desarrollo 250 mm, color gris claro.	
	mt36cap010...	1,100 m	Canalón circular de PVC con óxido de ti...	5,280
	mo008	0,202 h	Oficial 1ª fontanero.	19,560
	mo107	0,202 h	Ayudante fontanero.	18,010
	%	2,000 %	Costes directos complementarios	13,400
		3,000 %	Costes indirectos	13,670
			Precio total redondeado por m	14,08
			Son catorce Euros con ocho céntimos	
1.5.2.3.2	ISB011	m	Bajante exterior de la red de evacuación de aguas residuales, formada por tubo de PVC, serie B, de 90 mm de diámetro y 3,2 mm de espesor; unión pegada con adhesivo. Incluso líquido limpiador, adhesivo para tubos y accesorios de PVC, material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales.	
	mt36tit400f	1,000 Ud	Material auxiliar para montaje y sujeción...	0,250
	mt36tit010fc	1,000 m	Tubo de PVC, serie B, de 90 mm de diá...	4,350
	mt11var009	0,007 l	Líquido limpiador para pegado mediant...	17,370
	mt11var010	0,004 l	Adhesivo para tubos y accesorios de P...	24,060
	mo008	0,161 h	Oficial 1ª fontanero.	19,560
	mo107	0,081 h	Ayudante fontanero.	18,010
	%	2,000 %	Costes directos complementarios	9,430
		3,000 %	Costes indirectos	9,620
			Precio total redondeado por m	9,91
			Son nueve Euros con noventa y un céntimos	

Cuadro de Precios Descompuestos

Nº	Código	Ud	Descripción	Total
2 Robots				
2.1	RO	Ud	Únicamente el robot sin complementos	
			Sin descomposición	200.000,000
		3,000 %	Costes indirectos	200.000,000 6.000,00
			Precio total redondeado por Ud	206.000,00
				Son doscientos seis mil Euros
2.2	AR	Ud	Se incluye el software, la instalación de limpieza y los extras contratados. Esto solo se paga una vez pero sirve para ambos robots	
			Sin descomposición	50.000,000
		3,000 %	Costes indirectos	50.000,000 1.500,00
			Precio total redondeado por Ud	51.500,00
				Son cincuenta y un mil quinientos Euros

Cuadro de Precios Descompuestos

Nº	Código	Ud	Descripción	Total
3 Material ganadero				
3.1	VA	Ud	<p>La G006-40 es una valla de alta calidad y resistencia diseñada específicamente para el ganado. Está fabricada con 7 tubos de 40Ø para brindar una mayor resistencia. Utiliza tubo galvanizado por inmersión en caliente, que es el mejor sistema para proteger el acero contra la corrosión. Todas las uniones de los tubos están realizadas mediante una máquina láser, lo que garantiza una unión sólida y duradera. La valla incorpora una varilla central que atraviesa todos los tubos, proporcionando mayor consistencia y estabilidad. En la parte superior, la unión se realiza mediante un sistema de cadena americano, mientras que en la parte inferior se utiliza una unión mediante pletina. Esta valla es extremadamente versátil y se puede utilizar para realizar trabajos de apriete y cercados en diversas situaciones. Combina durabilidad, resistencia y facilidad de uso para proporcionar una solución confiable en el manejo del ganado.</p> <p>Dimensiones: 2081,62 ancho * 1703,00 alto</p>	
		3,000 %	<p>Sin descomposición</p> <p>Costes indirectos</p>	<p>160,000</p> <p>4,80</p>
			Precio total redondeado por Ud	164,80
				Son ciento sesenta y cuatro Euros con ochenta céntimos
3.2	COR	Ud	<p>Para animales con poco cuerno. El animal se traba sólo al acceder a la comida. Se pueden soltar las vacas individual o colectivamente. Permite que cada animal coma la comida que le corresponde. No se pelean los animales por la comida. Favorece el bienestar animal. Está galvanizado por inmersión en caliente. Varios modelos de paneles. Incorpora plásticos que amortiguan el ruido. Marco en tubo 60Ø.</p>	
		3,000 %	<p>Sin descomposición</p> <p>Costes indirectos</p>	<p>200,000</p> <p>6,00</p>
			Precio total redondeado por Ud	206,00
				Son doscientos seis Euros
3.3	BEB	Ud	<p>Bebedero individual con tazón y grifería de acero inoxidable. Caudal de 18 l/min a 3 bares. Chupete de agua antisalpicaduras</p>	
		3,000 %	<p>Sin descomposición</p> <p>Costes indirectos</p>	<p>50,000</p> <p>1,50</p>
			Precio total redondeado por Ud	51,50
				Son cincuenta y un Euros con cincuenta céntimos
3.4	COM	m	<p>Comedero de aluminio semicircular con profumdida de 35cm y 50 cm de ancho.</p>	
		3,000 %	<p>Sin descomposición</p> <p>Costes indirectos</p>	<p>20,000</p> <p>0,60</p>
			Precio total redondeado por m	20,60
				Son veinte Euros con sesenta céntimos
3.5	PS	Ud	<p>Puerta automatica seleccionadora que se encuentra conectada con el robot de ordeño permitiendo dirigir a las vacas.</p>	
		3,000 %	<p>Sin descomposición</p> <p>Costes indirectos</p>	<p>1.000,000</p> <p>30,00</p>
			Precio total redondeado por Ud	1.030,00
				Son mil treinta Euros

Cuadro de Precios Descompuestos

Nº	Código	Ud	Descripción	Total
3.6	PAR	Ud	Puerta que evita a las vacas volver hacia los robots	
			Sin descomposición	200,000
		3,000 %	Costes indirectos	200,000 <u>6,00</u>
			Precio total redondeado por Ud	206,00
				Son doscientos seis Euros

Cuadro de precios nº 1

Nº	Designación	Importe	
		En cifra (Euros)	En letra (Euros)
	1 Edificación		
	1.1 Demolición		
1.1.1	Ud Demolición completa, por empuje mecánico, mediante maquinaria adecuada de edificio de 300 m² de superficie total, y carga mecánica sobre camión o contenedor, con una edificación colindante y/o medianera, compuesto por 1 planta sobre rasante con una altura edificada de 3,5 m. El edificio presenta una estructura de hormigón y su estado de conservación es normal, a la vista de los estudios previos realizados. La edificación colindante tiene una altura edificada sobre rasante de 3,5 m y su estado de conservación es normal.	14.849,51	CATORCE MIL OCHOCIENTOS CUARENTA Y NUEVE EUROS CON CINCUENTA Y UN CÉNTIMOS
	1.2 Preparación del terreno		
1.2.1	m² Solera de hormigón armado de 10 cm de espesor, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central, y vertido desde camión, y malla electrosoldada ME 20x20 Ø 5-5 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080 como armadura de reparto, colocada sobre separadores homologados, extendido y vibrado manual mediante regla vibrante, sin tratamiento de su superficie; con juntas de retracción de 5 mm de espesor, mediante corte con disco de diamante. Incluso panel de poliestireno expandido de 3 cm de espesor, para la ejecución de juntas de dilatación.	17,76	DIECISIETE EUROS CON SETENTA Y SEIS CÉNTIMOS
	1.3 Cimentación		
1.3.1	m³ Zapata de cimentación de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central, y vertido desde camión, y acero UNE-EN 10080 B 400 S, con una cuantía aproximada de 10 kg/m³. Incluso armaduras de espera del pilar, alambre de atar, y separadores.	117,74	CIENTO DIECISIETE EUROS CON SETENTA Y CUATRO CÉNTIMOS
	1.4 Estructura		
	1.4.1 Pilares		
1.4.1.1	Ud Placa de anclaje de acero UNE-EN 10025 S275JR en perfil plano, con taladro central, de 540x320 mm y espesor 20 mm, y montaje sobre 4 pernos de acero corrugado UNE-EN 10080 B 400 S de 20 mm de diámetro y 50 cm de longitud total, embutidos en el hormigón fresco, y atornillados con arandelas, tuerca y contratuerca una vez endurecido el hormigón del cimient. Incluso mortero autonivelante expansivo para relleno del espacio resultante entre el hormigón endurecido y la placa y protección anticorrosiva aplicada a las tuercas y extremos de los pernos.	129,49	CIENTO VEINTINUEVE EUROS CON CUARENTA Y NUEVE CÉNTIMOS
1.4.1.2	kg Acero UNE-EN 10025 S275JR, en pilares formados por piezas simples de perfiles laminados en caliente de las series IPN, IPE, HEB, HEA, HEM o UPN, acabado con imprimación antioxidante, colocado con uniones soldadas en obra, a una altura de más de 3 m.	2,30	DOS EUROS CON TREINTA CÉNTIMOS
	1.4.2 Muro hormigón prefabricado		

Cuadro de precios nº 1

Nº	Designación	Importe	
		En cifra (Euros)	En letra (Euros)
1.4.2.1	m² Muro de doble cara, prefabricado, de hormigón, de 20 cm de espesor, compuesto por dos placas de hormigón de 5 cm de espesor cada una, con caras vistas de color gris, con textura lisa, separadas entre sí por celosías metálicas, con inclusión o delimitación de huecos, para alturas hasta 3 m y longitudes máximas de 8,50 m, hormigonado de su núcleo central con hormigón HA-25/B/20/Ila fabricado en central, y vertido con cubilote; apuntalamiento y desapuntalamiento del muro, una vez haya alcanzado el hormigón la resistencia adecuada.	119,90	CIENTO DIECINUEVE EUROS CON NOVENTA CÉNTIMOS
1.4.3 Cubierta			
1.4.3.1	kg Acero UNE-EN 10025 S275JR, en correas metálicas formadas por piezas simples de perfiles laminados en caliente de las series IPN, IPE, HEB, HEA, HEM o UPN, acabado con imprimación antioxidante, fijadas a las cerchas con uniones soldadas en obra.	2,94	DOS EUROS CON NOVENTA Y CUATRO CÉNTIMOS
1.4.3.2	m2 Panel sandwich para cubierta empleado como material asilante	40,00	CUARENTA EUROS
1.5 Instalaciones			
1.5.1 Instalación Eléctrica			
1.5.1.1	Ud Red de toma de tierra para estructura de hormigón del edificio con 132 m de conductor de cobre desnudo de 35 mm², y 4 picas.	916,22	NOVECIENTOS DIECISEIS EUROS CON VEINTIDOS CÉNTIMOS
1.5.1.2	m Bandeja perforada de PVC, color gris RAL 7035, de 60x75 mm, resistencia al impacto 5 julios, propiedades eléctricas: aislante, no propagador de la llama, estable frente a los rayos UV y con buen comportamiento a la intemperie y frente a la acción de los agentes químicos, con 1 compartimento y tapa de PVC, color gris RAL 7035, con soporte, de compuesto termoplástico libre de halógenos, color gris RAL 7038, de 150 mm de longitud.	42,71	CUARENTA Y DOS EUROS CON SETENTA Y UN CÉNTIMOS
1.5.1.3	m Cable unipolar ES07Z1-K (AS), reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 1,5 mm² de sección, con aislamiento de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1). Incluso accesorios y elementos de sujeción.	0,87	OCHENTA Y SIETE CÉNTIMOS
1.5.1.4	m Cable unipolar ES07Z1-K (AS), reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 2,5 mm² de sección, con aislamiento de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1). Incluso accesorios y elementos de sujeción.	1,09	UN EURO CON NUEVE CÉNTIMOS
1.5.1.5	m Cable multipolar H07ZZ-F (AS), siendo su tensión asignada de 450/750 V, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductor de cobre clase 5 (-F) de 3G2,5 mm² de sección, con aislamiento de compuesto reticulado a base de poliolefina libre de halógenos (Z) y cubierta de compuesto reticulado a base de poliolefina libre de halógenos (Z). Incluso accesorios y elementos de sujeción.	5,58	CINCO EUROS CON CINCUENTA Y OCHO CÉNTIMOS

Cuadro de precios nº 1

Nº	Designación	Importe	
		En cifra (Euros)	En letra (Euros)
1.5.1.6	m Cable multipolar H07ZZ-F (AS), siendo su tensión asignada de 450/750 V, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductor de cobre clase 5 (-F) de 3G4 mm ² de sección, con aislamiento de compuesto reticulado a base de poliolefina libre de halógenos (Z) y cubierta de compuesto reticulado a base de poliolefina libre de halógenos (Z). Incluso accesorios y elementos de sujeción.	7,14	SIETE EUROS CON CATORCE CÉNTIMOS
1.5.1.7	Ud Laprara de techo led de 20000 lumen y 200 W. Diametro 470 mm y altura 275mm. Angulo de luz de 120º.	89,95	OCHENTA Y NUEVE EUROS CON NOVENTA Y CINCO CÉNTIMOS
1.5.1.8	Ud Ventilador de DeLaval modelo DDF 1200P con una potencia instalada de 1,2 kW.	1.030,00	MIL TREINTA EUROS
1.5.1.9	Ud Caja general de protección, equipada con bornes de conexión, bases unipolares cerradas previstas para colocar fusibles de intensidad máxima 250 A, esquema 8.	538,18	QUINIENTOS TREINTA Y OCHO EUROS CON DIECIOCHO CÉNTIMOS
1.5.1.10	Ud Doble interruptor unipolar (1P), gama básica, intensidad asignada 10 AX, tensión asignada 250 V, con tecla doble, de color blanco y marco embellecedor para 1 elemento, de color blanco. Instalación empotrada.	17,39	DIECISIETE EUROS CON TREINTA Y NUEVE CÉNTIMOS
1.5.1.11	Ud Base de toma de corriente con contacto de tierra (2P+T), tipo Schuko, gama básica, intensidad asignada 16 A, tensión asignada 250 V, con tapa, de color blanco y marco embellecedor para 1 elemento, de color blanco. Instalación empotrada.	11,62	ONCE EUROS CON SESENTA Y DOS CÉNTIMOS
1.5.1.12	Ud Base de toma de corriente trifasica	30,90	TREINTA EUROS CON NOVENTA CÉNTIMOS
1.5.2 Instalación Hidráulica			
1.5.2.1 Agua Fria			
1.5.2.1.1	m Tubería para alimentación de agua potable, enterrada, formada por tubo de polipropileno copolímero random (PP-R), serie 5, de 25 mm de diámetro exterior y 2,3 mm de espesor, colocado sobre lecho de arena de 10 cm de espesor, en el fondo de la zanja previamente excavada, debidamente compactada y nivelada con pisón vibrante de guiado manual, relleno lateral compactando hasta los riñones y posterior relleno con la misma arena hasta 10 cm por encima de la generatriz superior de la tubería. Incluso accesorios y piezas especiales.	6,28	SEIS EUROS CON VEINTIOCHO CÉNTIMOS
1.5.2.1.2	m Tubería para alimentación de agua potable, enterrada, formada por tubo de polipropileno copolímero random (PP-R), serie 5, de 32 mm de diámetro exterior y 2,9 mm de espesor, colocado sobre lecho de arena de 10 cm de espesor, en el fondo de la zanja previamente excavada, debidamente compactada y nivelada con pisón vibrante de guiado manual, relleno lateral compactando hasta los riñones y posterior relleno con la misma arena hasta 10 cm por encima de la generatriz superior de la tubería. Incluso accesorios y piezas especiales.	7,57	SIETE EUROS CON CINCUENTA Y SIETE CÉNTIMOS

Cuadro de precios nº 1

Nº	Designación	Importe	
		En cifra (Euros)	En letra (Euros)
1.5.2.1.3	m Tubería para alimentación de agua potable, colocada superficialmente y fijada al paramento, formada por tubo de polipropileno copolímero random (PP-R), serie 5, de 25 mm de diámetro exterior y 2,3 mm de espesor. Incluso material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales.	4,44	CUATRO EUROS CON CUARENTA Y CUATRO CÉNTIMOS
1.5.2.1.4	m Tubería para alimentación de agua potable, colocada superficialmente y fijada al paramento, formada por tubo de polipropileno copolímero random (PP-R), serie 5, de 32 mm de diámetro exterior y 2,9 mm de espesor. Incluso material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales.	5,77	CINCO EUROS CON SETENTA Y SIETE CÉNTIMOS
1.5.2.1.5	m Tubería para alimentación de agua potable, colocada superficialmente y fijada al paramento, formada por tubo de polipropileno copolímero random (PP-R), serie 5, de 50 mm de diámetro exterior y 4,6 mm de espesor. Incluso material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales.	11,25	ONCE EUROS CON VEINTICINCO CÉNTIMOS
1.5.2.1.6	m Tubería para alimentación de agua potable, colocada superficialmente y fijada al paramento, formada por tubo de polipropileno copolímero random (PP-R), serie 5, de 63 mm de diámetro exterior y 5,8 mm de espesor. Incluso material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales.	18,35	DIECIOCHO EUROS CON TREINTA Y CINCO CÉNTIMOS
1.5.2.2 Agua Caliente			
1.5.2.2.1	m Tubería para alimentación de agua potable, enterrada, formada por tubo de polipropileno copolímero random resistente a la temperatura (PP-RCT), de color verde, SDR7,4, serie 3,2, de 32 mm de diámetro exterior y 4,4 mm de espesor, colocado sobre lecho de arena de 10 cm de espesor, en el fondo de la zanja previamente excavada, debidamente compactada y nivelada con pisón vibrante de guiado manual, relleno lateral compactando hasta los riñones y posterior relleno con la misma arena hasta 10 cm por encima de la generatriz superior de la tubería. Incluso accesorios y piezas especiales.	10,73	DIEZ EUROS CON SETENTA Y TRES CÉNTIMOS
1.5.2.2.2	m Tubería para alimentación de agua potable, colocada superficialmente y fijada al paramento, formada por tubo de polipropileno copolímero random resistente a la temperatura (PP-RCT), de color verde, SDR7,4, serie 3,2, de 32 mm de diámetro exterior y 4,4 mm de espesor. Incluso material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales.	9,09	NUEVE EUROS CON NUEVE CÉNTIMOS
1.5.2.3 Aguas Pluviales			
1.5.2.3.1	m Canalón circular de PVC con óxido de titanio, de desarrollo 250 mm, color gris claro.	14,08	CATORCE EUROS CON OCHO CÉNTIMOS
1.5.2.3.2	m Bajante exterior de la red de evacuación de aguas residuales, formada por tubo de PVC, serie B, de 90 mm de diámetro y 3,2 mm de espesor; unión pegada con adhesivo. Incluso líquido limpiador, adhesivo para tubos y accesorios de PVC, material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales.	9,91	NUEVE EUROS CON NOVENTA Y UN CÉNTIMOS
2 Robots			

Cuadro de precios nº 1

Nº	Designación	Importe	
		En cifra (Euros)	En letra (Euros)
2.1	Ud Únicamente el robot sin complementos	206.000,00	DOSCIENTOS SEIS MIL EUROS
2.2	Ud Se incluye el software, la instalación de limpieza y los extras contratados. Esto solo se paga una vez pero sirve para ambos robots	51.500,00	CINCUENTA Y UN MIL QUINIENTOS EUROS
3 Material ganadero			
3.1	Ud La G006-40 es una valla de alta calidad y resistencia diseñada específicamente para el ganado. Está fabricada con 7 tubos de 40Ø para brindar una mayor resistencia. Utiliza tubo galvanizado por inmersión en caliente, que es el mejor sistema para proteger el acero contra la corrosión. Todas las uniones de los tubos están realizadas mediante una máquina láser, lo que garantiza una unión sólida y duradera. La valla incorpora una varilla central que atraviesa todos los tubos, proporcionando mayor consistencia y estabilidad. En la parte superior, la unión se realiza mediante un sistema de cadena americano, mientras que en la parte inferior se utiliza una unión mediante pletina. Esta valla es extremadamente versátil y se puede utilizar para realizar trabajos de apriete y cercados en diversas situaciones. Combina durabilidad, resistencia y facilidad de uso para proporcionar una solución confiable en el manejo del ganado. Dimensiones: 2081.62 ancho * 1703,00 alto	164,80	CIENTO SESENTA Y CUATRO EUROS CON OCHENTA CÉNTIMOS
3.2	Ud Para animales con poco cuerno. El animal se traba sólo al acceder a la comida. Se pueden soltar las vacas individual o colectivamente. Permite que cada animal coma la comida que le corresponde. No se pelean los animales por la comida. Favorece el bienestar animal. Está galvanizado por inmersión en caliente. Varios modelos de paneles. Incorpora plásticos que amortiguan el ruido. Marco en tubo 60Ø.	206,00	DOSCIENTOS SEIS EUROS
3.3	Ud Bebedero individual con tazón y grifería de acero inoxidable. Caudal de 18 l/min a 3 bares. Chupete de agua antisalpicaduras	51,50	CINCUENTA Y UN EUROS CON CINCUENTA CÉNTIMOS
3.4	m Comedero de aluminio semicircular con profundida de 35cm y 50 cm de ancho.	20,60	VEINTE EUROS CON SESENTA CÉNTIMOS
3.5	Ud Puerta automática seleccionadora que se encuentra conectada con el robot de ordeño permitiendo dirigir a las vacas.	1.030,00	MIL TREINTA EUROS
3.6	Ud Puerta que evita a las vacas volver hacia los robots	206,00	DOSCIENTOS SEIS EUROS

Cuadro de precios nº 2

Nº	Designación	Importe	
		Parcial (Euros)	Total (Euros)
	1 Edificación		
1.1.1	1.1 Demolición Ud Demolición completa, por empuje mecánico, mediante maquinaria adecuada de edificio de 300 m ² de superficie total, y carga mecánica sobre camión o contenedor, con una edificación colindante y/o medianera, compuesto por 1 planta sobre rasante con una altura edificada de 3,5 m. El edificio presenta una estructura de hormigón y su estado de conservación es normal, a la vista de los estudios previos realizados. La edificación colindante tiene una altura edificada sobre rasante de 3,5 m y su estado de conservación es normal. <i>Sin descomposición</i> 3 % Costes indirectos	14.417,00 432,51	14.849,51
1.2.1	1.2 Preparación del terreno m ² Solera de hormigón armado de 10 cm de espesor, realizada con hormigón HA-25/B/20/Ila fabricado en central, y vertido desde camión, y malla electrosoldada ME 20x20 Ø 5-5 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080 como armadura de reparto, colocada sobre separadores homologados, extendido y vibrado manual mediante regla vibrante, sin tratamiento de su superficie; con juntas de retracción de 5 mm de espesor, mediante corte con disco de diamante. Incluso panel de poliestireno expandido de 3 cm de espesor, para la ejecución de juntas de dilatación. <i>Mano de obra</i> <i>Maquinaria</i> <i>Materiales</i> <i>Medios auxiliares</i> 3 % Costes indirectos	5,39 1,22 10,29 0,34 0,52	17,76
1.3.1	1.3 Cimentación m ³ Zapata de cimentación de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/Ila fabricado en central, y vertido desde camión, y acero UNE-EN 10080 B 400 S, con una cuantía aproximada de 10 kg/m ³ . Incluso armaduras de espera del pilar, alambre de atar, y separadores. <i>Mano de obra</i> <i>Materiales</i> <i>Medios auxiliares</i> 3 % Costes indirectos	8,35 103,72 2,24 3,43	117,74
1.4.1.1	1.4 Estructura 1.4.1 Pilares Ud Placa de anclaje de acero UNE-EN 10025 S275JR en perfil plano, con taladro central, de 540x320 mm y espesor 20 mm, y montaje sobre 4 pernos de acero corrugado UNE-EN 10080 B 400 S de 20 mm de diámetro y 50 cm de longitud total, embutidos en el hormigón fresco, y atornillados con arandelas, tuerca y contratuerca una vez endurecido el hormigón del cimiento. Incluso mortero autonivelante expansivo para relleno del espacio resultante entre el hormigón endurecido y la placa y protección anticorrosiva aplicada a las tuercas y extremos de los pernos. <i>Mano de obra</i> <i>Materiales</i> <i>Medios auxiliares</i> 3 % Costes indirectos	29,71 93,54 2,47 3,77	129,49

Cuadro de precios nº 2

Nº	Designación	Importe	
		Parcial (Euros)	Total (Euros)
1.5.1.3	m Cable unipolar ES07Z1-K (AS), reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 1,5 mm² de sección, con aislamiento de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1). Incluso accesorios y elementos de sujeción. <i>Mano de obra</i> <i>Materiales</i> <i>Medios auxiliares</i> <i>3 % Costes indirectos</i>	 0,38 0,44 0,02 0,03	 0,87
1.5.1.4	m Cable unipolar ES07Z1-K (AS), reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 2,5 mm² de sección, con aislamiento de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1). Incluso accesorios y elementos de sujeción. <i>Mano de obra</i> <i>Materiales</i> <i>Medios auxiliares</i> <i>3 % Costes indirectos</i>	 0,38 0,66 0,02 0,03	 1,09
1.5.1.5	m Cable multipolar H07ZZ-F (AS), siendo su tensión asignada de 450/750 V, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductor de cobre clase 5 (-F) de 3G2,5 mm² de sección, con aislamiento de compuesto reticulado a base de poliolefina libre de halógenos (Z) y cubierta de compuesto reticulado a base de poliolefina libre de halógenos (Z). Incluso accesorios y elementos de sujeción. <i>Mano de obra</i> <i>Materiales</i> <i>Medios auxiliares</i> <i>3 % Costes indirectos</i>	 0,60 4,71 0,11 0,16	 5,58
1.5.1.6	m Cable multipolar H07ZZ-F (AS), siendo su tensión asignada de 450/750 V, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductor de cobre clase 5 (-F) de 3G4 mm² de sección, con aislamiento de compuesto reticulado a base de poliolefina libre de halógenos (Z) y cubierta de compuesto reticulado a base de poliolefina libre de halógenos (Z). Incluso accesorios y elementos de sujeción. <i>Mano de obra</i> <i>Materiales</i> <i>Medios auxiliares</i> <i>3 % Costes indirectos</i>	 0,60 6,19 0,14 0,21	 7,14
1.5.1.7	Ud Laprara de techo led de 20000 lumen y 200 W. Diametro 470 mm y altura 275mm. Angulo de luz de 120º. <i>Sin descomposición</i> <i>3 % Costes indirectos</i>	 87,33 2,62	 89,95
1.5.1.8	Ud Ventilador de DeLaval modelo DDF 1200P con una potencia instalada de 1,2 kW. <i>Sin descomposición</i> <i>3 % Costes indirectos</i>	 1.000,00 30,00	 1.030,00
1.5.1.9	Ud Caja general de protección, equipada con bornes de conexión, bases unipolares cerradas previstas para colocar fusibles de intensidad máxima 250 A, esquema 8. <i>Mano de obra</i> <i>Materiales</i> <i>Medios auxiliares</i> <i>3 % Costes indirectos</i>	 31,00 481,25 10,25 15,68	 538,18
1.5.1.10	Ud Doble interruptor unipolar (1P), gama básica, intensidad asignada 10 AX, tensión asignada 250 V, con tecla doble, de color blanco y marco embellecedor para 1 elemento, de color blanco. Instalación empotrada. <i>Mano de obra</i> <i>Materiales</i> <i>Medios auxiliares</i> <i>3 % Costes indirectos</i>	 3,89 12,66 0,33 0,51	 17,39

Cuadro de precios nº 2

Nº	Designación	Importe	
		Parcial (Euros)	Total (Euros)
1.5.1.11	Ud Base de toma de corriente con contacto de tierra (2P+T), tipo Schuko, gama básica, intensidad asignada 16 A, tensión asignada 250 V, con tapa, de color blanco y marco embellecedor para 1 elemento, de color blanco. Instalación empotrada. <i>Mano de obra</i> <i>Materiales</i> <i>Medios auxiliares</i> <i>3 % Costes indirectos</i>	 3,89 7,17 0,22 0,34	 11,62
1.5.1.12	Ud Base de toma de corriente trifasica <i>Sin descomposición</i> <i>3 % Costes indirectos</i>	 30,00 0,90	 30,90
1.5.2 Instalación Hidráulica			
1.5.2.1 Agua Fria			
1.5.2.1.1	m Tubería para alimentación de agua potable, enterrada, formada por tubo de polipropileno copolímero random (PP-R), serie 5, de 25 mm de diámetro exterior y 2,3 mm de espesor, colocado sobre lecho de arena de 10 cm de espesor, en el fondo de la zanja previamente excavada, debidamente compactada y nivelada con pisón vibrante de guiado manual, relleno lateral compactando hasta los riñones y posterior relleno con la misma arena hasta 10 cm por encima de la generatriz superior de la tubería. Incluso accesorios y piezas especiales. <i>Mano de obra</i> <i>Materiales</i> <i>Medios auxiliares</i> <i>3 % Costes indirectos</i>	 3,03 2,95 0,12 0,18	 6,28
1.5.2.1.2	m Tubería para alimentación de agua potable, enterrada, formada por tubo de polipropileno copolímero random (PP-R), serie 5, de 32 mm de diámetro exterior y 2,9 mm de espesor, colocado sobre lecho de arena de 10 cm de espesor, en el fondo de la zanja previamente excavada, debidamente compactada y nivelada con pisón vibrante de guiado manual, relleno lateral compactando hasta los riñones y posterior relleno con la misma arena hasta 10 cm por encima de la generatriz superior de la tubería. Incluso accesorios y piezas especiales. <i>Mano de obra</i> <i>Materiales</i> <i>Medios auxiliares</i> <i>3 % Costes indirectos</i>	 3,03 4,18 0,14 0,22	 7,57
1.5.2.1.3	m Tubería para alimentación de agua potable, colocada superficialmente y fijada al paramento, formada por tubo de polipropileno copolímero random (PP-R), serie 5, de 25 mm de diámetro exterior y 2,3 mm de espesor. Incluso material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales. <i>Mano de obra</i> <i>Materiales</i> <i>Medios auxiliares</i> <i>3 % Costes indirectos</i>	 2,33 1,90 0,08 0,13	 4,44
1.5.2.1.4	m Tubería para alimentación de agua potable, colocada superficialmente y fijada al paramento, formada por tubo de polipropileno copolímero random (PP-R), serie 5, de 32 mm de diámetro exterior y 2,9 mm de espesor. Incluso material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales. <i>Mano de obra</i> <i>Materiales</i> <i>Medios auxiliares</i> <i>3 % Costes indirectos</i>	 2,33 3,16 0,11 0,17	 5,77

Cuadro de precios nº 2

Nº	Designación	Importe	
		Parcial (Euros)	Total (Euros)
1.5.2.1.5	m Tubería para alimentación de agua potable, colocada superficialmente y fijada al paramento, formada por tubo de polipropileno copolímero random (PP-R), serie 5, de 50 mm de diámetro exterior y 4,6 mm de espesor. Incluso material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales. <i>Mano de obra</i> <i>Materiales</i> <i>Medios auxiliares</i> <i>3 % Costes indirectos</i>	 3,11 7,60 0,21 0,33	 11,25
1.5.2.1.6	m Tubería para alimentación de agua potable, colocada superficialmente y fijada al paramento, formada por tubo de polipropileno copolímero random (PP-R), serie 5, de 63 mm de diámetro exterior y 5,8 mm de espesor. Incluso material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales. <i>Mano de obra</i> <i>Materiales</i> <i>Medios auxiliares</i> <i>3 % Costes indirectos</i>	 3,49 13,98 0,35 0,53	 18,35
1.5.2.2 Agua Caliente			
1.5.2.2.1	m Tubería para alimentación de agua potable, enterrada, formada por tubo de polipropileno copolímero random resistente a la temperatura (PP-RCT), de color verde, SDR7,4, serie 3,2, de 32 mm de diámetro exterior y 4,4 mm de espesor, colocado sobre lecho de arena de 10 cm de espesor, en el fondo de la zanja previamente excavada, debidamente compactada y nivelada con pisón vibrante de guiado manual, relleno lateral compactando hasta los riñones y posterior relleno con la misma arena hasta 10 cm por encima de la generatriz superior de la tubería. Incluso accesorios y piezas especiales. <i>Mano de obra</i> <i>Materiales</i> <i>Medios auxiliares</i> <i>3 % Costes indirectos</i>	 3,03 7,19 0,20 0,31	 10,73
1.5.2.2.2	m Tubería para alimentación de agua potable, colocada superficialmente y fijada al paramento, formada por tubo de polipropileno copolímero random resistente a la temperatura (PP-RCT), de color verde, SDR7,4, serie 3,2, de 32 mm de diámetro exterior y 4,4 mm de espesor. Incluso material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales. <i>Mano de obra</i> <i>Materiales</i> <i>Medios auxiliares</i> <i>3 % Costes indirectos</i>	 2,33 6,33 0,17 0,26	 9,09
1.5.2.3 Aguas Pluviales			
1.5.2.3.1	m Canalón circular de PVC con óxido de titanio, de desarrollo 250 mm, color gris claro. <i>Mano de obra</i> <i>Materiales</i> <i>Medios auxiliares</i> <i>3 % Costes indirectos</i>	 7,59 5,81 0,27 0,41	 14,08
1.5.2.3.2	m Bajante exterior de la red de evacuación de aguas residuales, formada por tubo de PVC, serie B, de 90 mm de diámetro y 3,2 mm de espesor; unión pegada con adhesivo. Incluso líquido limpiador, adhesivo para tubos y accesorios de PVC, material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales. <i>Mano de obra</i> <i>Materiales</i> <i>Medios auxiliares</i> <i>3 % Costes indirectos</i>	 4,61 4,82 0,19 0,29	 9,91
2.1	2 Robots Ud Únicamente el robot sin complementos <i>Sin descomposición</i> <i>3 % Costes indirectos</i>	 200.000,00 6.000,00	 206.000,00

Cuadro de precios nº 2

Nº	Designación	Importe	
		Parcial (Euros)	Total (Euros)
2.2	Ud Se incluye el software, la instalación de limpieza y los extras contratados. Esto solo se paga una vez pero sirve para ambos robots <i>Sin descomposición</i> 3 % Costes indirectos	50.000,00 1.500,00	51.500,00
3.1	3 Material ganadero Ud La G006-40 es una valla de alta calidad y resistencia diseñada específicamente para el ganado. Está fabricada con 7 tubos de 40Ø para brindar una mayor resistencia. Utiliza tubo galvanizado por inmersión en caliente, que es el mejor sistema para proteger el acero contra la corrosión. Todas las uniones de los tubos están realizadas mediante una máquina láser, lo que garantiza una unión sólida y duradera. La valla incorpora una varilla central que atraviesa todos los tubos, proporcionando mayor consistencia y estabilidad. En la parte superior, la unión se realiza mediante un sistema de cadena americano, mientras que en la parte inferior se utiliza una unión mediante pletina. Esta valla es extremadamente versátil y se puede utilizar para realizar trabajos de apriete y cercados en diversas situaciones. Combina durabilidad, resistencia y facilidad de uso para proporcionar una solución confiable en el manejo del ganado. Dimensiones: 2081,62 ancho * 1703,00 alto <i>Sin descomposición</i> 3 % Costes indirectos	160,00 4,80	164,80
3.2	Ud Para animales con poco cuerno. El animal se traba sólo al acceder a la comida. Se pueden soltar las vacas individual o colectivamente. Permite que cada animal coma la comida que le corresponde. No se pelean los animales por la comida. Favorece el bienestar animal. Está galvanizado por inmersión en caliente. Varios modelos de paneles. Incorpora plásticos que amortiguan el ruido. Marco en tubo 60Ø. <i>Sin descomposición</i> 3 % Costes indirectos	200,00 6,00	206,00
3.3	Ud Bebedero individual con tazón y grifería de acero inoxidable. Caudal de 18 l/min a 3 bares. Chupete de agua antisalpicaduras <i>Sin descomposición</i> 3 % Costes indirectos	50,00 1,50	51,50
3.4	m Comedero de aluminio semicircular con profundida de 35cm y 50 cm de ancho. <i>Sin descomposición</i> 3 % Costes indirectos	20,00 0,60	20,60
3.5	Ud Puerta automática seleccionadora que se encuentra conectada con el robot de ordeño permitiendo dirigir a las vacas. <i>Sin descomposición</i> 3 % Costes indirectos	1.000,00 30,00	1.030,00
3.6	Ud Puerta que evita a las vacas volver hacia los robots <i>Sin descomposición</i> 3 % Costes indirectos	200,00 6,00	206,00

PRESUPUESTO Y MEDICION

PRESUPUESTO PARCIAL N° 1 Edificación

Nº	DESCRIPCION	UDS.	LARGO	ANCHO	ALTO	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
1.1 Demolición								
1.1.1	Ud. Demolición completa, por empuje mecánico, mediante maquinaria adecuada de edificio de 300 m ² de superficie total, y carga mecánica sobre camión o contenedor, con una edificación colindante y/o medianera, compuesto por 1 planta sobre rasante con una altura edificada de 3,5 m. El edificio presenta una estructura de hormigón y su estado de conservación es normal, a la vista de los estudios previos realizados. La edificación colindante tiene una altura edificada sobre rasante de 3,5 m y su estado de conservación es normal.					1,000	14.849,51	14.849,51
1.2 Preparación del terreno								
1.2.1	M ² . Solera de hormigón armado de 10 cm de espesor, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central, y vertido desde camión, y malla electrosoldada ME 20x20 Ø 5-5 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080 como armadura de reparto, colocada sobre separadores homologados, extendido y vibrado manual mediante regla vibrante, sin tratamiento de su superficie; con juntas de retracción de 5 mm de espesor, mediante corte con disco de diamante. Incluso panel de poliestireno expandido de 3 cm de espesor, para la ejecución de juntas de dilatación.					300,000	17,76	5.328,00
1.3 Cimentación								
1.3.1	M ³ . Zapata de cimentación de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central, y vertido desde camión, y acero UNE-EN 10080 B 400 S, con una cuantía aproximada de 10 kg/m ³ . Incluso armaduras de espera del pilar, alambre de atar, y separadores.					66,000	117,74	7.770,84
1.4 Estructura								
1.4.1 Pilares								
1.4.1.1	Ud. Placa de anclaje de acero UNE-EN 10025 S275JR en perfil plano, con taladro central, de 540x320 mm y espesor 20 mm, y montaje sobre 4 pernos de acero corrugado UNE-EN 10080 B 400 S de 20 mm de diámetro y 50 cm de longitud total, embutidos en el hormigón fresco, y atornillados con arandelas, tuerca y contratuerca una vez endurecido el hormigón del cimiento. Incluso mortero autonivelante expansivo para relleno del espacio resultante entre el hormigón endurecido y la placa y protección anticorrosiva aplicada a las tuercas y extremos de los pernos.					20,000	129,49	2.589,80
1.4.1.2	Kg. Acero UNE-EN 10025 S275JR, en pilares formados por piezas simples de perfiles laminados en caliente de las series IPN, IPE, HEB, HEA, HEM o UPN, acabado con imprimación antioxidante, colocado con uniones soldadas en obra, a una altura de más de 3 m.					5.700,000	2,30	13.110,00
1.4.2 Muro hormigón prefabricado								
1.4.2.1	M ² . Muro de doble cara, prefabricado, de hormigón, de 20 cm de espesor, compuesto por dos placas de hormigón de 5 cm de espesor cada una, con caras vistas de color gris, con textura lisa, separadas entre sí por celosías metálicas, con inclusión o delimitación de huecos, para alturas hasta 3 m y longitudes máximas de 8,50 m, hormigonado de su núcleo central con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central, y vertido con cubilote; apuntalamiento y desapuntalamiento del muro, una vez haya alcanzado el hormigón la resistencia adecuada.					120,000	119,90	14.388,00
1.4.3 Cubierta								
1.4.3.1	Kg. Acero UNE-EN 10025 S275JR, en correas metálicas formadas por piezas simples de perfiles laminados en caliente de las series IPN, IPE, HEB, HEA, HEM o UPN, acabado con imprimación antioxidante, fijadas a las cerchas con uniones soldadas en obra.					7.300,000	2,94	21.462,00
1.4.3.2	M2. Panel sandwich para cubierta empleado como material asilante					300,000	40,00	12.000,00

Suma y sigue ... 91.498,15

PRESUPUESTO PARCIAL N° 1 Edificación

Nº	DESCRIPCION	UDS.	LARGO	ANCHO	ALTO	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
1.5 Instalaciones								
1.5.1 Instalación Eléctrica								
1.5.1.1	Ud. Red de toma de tierra para estructura de hormigón del edificio con 132 m de conductor de cobre desnudo de 35 mm ² , y 4 picas.					1,000	916,22	916,22
1.5.1.2	M. Bandeja perforada de PVC, color gris RAL 7035, de 60x75 mm, resistencia al impacto 5 julios, propiedades eléctricas: aislante, no propagador de la llama, estable frente a los rayos UV y con buen comportamiento a la intemperie y frente a la acción de los agentes químicos, con 1 compartimento y tapa de PVC, color gris RAL 7035, con soporte, de compuesto termoplástico libre de halógenos, color gris RAL 7038, de 150 mm de longitud.					100,000	42,71	4.271,00
1.5.1.3	M. Cable unipolar ES07Z1-K (AS), reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 1,5 mm ² de sección, con aislamiento de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1). Incluso accesorios y elementos de sujeción.					107,100	0,87	93,18
1.5.1.4	M. Cable unipolar ES07Z1-K (AS), reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 2,5 mm ² de sección, con aislamiento de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1). Incluso accesorios y elementos de sujeción.					11,900	1,09	12,97
1.5.1.5	M. Cable multipolar H07ZZ-F (AS), siendo su tensión asignada de 450/750 V, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductor de cobre clase 5 (-F) de 3G2,5 mm ² de sección, con aislamiento de compuesto reticulado a base de poliolefina libre de halógenos (Z) y cubierta de compuesto reticulado a base de poliolefina libre de halógenos (Z). Incluso accesorios y elementos de sujeción.					32,100	5,58	179,12
1.5.1.6	M. Cable multipolar H07ZZ-F (AS), siendo su tensión asignada de 450/750 V, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductor de cobre clase 5 (-F) de 3G4 mm ² de sección, con aislamiento de compuesto reticulado a base de poliolefina libre de halógenos (Z) y cubierta de compuesto reticulado a base de poliolefina libre de halógenos (Z). Incluso accesorios y elementos de sujeción.					24,400	7,14	174,22
1.5.1.7	Ud. Laprara de techo led de 20000 lumen y 200 W. Diametro 470 mm y altura 275mm. Angulo de luz de 120º.					3,000	89,95	269,85
1.5.1.8	Ud. Ventilador de DeLaval modelo DDF 1200P con una potencia instalada de 1,2 kW.					2,000	1.030,00	2.060,00
1.5.1.9	Ud. Caja general de protección, equipada con bornes de conexión, bases unipolares cerradas previstas para colocar fusibles de intensidad máxima 250 A, esquema 8.					1,000	538,18	538,18
1.5.1.10	Ud. Doble interruptor unipolar (1P), gama básica, intensidad asignada 10 AX, tensión asignada 250 V, con tecla doble, de color blanco y marco embellecedor para 1 elemento, de color blanco. Instalación empotrada.					1,000	17,39	17,39
1.5.1.11	Ud. Base de toma de corriente con contacto de tierra (2P+T), tipo Schuko, gama básica, intensidad asignada 16 A, tensión asignada 250 V, con tapa, de color blanco y marco embellecedor para 1 elemento, de color blanco. Instalación empotrada.					3,000	11,62	34,86

Suma y sigue ... 100.065,14

PRESUPUESTO PARCIAL N° 1 Edificación

Nº	DESCRIPCION	UDS.	LARGO	ANCHO	ALTO	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
1.5.1.12	Ud. Base de toma de corriente trifasica					1,000	30,90	30,90
1.5.2 Instalación Hidráulica								
1.5.2.1 Agua Fria								
1.5.2.1.1	M. Tubería para alimentación de agua potable, enterrada, formada por tubo de polipropileno copolímero random (PP-R), serie 5, de 25 mm de diámetro exterior y 2,3 mm de espesor, colocado sobre lecho de arena de 10 cm de espesor, en el fondo de la zanja previamente excavada, debidamente compactada y nivelada con pisón vibrante de guiado manual, relleno lateral compactando hasta los riñones y posterior relleno con la misma arena hasta 10 cm por encima de la generatriz superior de la tubería. Incluso accesorios y piezas especiales.					13,830	6,28	86,85
1.5.2.1.2	M. Tubería para alimentación de agua potable, enterrada, formada por tubo de polipropileno copolímero random (PP-R), serie 5, de 32 mm de diámetro exterior y 2,9 mm de espesor, colocado sobre lecho de arena de 10 cm de espesor, en el fondo de la zanja previamente excavada, debidamente compactada y nivelada con pisón vibrante de guiado manual, relleno lateral compactando hasta los riñones y posterior relleno con la misma arena hasta 10 cm por encima de la generatriz superior de la tubería. Incluso accesorios y piezas especiales.					2,910	7,57	22,03
1.5.2.1.3	M. Tubería para alimentación de agua potable, colocada superficialmente y fijada al paramento, formada por tubo de polipropileno copolímero random (PP-R), serie 5, de 25 mm de diámetro exterior y 2,3 mm de espesor. Incluso material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales.					6,620	4,44	29,39
1.5.2.1.4	M. Tubería para alimentación de agua potable, colocada superficialmente y fijada al paramento, formada por tubo de polipropileno copolímero random (PP-R), serie 5, de 32 mm de diámetro exterior y 2,9 mm de espesor. Incluso material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales.					2,490	5,77	14,37
1.5.2.1.5	M. Tubería para alimentación de agua potable, colocada superficialmente y fijada al paramento, formada por tubo de polipropileno copolímero random (PP-R), serie 5, de 50 mm de diámetro exterior y 4,6 mm de espesor. Incluso material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales.					2,790	11,25	31,39
1.5.2.1.6	M. Tubería para alimentación de agua potable, colocada superficialmente y fijada al paramento, formada por tubo de polipropileno copolímero random (PP-R), serie 5, de 63 mm de diámetro exterior y 5,8 mm de espesor. Incluso material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales.					4,840	18,35	88,81
1.5.2.2 Agua Caliente								
1.5.2.2.1	M. Tubería para alimentación de agua potable, enterrada, formada por tubo de polipropileno copolímero random resistente a la temperatura (PP-RCT), de color verde, SDR7,4, serie 3,2, de 32 mm de diámetro exterior y 4,4 mm de espesor, colocado sobre lecho de arena de 10 cm de espesor, en el fondo de la zanja previamente excavada, debidamente compactada y nivelada con pisón vibrante de guiado manual, relleno lateral compactando hasta los riñones y posterior relleno con la misma arena hasta 10 cm por encima de la generatriz superior de la tubería. Incluso accesorios y piezas especiales.					2,910	10,73	31,22
1.5.2.2.2	M. Tubería para alimentación de agua potable, colocada superficialmente y fijada al paramento, formada por tubo de polipropileno copolímero random resistente a la temperatura (PP-RCT), de color verde, SDR7,4, serie 3,2, de 32 mm de diámetro exterior y 4,4 mm de espesor. Incluso material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales.					4,800	9,09	43,63
1.5.2.3 Aguas Pluviales								

Suma y sigue ... 100.443,73

PRESUPUESTO PARCIAL N° 1 Edificación

Nº	DESCRIPCION	UDS.	LARGO	ANCHO	ALTO	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
1.5.2.3.1	M. Canalón circular de PVC con óxido de titanio, de desarrollo 250 mm, color gris claro.					60,000	14,08	844,80
1.5.2.3.2	M. Bajante exterior de la red de evacuación de aguas residuales, formada por tubo de PVC, serie B, de 90 mm de diámetro y 3,2 mm de espesor; unión pegada con adhesivo. Incluso líquido limpiador, adhesivo para tubos y accesorios de PVC, material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales.					10,000	9,91	99,10

Total presupuesto parcial nº 1 ... 101.387,63

PRESUPUESTO PARCIAL Nº 2 Robots

Nº	DESCRIPCION	UDS.	LARGO	ANCHO	ALTO	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
2.1	Ud. Únicamente el robot sin complementos					2,000	206.000,00	412.000,00
2.2	Ud. Se incluye el software, la instalación de limpieza y los extras contratados. Esto solo se paga una vez pero sirve para ambos robots					1,000	51.500,00	51.500,00

Total presupuesto parcial nº 2 ... 463.500,00

PRESUPUESTO PARCIAL N° 3 Material ganadero

Nº	DESCRIPCION	UDS.	LARGO	ANCHO	ALTO	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
3.1	<p>Ud. La G006-40 es una valla de alta calidad y resistencia diseñada específicamente para el ganado. Está fabricada con 7 tubos de 40Ø para brindar una mayor resistencia. Utiliza tubo galvanizado por inmersión en caliente, que es el mejor sistema para proteger el acero contra la corrosión. Todas las uniones de los tubos están realizadas mediante una máquina láser, lo que garantiza una unión sólida y duradera. La valla incorpora una varilla central que atraviesa todos los tubos, proporcionando mayor consistencia y estabilidad. En la parte superior, la unión se realiza mediante un sistema de cadena americano, mientras que en la parte inferior se utiliza una unión mediante pletina. Esta valla es extremadamente versátil y se puede utilizar para realizar trabajos de apriete y cercados en diversas situaciones. Combina durabilidad, resistencia y facilidad de uso para proporcionar una solución confiable en el manejo del ganado.</p> <p>Dimensiones: 2081.62 ancho * 1703,00 alto</p>					20,000	164,80	3.296,00
3.2	<p>Ud. Para animales con poco cuerno. El animal se traba sólo al acceder a la comida. Se pueden soltar las vacas individual o colectivamente. Permite que cada animal coma la comida que le corresponde. No se pelean los animales por la comida. Favorece el bienestar animal. Está galvanizado por inmersión en caliente. Varios modelos de paneles. Incorpora plásticos que amortiguan el ruido. Marco en tubo 60Ø.</p>					3,000	206,00	618,00
3.3	<p>Ud. Bebedero individual con tazón y grifería de acero inoxidable. Caudal de 18 l/min a 3 bares. Chupete de agua antisalpicaduras</p>					2,000	51,50	103,00
3.4	<p>M. Comedero de aluminio semicircular con profundida de 35cm y 50 cm de ancho.</p>					6,000	20,60	123,60
3.5	<p>Ud. Puerta automatica seleccionadora que se encuentra conectada con el robot de ordeño permitiendo dirigir a las vacas.</p>					2,000	1.030,00	2.060,00
3.6	<p>Ud. Puerta que evita a las vacas volver hacia los robots</p>					1,000	206,00	206,00

Total presupuesto parcial n° 3 ... 6.406,60

RESUMEN POR CAPITULOS

CAPITULO EDIFICACIÓN	101.387,63
CAPITULO ROBOTS	463.500,00
CAPITULO MATERIAL GANADERO	6.406,60

REDONDEO.....

PRESUPUESTO DE EJECUCION MATERIAL..... 571.294,23

EL PRESUPUESTO DE EJECUCION MATERIAL ASCIENDE A LAS EXPRESADAS QUINIENTOS SETENTA Y UN MIL DOSCIENTOS NOVENTA Y CUATRO EUROS CON VEINTITRES CÉNTIMOS.

Proyecto: Nave Explotación Vacuno de Leche

Capítulo	Importe
Capítulo 1 Edificación	101.387,63
Capítulo 1.1 Demolición	14.849,51
Capítulo 1.2 Preparación del terreno	5.328,00
Capítulo 1.3 Cimentación	7.770,84
Capítulo 1.4 Estructura	63.549,80
Capítulo 1.4.1 Pilares	15.699,80
Capítulo 1.4.2 Muro hormigón prefabricado	14.388,00
Capítulo 1.4.3 Cubierta	33.462,00
Capítulo 1.5 Instalaciones	9.889,48
Capítulo 1.5.1 Instalación Eléctrica	8.597,89
Capítulo 1.5.2 Instalación Hidráulica	1.291,59
Capítulo 1.5.2.1 Agua Fria	272,84
Capítulo 1.5.2.2 Agua Caliente	74,85
Capítulo 1.5.2.3 Aguas Pluviales	943,90
Capítulo 2 Robots	463.500,00
Capítulo 3 Material ganadero	6.406,60
Presupuesto de ejecución material	571.294,23
0% de gastos generales	0,00
0% de beneficio industrial	0,00
Suma	571.294,23
21% IVA	119.971,79
Presupuesto de ejecución por contrata	691.266,02

Asciende el presupuesto de ejecución por contrata a la expresada cantidad de SEISCIENTOS NOVENTA Y UN MIL DOSCIENTOS SESENTA Y SEIS EUROS CON DOS CÉNTIMOS.