

## Trabajo Fin de Grado

Proyecto de diseño de una explotación avícola de  
*broilers* con capacidad para 33.000 plazas en el T.M.  
de Grañén (Huesca)

*Desing of a 33,000 broiler poultry farmin the  
municipality of Grañen (Huesca)*

Autor/es

Bárbara Abadía Padilla

Director/es

Mariano Vidal Cortés  
Pablo Martín Ramos

Escuela Politécnica Superior de Huesca  
2018

## Resumen

En los últimos años viene registrándose un aumento de la demanda de carne de pollo a nivel mundial, pese a lo cual el número de explotaciones dedicadas a este sector en la comarca de los Monegros sigue siendo bajo. En el presente proyecto se recoge el diseño y construcción de una nave de ambiente controlado para la cría de *broilers* en el T.M. de Grañén, con capacidad para 33.000 aves. El cálculo de la estructura de la nave, de 125 m de largo x 15 m de ancho, viene acompañado del dimensionamiento de todas instalaciones necesarias para el correcto desarrollo de los animales (sistemas de distribución de alimento y agua, ventilación, refrigeración y calefacción) y de las instalaciones auxiliares (estercolero, fosa de cadáveres, vado sanitario, etc.). Se ha elaborado también un presupuesto, un estudio de viabilidad económica, un estudio de seguridad y salud, y un pliego de condiciones.

**Palabras clave:** avicultura de carne; *broilers*; estructuras; instalaciones; pollo.

## Abstract

In recent years there has been an increase in the demand for chicken meat worldwide. In spite of this, the number of farms dedicated to this sector in the Monegros area is still low. The project presented herein covers the design and construction of a controlled-environment farm for the breeding of *broilers* in Grañén, with capacity for 33,000 chicken. The calculation of the structure of the poultry house, 125 m long and 15 m wide, is accompanied by the sizing of all the facilities needed for a proper development of the animals (distribution of food and water, ventilation, cooling and heating systems) and of the auxiliary facilities (manure pit, corpses pit, wheel dip, etc.). A budget, an economic feasibility study, a safety and health study, and a technical specifications document have also been drafted.

**Keywords:** broilers; chicken; livestock farming facilities; poultry farming; structures.

## AGRADECIMIENTOS

*En primer lugar agradecer a mis tutores, Pablo Martín y Mariano Vidal, la ayuda, la paciencia y las horas dedicadas a la realización de este trabajo.*

*A mis padres, por su fortaleza y valentía. Gracias por haberme apoyado siempre y por ser mi ejemplo a seguir. Sin vosotros nada de esto hubiera sido posible.*

*A mi hermano, porque sin él este camino no habría sido el mismo.*

*A todas y cada una de las personas que me han animado durante este camino.*

*A los que ya no están.*

*Gracias*

# **DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL PROYECTO**

## **1. MEMORIA**

### **ANEJOS A LA MEMORIA**

- ANEJO 1. OBJETO Y EMPLAZAMIENTO
- ANEJO 2. LEGISLACIÓN Y NORMATIVA
- ANEJO 3. ANÁLISIS DEL SECTOR
- ANEJO 4. ESTUDIO DEL MEDIO
- ANEJO 5. BASE GENÉTICA
- ANEJO 6. BIENESTAR ANIMAL
- ANEJO 7. SANIDAD E HIGIENE
- ANEJO 8. ALIMENTACIÓN
- ANEJO 9. MANEJO DE LA EXPLOTACIÓN
- ANEJO 10. CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS
- ANEJO 11. DIMENSIONADO DE LAS INSTALACIONES
- ANEJO 12. ESTUDIO DE VIABILIDAD ECONÓMICA

## **2. PLANOS**

- PLANO 1. SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO
- PLANO 2. EMPLAZAMIENTO EN PARCELA
- PLANO 3. ÁREA DE AFECCIÓN
- PLANO 4. PLANTA CIMENTACIÓN. DETALLES
- PLANO 5. ESTRUCTURA Y CUBIERTA. PÓRTICO HASTIAL.
- PLANO 6. SECCIONES
- PLANO 7. INSTALACIÓN DE ALIMENTACIÓN Y SECCIÓN
- PLANO 8. ALZADOS
- PLANO 9. INSTALACIONES AUXILIARES 1
- PLANO 10. INSTALACIONES AUXILIARES 2
- PLANO 11. INSTALACIÓN DE FONTANERÍA
- PLANO 12. INSTALACIÓN DE ELECTRICIDAD

## **3. PLIEGO DE CONDICIONES**

## **4. PRESUPUESTO**

- 1. PRESUPUESTO Y MEDICIONES
- 2. CUADRO DE PRECIOS DESCOMPUESTOS
- 3. RESUMEN DE PRESUPUESTO

## **5. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD**

- 1. MEMORIA
- 2. PLIEGO DE CONDICIONES
- 3. PRESUPUESTO

## Doc 1. MEMORIA

Proyecto de diseño de una explotación avícola de *broilers* con capacidad para 33.000 plazas en el T.M. de Grañén (Huesca)

# ÍNDICE

1. OBJETO Y SITUACIÓN .....	1
1.1. OBJETO DEL PROYECTO .....	1
1.2. SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO.....	1
1.3. CARACTERÍSTICAS DE LA PARCELA .....	1
1.4. ORIENTACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN .....	1
2. LEGISLACIÓN Y NORMATIVA .....	1
2.1. CLASIFICACIÓN DE LA ACTIVIDAD .....	1
2.2. NORMATIVA DE EMPLAZAMIENTO .....	2
3. MEDIDAS CORRECTORAS Y PROTECTORAS.....	3
3.1. ESTERCOLERO .....	3
3.2. FOSA DE CADÁVERES .....	3
3.3. VADO SANITARIO .....	4
3.4. VALLADO PERIMETRAL .....	4
4. NORMATIVA DE RESIDUOS GANADEROS.....	4
4.1. NORMATIVA CON RESPECTO A LA CONTAMINACIÓN POR NITRATOS .....	4
5. ANÁLISIS DEL SECTOR.....	5
6. ESTUDIO DEL MEDIO .....	5
7. BASE GENÉTICA .....	6
8. BIENESTAR ANIMAL.....	7
8.1. NORMATIVA EN EXPLOTACIONES AVÍCOLAS .....	7
8.2. FACTORES QUE DETERMINAN EL BIENESTAR DE LOS ANIMALES.....	8
8.3. INDICADORES DE BIENESTAR EN LOS ANIMALES .....	8
9. SANIDAD E HIGIENE.....	9
9.1. ENFERMEDADES EN EXPLOTACIONES AVÍCOLAS DE CARNE.....	9
9.2. HIGIENE EN LA EXPLOTACIÓN .....	11
10. ALIMENTACIÓN .....	11
10.1. DISTRIBUCIÓN DE AGUA .....	12
10.2. DISTRIBUCIÓN DE COMIDA .....	12
11. MANEJO DE LA EXPLOTACIÓN.....	12
11.1. ETAPAS DE LA CRIANZA DE LOS POLLOS .....	13
11.2. ILUMINACIÓN .....	16
11.3. AMBIENTE.....	16
11.4. VENTILACIÓN Y REFRIGERACIÓN .....	17
11.5. MANEJO DE LA CAMA .....	18
11.6. MANEJO DEL ESTRÉS POR CALOR .....	18

12. CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS .....	19
13. DIMENSIONADO DE LAS INSTALACIONES .....	23
13.1. VENTILACIÓN .....	23
13.2. REFRIGERACIÓN .....	25
13.3. CALEFACCIÓN.....	25
13.4. FONTANERÍA.....	26
13.5. ELECTRICIDAD .....	26
14. ESTUDIO DE VIABILIDAD ECONÓMICA.....	28

## 1. OBJETO Y SITUACIÓN

### 1.1. OBJETO DEL PROYECTO

El objetivo del presente Proyecto, titulado “Proyecto de diseño de una explotación avícola de *broilers* con capacidad para 33.000 plazas en el T.M. de Grañén (Huesca)”, es dimensionar y diseñar una explotación avícola de pollos de engorde (*broilers*) con capacidad para 33.000 aves, así como plantear el correcto manejo de la explotación.

### 1.2. SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

La explotación está situada en un terreno de la localidad de Grañén, provincia de Huesca, perteneciente a la comarca de Los Monegros. Esta localidad se encuentra a 23,2 km de Huesca y a 77,3 km de Zaragoza.

En concreto, las parcelas objeto de estudio están situadas en la partida Alfandega, polígono 501, parcelas 92 y 93 en el término municipal de Grañén.

El acceso a la explotación se encuentra en la carretera A-1210: desde Grañén, en dirección Fraella, a aproximadamente 4,2 km se gira hacia la derecha para acceder al camino que lleva hasta la finca objeto de la explotación.

### 1.3. CARACTERÍSTICAS DE LA PARCELA

La finca donde se ubica la explotación suma un total de 3,3 ha.

La parcela en la que se encuentran las instalaciones es de regadío y posee una pendiente suave. Se llevarán a cabo las operaciones necesarias con el fin de adecuar el terreno a las necesidades de la explotación.

### 1.4. ORIENTACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN

En zonas con vientos fuertes, se aconseja que el eje mayor del edificio siga la dirección del viento. De esta manera, las naves de la explotación tendrán orientación noroeste-sureste, con el fin de evitar la acción negativa de los vientos dominantes de la zona (cierzo) al entrar por las ventanas, pudiendo afectar al ambiente controlado que del interior de la nave.

## 2. LEGISLACIÓN Y NORMATIVA

### 2.1. CLASIFICACIÓN DE LA ACTIVIDAD

Las actividades desarrolladas en la explotación objeto del presente proyecto se encuentran comprendidas en el ámbito del Reglamento de Actividades Molestas, Insalubres, Nocivas y Peligrosas (R.A.M.I.N.P.), aprobado por el Decreto 2414/1961, de 30 de noviembre y modificado por Decreto 3492/1964, de 5 de noviembre.



De esta manera, para el presente proyecto, el R.A.M.I.N.P. clasifica la actividad como actividad “molesta”, puesto que produce malos olores y estiércoles.

## 2.2. NORMATIVA DE EMPLAZAMIENTO

Según el Decreto 94/2009, de 26 de mayo, del Gobierno de Aragón, por el que se aprueba la revisión de las Directrices sectoriales sobre actividades e instalaciones ganaderas, las distancias mínimas que debe cumplir la explotación que nos atañe en el presente proyecto son las siguientes (Tabla 1, Tabla 2 y Tabla 3) :

### Distancias mínimas desde la instalación ganadera a elementos relevantes del territorio

**Tabla 1** : Distancias mínimas desde la instalación ganadera a elementos relevantes del territorio

Elementos relevantes del territorio	Distancia mínima	Distancia del proyecto	
De los cerramientos de parcelas (o vallados), respecto al eje de caminos y de edificios respecto a linderos	10 metros	> 10	CUMPLE
Carreteras	50 metros	> 50	CUMPLE
A cauces de agua, lechos de ríos y embalses	35 metros	> 35	CUMPLE
A acequias y desagües de riego	15 metros	> 15	CUMPLE
Captaciones de agua para abastecimiento	250 metros	> 250	CUMPLE
Tuberías de abastecimiento	15 metros	> 15	CUMPLE
Pozos no destinados al abastecimiento	35 metros	> 35	CUMPLE
Zonas de baño reconocidas	200 metros	No hay en la zona	CUMPLE
Zonas de acuicultura	100 metros	No hay en la zona	CUMPLE
Complejos turísticos	500 metros	> 500	CUMPLE
Viviendas de turismo rural	300 metros	> 300	CUMPLE
Monumentos	1.000 metros	No hay en la zona	CUMPLE
Polígonos industriales	200 metros	> 200	CUMPLE
Industrias alimentarias	100 metros	No hay en la zona	CUMPLE
A agrupaciones zoológicas de fauna silvestre en cautividad	1.000 metros	No hay en la zona	CUMPLE
A núcleos zoológicos con especies animales distintas a las de la explotación	100 m. hasta 20 animales y 200 m. más de 20 animales	No hay en la zona	CUMPLE
A núcleos zoológicos con especies coincidentes a las de la explotación	200 m. hasta 20 animales y 300 m. más de 20 animales	No hay en la zona	CUMPLE

### Distancias mínimas a núcleos de población

**Tabla 2 :** Distancias mínimas a núcleos de población

Especie animal	Núcleos de población de 500 a 3.000 habitantes	Grañén (1902 habitantes)	
Aves	1.000 metros	3.200 metros	<b>CUMPLE</b>

### Distancias mínimas entre explotaciones ganaderas

**Tabla 3 :** Distancias mínimas entre explotaciones ganaderas

Especie	Distancia mínima	Distancia del proyecto	
Avícola	500	1.700 m	<b>CUMPLE</b>
Especies diferentes	100	> 500 m	<b>CUMPLE</b>

## 3. MEDIDAS CORRECTORAS Y PROTECTORAS

### 3.1. ESTERCOLERO

Se proyecta un estercolero impermeable con pendiente para escurrido de líquidos con solera de hormigón y pared de bloque que constará de las siguientes dimensiones:

- 20 metros de largo
- 7 metros de ancho
- 2 metros de altura de pared

El volumen real del estercolero será de 280 m<sup>3</sup> y dispone de una fosa de decantación para las fracciones líquidas que proceden de la lixiviación de los estiércoles y de la red de saneamiento.

Las dimensiones de la fosa serán:

- 10 m de largo
- 3 m de ancho
- 2 m de profundidad

El volumen real de la fosa de decantación será de 60 m<sup>3</sup>.

### 3.2. FOSA DE CADÁVERES

Es dimensionada para albergar un 2% de bajas y tendrá un volumen total de 2,64 m<sup>3</sup>.

### 3.3. VADO SANITARIO

Se construirá un vado sanitario a la entrada de la explotación para que todo vehículo que entre en la parcela pase por él. Contendrá agua con una solución desinfectante y será de dimensiones:

- 8 m de largo
- 4 m de ancho

Con pendiente del 8% en sus dos extremos longitudinales.

### 3.4. VALLADO PERIMETRAL

Se realizará un vallado perimetral de toda la explotación con malla metálica de 2 m de altura, con puerta de acceso de dos hojas de 5 metros de longitud y 2 m de altura.

## 4. NORMATIVA DE RESIDUOS GANADEROS

### 4.1. NORMATIVA CON RESPECTO A LA CONTAMINACIÓN POR NITRATOS

Según el Decreto 94/2009, de 26 de mayo, del Gobierno de Aragón, por el que se aprueba la revisión de las Directrices Sectoriales sobre Actividades e Instalaciones Ganaderas, el titular de la explotación ganadera deberá disponer de suelo agrícola cultivado suficiente para asimilar los estiércoles generados por la actividad, justificándose, según criterios técnicos, la producción de estos residuos y las dosis de aplicación ambientalmente asumibles en función de las características agroclimáticas de la zona y cumpliendo, cuando sea de aplicación, con lo establecido en la Directiva 91/676/CEE, traspuesta al Ordenamiento Jurídico español por el R.D. 261/96, de 16 de febrero.

Debido a que el municipio de Grañén no se sitúa en zonas vulnerables a la contaminación de las aguas por nitratos, la dosis máxima de aplicación de los estiércoles será 210 kg de N/hectárea y año.

Dentro del Decreto 94/2009, de 26 de mayo, y concretamente en el anexo I, aparece una tabla que indica la producción de nitrógeno por plaza y año de las distintas especies animales. En el caso que nos atañe en el presente proyecto, esta producción en el caso de los *broilers* será de 0,20 kg N/ pollo y año. De esta manera, la superficie mínima que se debe disponer para realizar el vertido del estiércol se calculará de la siguiente manera:

$$(6.600 \text{ kg N/año}) / (210 \text{ kg N/ha y año}) = 31,43 \text{ ha}$$

## 5. ANÁLISIS DEL SECTOR

El sector de la carne de la avicultura de carne supone en España un 15,4% sobre la Producción Final Ganadera (PFG) y un 5,8% de la Producción Final Agraria (PFA).

La situación de este sector a nivel mundial indica un aumento progresivo de la producción desde el año 2004 aunque se ha producido una estabilización en los últimos años. Los principales países productores y consumidores de carne de pollo son EE.UU., China y Brasil.

Con respecto a la situación a nivel europeo, a la cabeza en cuanto a producción se encuentran países como Polonia, Reino Unido o España, que han experimentado un aumento en producción y cuya tendencia indica que esta seguirá aumentando.

El sector del pollo broiler en España, ha experimentado un incremento de la producción de aves y del peso de la canal. Por el contrario, se ha producido un descenso del número de explotaciones así como del consumo en los hogares españoles.

El comercio español en materia de carne de pollo ha sufrido un incremento de las exportaciones hacia países miembros de la UE, principalmente Portugal y Francia.

Los precios durante los últimos años han sufrido fluctuaciones debido al precio tan variable de las materias primas.

## 6. ESTUDIO DEL MEDIO

El medio físico en el que se encuentra la explotación objeto del presente proyecto se caracteriza por tener un clima mediterráneo continentalizado, caracterizado por la aridez y por fuertes sequías crónicas.

Otros rasgos importantes del clima en la comarca de Los Monegros son las heladas invernales y la niebla que se forma en condiciones de estabilidad atmosférica y que provoca un aporte extra de humedad al suelo en época invernal.

Con respecto a la situación socioeconómica de la comarca de Los Monegros esta viene marcada por un claro descenso en la población dedicada al sector primario debido principalmente a la ausencia de relevo generacional.

Este sector primario se caracteriza por una agricultura dedicada principalmente al cultivo de cereales de secano (trigo y cebada). Con la llegada de la modernización de los regadíos se produjo una transformación en la producción en cultivos como el maíz, arroz y alfalfa.

Con respecto a los datos climáticos en la población de Grañén tenemos:

- Temperatura media absoluta: 13,57 °C
- Temperatura máxima absoluta: 27,3 °C
- Temperatura mínima absoluta: 0,87 °C
- Precipitación total mensual: 340,8 mm

Las precipitaciones se producen principalmente en los meses de primavera y de otoño. Durante el verano se produce una escasez de precipitación que suele darse en forma de tormentas con fuerte aparato eléctrico.

La zona de ubicación de la explotación se caracteriza por ser una zona en la que se producen vientos fuertes principalmente de componente Noroeste (comúnmente denominado “cierzo”) aunque también se produce viento de componente sureste que se conoce como “bochorno” que posee velocidades menores que el primero.

Los índices climáticos obtenidos son:

- Índice de Martonne = 14,45 lo que nos indica que el ambiente es semiárido mediterráneo.
- Índice termopluviométrico de Lang= 25,1mm que clasifica la zona como árida.
- Índice bioclimático de Dantin Cereceda y Revenga Carbonell = 3.98 mm que clasifica el clima como mediterráneo continental.

## 7. BASE GENÉTICA

La base genética de los pollos destinados a producción de carne la poseen un grupo reducido de empresas que son las encargadas de su distribución a nivel mundial.

La cría de pollo se realiza a partir de híbridos comerciales en lugar de razas puras por poseer mejores características genéticas que sus estas. La selección se basa principalmente en el concepto de heterosis o vigor híbrido.

La industria de la avicultura de carne utiliza principalmente las dos siguientes razas para la producción de los híbridos comerciales:

- Raza White Cornish para la selección de los machos, ya que aporta una excelente conformación cárnica y es responsable de los altos índices productivos.
- Raza Plymouth - White Rock para la selección de las hembras, puesto que aporta elevadas dotes en la puesta, dando viabilidad al pollito y las características del huevo.

Los principales criterios de selección genética para la obtención de pollos de engorde son:

- Crecimientos elevados. Se alcanzan pesos en torno a 2,5-3 kg en un plazo de 7 semanas aproximadamente.
- Excelentes índices de conversión. Los pollos de engorde actuales tienen una elevada transformación del pienso en carne.
- Buena conformación cárnica. Formación de masas musculares principalmente en pecho y muslos.

## 8. BIENESTAR ANIMAL

El bienestar puede definirse como el estado en el que se encuentra un animal cuando está en armonía con el medio que le rodea, tiene cubiertas sus necesidades principales y además disfruta de una salud tanto física como mental adecuada.

Con el fin de mantener el bienestar de los animales en la explotación, se deberán respetar las conocidas como Cinco Libertades del Bienestar Animal:

- Estar libres de sed y hambre.
- Estar libres de incomodidad, bien sea térmica o física.
- Estar libres de dolor, lesiones y enfermedad.
- Tener libertad de expresar un comportamiento normal.
- Estar libres de miedo y angustia.

### 8.1. NORMATIVA EN EXPLOTACIONES AVÍCOLAS

El RD 692/2010 establece los siguientes requisitos que deberán cumplir las explotaciones que se dediquen a la cría de pollos de engorde:

- VIGILANCIA: Los *broilers* presentes en la explotación deberán ser inspeccionados 2 veces al día como mínimo.
- BEBEDEROS Y COMEDEROS: El derramamiento tanto de comida como de agua deberá ser el mínimo posible.
- ALIMENTACIÓN: La retirada de la alimentación deberá realizarse como máximo 12 horas antes del sacrificio.
- ESTADO DE LA CAMA: La cama deberá estar seca y ser adecuado para los animales.
- VENTILACIÓN Y CALEFACCIÓN: El ambiente será controlado mediante un correcto manejo de las instalaciones de ventilación y calefacción, evitando excesos de temperatura, de humedad y de gases nocivos para los animales.
- ILUMINACIÓN: La iluminación será la adecuada a cada etapa de crecimiento de los animales de la explotación.
- RUIDO: El nivel de ruido en la nave será mínimo para evitar el estrés.
- LIMPIEZA: Se realizará una correcta limpieza tanto de la nave como de los equipos tras la salida de cada lote de pollos de engorde.

- INTERVENCIONES QUIRÚRGICAS: Prohibición de todas las posibles intervenciones quirúrgicas que no se realicen por motivos terapéuticos.
- DENSIDAD DE POBLACIÓN: La densidad máxima de población en una explotación no excederá en ningún momento los 33 kg de PV/m<sup>2</sup> de zona utilizable.

## 8.2. FACTORES QUE DETERMINAN EL BIENESTAR DE LOS ANIMALES

Algunos de los factores que determinan el bienestar animal en las explotaciones de pollos de carne son:

- MANEJO. Es importante que los animales en la explotación tengan la misma edad y tamaño. Además, un acceso a agua y alimento adecuados en cada etapa de su crecimiento.
- INSTALACIONES. Un correcto diseño y dimensionado de las instalaciones aseguran el bienestar de los animales.
- CLIMA. El efecto del clima tanto directo (dependiente de factores como temperatura, humedad, radiación solar...) como indirecto (pluviometría de la zona, nubosidad...) tendrá repercusión en el bienestar de los animales.
- MOVIMIENTO DE ANIMALES. Se deben facilitar los movimientos minimizando al máximo los posibles efectos negativos que pudieran tener sobre los animales.

## 8.3. INDICADORES DE BIENESTAR EN LOS ANIMALES

Los indicadores de bienestar en los animales estarán basados fundamentalmente en el animal o en el trato del personal responsable sobre ellos.

### INDICADORES BASADOS EN EL ANIMAL

Un animal expuesto a situaciones de estrés pierde significativamente la condición de bienestar y se produce una alteración del equilibrio de su organismo.

Las respuestas del animal a condiciones de estrés transcurren en tres etapas:

- Etapa de alerta, en la que el animal se prepara para una posible situación dañina.
- Etapa de resistencia, en la que el animal todavía es capaz de reparar el daño.
- Etapa de agotamiento, cuando el animal no es capaz de superar la situación de estrés sufrida y como consecuencia sufre algún tipo de daño en su organismo.

El bienestar de los animales puede comprobarse mediante una serie de parámetros:

### PARÁMETROS FISIOLÓGICOS

- Medición de niveles de hormonas en la sangre de los animales.
- Observación y cuantificación del ritmo y frecuencia cardíaca.
- Control de posibles efectos asociados al miedo.

## PARÁMETROS DE COMPORTAMIENTO

Uno de los principales parámetros de comportamiento son las estereotipias (secuencias de movimientos repetitivas que se producen cuando el animal se encuentra en un ambiente poco adecuado). Estas conductas afectan a la salud y la productividad de los animales.

## INDICADORES DE MANEJO

El trato y la actitud que tenga el personal responsable del cuidado de los animales sobre ellos es un aspecto muy importante en el tema del bienestar animal.

Un inadecuado manejo por parte de dichos responsables puede desencadenar situaciones de miedo y estrés de los animales, lo que conllevará cambios significativos en el comportamiento y en el organismo del propio animal.

## 9. SANIDAD E HIGIENE

La sanidad animal es un factor clave para el desarrollo de la ganadería y depende fundamentalmente de un correcto bienestar animal y de una serie de prácticas que deben llevarse a cabo para prevenir posibles enfermedades.

Un correcto manejo de la explotación minimizará la posibilidad de aparición de enfermedades colectivas, asegurando de esta manera la sanidad de un lote.

### 9.1. ENFERMEDADES EN EXPLOTACIONES AVÍCOLAS DE CARNE

A continuación se enumeran las principales enfermedades que afectan a explotaciones avícolas de carne:

#### ENFERMEDADES PARASITARIAS

##### ENFERMEDADES CAUSADAS POR PARÁSITOS INTERNOS

**COCCIDIOSIS:** La coccidiosis es una enfermedad producida por protozoos de carácter microscópico que afectan al sistema digestivo de las aves dañando a las células encargadas de la absorción de los alimentos.

**ASCARIDIASIS:** Enfermedad causada por el parásito *Ascaridia spp.* que produce diarrea y decaimiento, reduciéndose la eficiencia alimentaria y llegando a provocar la muerte del animal en los casos de afección más severos.

**SIGMOSIS TRAQUEAL:** La sigmosis traqueal es una enfermedad producida por parásitos que se adhieren a la tráquea y que pueden llegar a taponarla, produciéndole al ave la muerte por asfixia.



## ENFERMEDADES CAUSADAS POR PARÁSITOS EXTERNOS

**ÁCAROS:** Los ácaros son parásitos que pueden afectar a las aves bien produciendo una picadura para alimentarse de la sangre que provocan en las aves retraso en su crecimiento, daños en el plumaje o incluso, en las infestaciones más graves, la muerte.

**PIOJOS:** Los piojos que afectan a las aves son de tipo masticador. El principal efecto que producen en los animales es la irritación.

## ENFERMEDADES PARASITARIAS

### CÓLERA AVIAR

Enfermedad causada por una bacteria que afecta principalmente al aparato digestivo de las aves. La infección se produce debido a las heces de aves enfermas que se encuentran tanto en la cama como en el agua o el alimento.

### CORIZA INFECCIOSA

La coriza infecciosa es una enfermedad que afecta principalmente al aparato respiratorio de las aves y su infección se produce por contacto directo entre aves, aunque también debido al transporte de la bacteria en las partículas de polvo que se encuentren en el ambiente.

## ENFERMEDADES CAUSADAS POR VIRUS

### INFLUENZA AVIAR

Esta enfermedad está provocada por el virus de la influenza aviar.

En su forma grave, el virus afecta al sistema respiratorio, pero también puede invadir órganos y tejidos produciendo hemorragias internas y donde la mortalidad puede alcanzar el 100%.

### ENFERMEDAD DE NEWCASTLE

La enfermedad de Newcastle es una infección causada por un virus elevadamente contagioso que provoca desórdenes respiratorios nerviosos.

### ENFERMEDAD DE MAREK

La enfermedad de Marek es causada por un virus que pertenece a la familia de los herpes que induce la proliferación tumoral de las células linfoides en órganos y tejidos.

El método de control más efectivo es la vacunación de los animales antes de su salida de la sala de incubación.

Además también existirán enfermedades causadas por hongos y carenciales y metabólicas.

### 9.2. HIGIENE EN LA EXPLOTACIÓN

Es un aspecto muy importante en una explotación la limpieza y desinfección tanto del interior de la nave como del exterior.

Estos procesos se llevarán a cabo en el período de tiempo entre lotes y deberán asegurar una correcta higiene en la explotación.

Deberán utilizarse una serie de prácticas de bioseguridad para reducir al mínimo la exposición de los animales de la explotación a organismos causantes de enfermedades contagiosas y parasitarias y serán realizadas por todo el personal de la explotación.

## 10. ALIMENTACIÓN

La alimentación suministrada a los pollos *broilers* se encuentra distribuida en un programa de alimentación que posee diferentes etapas:

### ALIMENTACIÓN DE INICIACIÓN

El alimento de iniciación para *broilers* debe suministrarse como mínimo durante los 10 primeros días de crianza con el fin de alcanzar los objetivos de peso corporal.

El principal objetivo durante esta etapa de crianza es lograr un crecimiento temprano máximo, además de un buen apetito de los animales.

### ALIMENTACIÓN DE CRECIMIENTO

El alimento en esta etapa de crecimiento se suministra durante 14 a 16 días tras el pienso de iniciación. El cambio entre las dos dietas conlleva un cambio en el tipo de pienso, ya que se pasa de migajas o minipélet en piensos de iniciación a pélet en piensos de crecimiento. Dicho cambio se debe llevar a cabo con cuidado, ya que se podría producir una disminución en el consumo de alimento.

### ALIMENTACIÓN DE FINALIZACIÓN

El pienso de finalización se suministra a partir de los 25 días de edad.

En esta etapa de finalización, los cambios corporales del animal ocurren de manera rápida, con lo que se deberá evitar un depósito de grasa excesivo además de pérdida en la carne.

### 10.1. DISTRIBUCIÓN DE AGUA

Los *broilers* deberán tener acceso al agua 24 horas al día puesto que las necesidades de los animales con respecto al consumo de agua varían en función del consumo de pienso.

Se deberá revisar la altura y el funcionamiento de los bebederos de tetina diariamente, ajustando y reparando en los casos que sea necesario adaptándose a las diferentes etapas de crecimiento de los animales.

Estos bebederos de tetina se colocarán en conducciones de PVC repartidos en hileras que irán suspendidas del techo a lo largo de toda la nave de manera uniforme. Así, se colocarán 5 hileras con 550 tetinas cada una para abastecer las necesidades de los animales.

La limpieza de estos bebederos se realizará con agua a presión además de una solución de limpieza a la salida de cada lote de animales.

### 10.2. DISTRIBUCIÓN DE COMIDA

Un aspecto muy importante a la llegada de los pollitos a la nave es que tengan fácil acceso tanto al agua como al alimento, de manera que no sea necesario su desplazamiento para encontrar el alimento.

Para ello, se deberán colocar láminas de papel de unos 60-70 cm de anchura a cada lado de las líneas de bebederos, con el fin de que los animales tengan acceso tanto al pienso que se distribuya sobre dichas láminas como a la bebida.

Tras esta primera etapa de crecimiento, se colocarán los comederos definitivos que serán platos a los que llegará el alimento mediante tubos sinfín repartidos en líneas también suspendidas del techo. Se colocarán 4 hileras con 138 platos cada una.

## 11. MANEJO DE LA EXPLOTACIÓN

La crianza de pollo *broiler* es la etapa final para la producción de carne de pollo y su correcta realización dependerá fundamentalmente de la calidad de los pollitos que lleguen a la explotación), además de un correcto manejo por parte del personal de la explotación.

El objetivo principal del diseño de la explotación en la que se centra el presente proyecto es el cebo de pollos *broiler*, que llegarán a las instalaciones con un peso aproximado de unos 40 gramos. Tras un ciclo de siete semanas, saldrán hacia matadero con un peso que se situará alrededor de los 2,4 kg.

Cada explotación destinada a la crianza de pollos *broiler* posee una densidad de aves óptima. Una vez superada dicha densidad óptima, los problemas aumentan de una manera exponencial. Según la legislación vigente, la densidad máxima de población en una explotación no debe superar en ningún momento los 33 kg de PV/m<sup>2</sup>.

La densidad habitual en explotaciones de este tipo suele ser 18 aves/m<sup>2</sup>, si bien es cierto que se puede aumentar dicha cifra hasta las 19 aves/m<sup>2</sup>. Este aumento de densidad implicará un aclareo adecuado antes de completar la crianza, con el fin de cumplir la normativa exigible.

### 11.1. ETAPAS DE LA CRIANZA DE LOS POLLOS

#### Etapa 1. Manejo del pollito de primera edad.

La preparación de la nave antes del ingreso de los pollitos en ella es un factor muy importante para asegurar tanto el bienestar de los animales en la etapa inicial de su crecimiento como su posterior desarrollo.

##### **Temperatura y humedad relativa (HR)**

Se debe precalentar la nave durante un mínimo de 24 horas antes de la entrada de los pollitos a la explotación. La temperatura del aire debe estar en torno a los 30 °C, medida a la altura del animal y en la zona en la que se encuentra el alimento y el agua.

Con respecto a la humedad relativa, esta debe estar en torno al 60-70 %.

##### **Cama**

La preparación de la cama o yacija de manera correcta es fundamental para el correcto desarrollo de las aves.

Se deberá extender el material de la cama de manera uniforme y con un espesor de entre 10 y 15 cm (dependiendo siempre del peso final que deberán alcanzar las aves).

- Humedad. La humedad del material debe situarse durante todo el proceso en torno al 20-25 %. Dicha humedad deberá ser controlada por los sistemas de ventilación y de regulación de la temperatura.
- Renovación de la yacija húmeda. Un aspecto muy importante en cuanto al mantenimiento de la cama es evitar su apelmazamiento. Se deberá remover con frecuencia y sustituirla en el caso de que fuera necesario.

La temperatura de la cama antes de la llegada de los pollitos deberá situarse en torno a 28-30 °C.

### **Suministro de agua y alimento**

El agua debe estar presente en todo momento en la nave, además de encontrarse en un estado adecuado de limpieza y temperatura y situarse siempre a una altura adecuada.

Antes de la llegada de los pollitos se deben llenar todas las líneas de bebederos y eliminar las posibles burbujas de aire que se pudieran haber formado.

Con respecto al suministro de alimento, este debe realizarse en forma de microgránulos (el denominado pienso de arranque o de iniciación) y colocado sobre papel.

### **Iluminación**

Durante los 7 días iniciales, se debe proporcionar a los pollitos 23 horas de luz con una intensidad de entre 30 y 40 lux y una hora de oscuridad.

### **Manejo del pollito**

Con respecto al manejo del pollito en esta primera etapa en la que son transportados a la nave, se deben llevar a cabo una serie de operaciones:

En primer lugar, se procederá a la rápida descarga de las cajas en las que viajan alojados los animales, para posteriormente ser distribuidos en las zonas habilitadas para ello (cerca del agua y del alimento).

Se aconseja reducir la intensidad de la iluminación durante la descarga de los animales para reducir el estrés.

Una vez descargadas las cajas, se deberán comprobar los siguientes aspectos en una muestra elegida al azar de todas las llegadas:

- Peso de los pollitos.
- Número de pollitos.
- Vitalidad de los pollitos.

Tras la comprobación de estos puntos, se debe dejar a los animales entre 1 y 2 horas para que se aclimaten y establezcan en su nuevo ambiente. Transcurrido este tiempo, se deberá verificar que todos tengan acceso al agua y al alimento y que las condiciones ambientales sean óptimas.

En cuanto a las condiciones ambientales necesarias en el momento de la entrada de los animales a la nave, estas deberán estar especialmente controladas con la ayuda de sondas de temperatura, humedad y de control de gases nocivos.

Se deberá controlar la temperatura corporal mediante calefacción e ingesta de alimento, asegurándose de que los animales se alimenten e hidraten correctamente.

### **Etapas 2. Manejo hasta los 21 días**

Esta segunda etapa de crecimiento de los *broilers* es de vital importancia a la hora de facilitar un crecimiento adecuado y saludable en las últimas semanas de engorde,

El período comprendido entre los 7 y los 21 días de vida de los pollos es en el que se permite controlar el peso de manera más fácil con distintos programas de iluminación. Según la legislación vigente durante este periodo, la iluminación deberá seguir un ritmo de 24 horas e incluir períodos de oscuridad de duración mínima de 6 horas en total, con un período mínimo de oscuridad ininterrumpida de 4 horas, con exclusión de períodos de penumbra.

Es recomendable que, a partir de los 7 días de edad del pollito, la intensidad de luz se disminuya gradualmente hasta alcanzar los 5-10 lux a los 21 días de vida.

El alimento de crecimiento se suministra durante 14-16 días. El cambio de pienso de arranque al de crecimiento conlleva un cambio de textura de microgránulos a gránulos enteros.

### **Etapas 3. Fase final o de engorde y captura**

En la última etapa de crecimiento o período final de engorde los animales pasan de un peso de unos 800 gramos a los 21 días a un peso final de 2,4 kg a los 49 días. Se trata de la etapa final de mayor crecimiento de los pollos.

El manejo durante esta etapa se centrará principalmente en eliminar el exceso de calor y la humedad en el interior de la instalación, gracias a un manejo correcto de las instalaciones de ventilación y refrigeración.

Se suministra alimento finalizador a partir de los 25 días de edad aproximadamente.

Con respecto a la temperatura adecuada de los animales a partir de la 3ª semana, esta se situará de manera general entre los 20 y los 23 °C.

En cuanto a la iluminación, esta será de 23 horas de luz como mínimo 3 días antes de la captura, y la intensidad será superior a 5-10 lux.

Es necesaria la retirada del alimento con el fin de que el tracto gastrointestinal esté vacío antes del sacrificio. Se recomienda impedir el acceso a alimento entre 8 y 12 horas antes del sacrificio. Con respecto al suministro de agua, este no deberá interrumpirse hasta el momento de la captura.

El proceso de captura debe llevarse a cabo de manera adecuada con el fin de evitar estrés en los animales, daños o lesiones graves. Dicha captura en la explotación se realizará de manera manual, cogiendo a las aves con cuidado y por los dos tarsos.

### 11.2. ILUMINACIÓN

La mayoría de los procesos que experimentan los pollos de engorde se producen durante el día. Por todo ello es importante definir ciclos de luz y oscuridad en los ambientes controlados de las naves.

El programa de iluminación que se lleve a cabo debe estar adaptado a las necesidades de cada lote y consistirá en períodos de luz a lo largo del día alternados con períodos de oscuridad que garanticen el descanso de los animales.

En los primeros 7 días de vida del pollito se suministrarán 23 horas de luz y una hora de oscuridad. Después de los 7 días de edad, el suministro de 5 horas de oscuridad puede ser óptimo para los animales. Antes del sacrificio puede optarse por un incremento en el número de horas de luz, aumentando a 23 horas los 3 días anteriores a este.

Los cambios en los períodos de luz deberán ser graduales (2-3 días), para no afectar al bienestar de los animales debido al estrés que provocan.

Las fuentes de luz deberán encontrarse en perfecto estado de funcionamiento y su intensidad lumínica debe ser de 30-40 lux durante los primeros 7 días de vida de los animales pudiéndose reducir a 5-10 lux a partir de entonces.

La intensidad de la luz para lograr un nivel de oscuridad como el de la noche deberá ser de 0,4 lux.

### 11.3. AMBIENTE

El ambiente de la nave deberá estar libre de polvo, amoníaco, dióxido de carbono, monóxido de carbono y de una humedad excesiva.

Una continua exposición a estos elementos contaminantes puede provocar afecciones en el tracto respiratorio pudiendo desencadenar enfermedades respiratorias graves.

Los parámetros ambientales deben estar dentro de unos límites según la legislación vigente:

- La concentración de amoníaco (NH<sub>3</sub>) no será superior a 20 ppm y la de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) no será superior a 3.000 ppm siempre medidas al nivel de la cabeza de los animales.

- La humedad relativa media de la nave durante 48 horas no podrá superar el 70% siempre y cuando la temperatura del exterior sea inferior a 10 °C.
- La temperatura interior no excederá en más de 3 °C de la temperatura exterior cuando esta última, siempre medida a la sombra, supere los 30 °C.

En el interior de la nave se colocarán sondas de temperatura, de humedad, de CO<sub>2</sub> y de amoníaco repartidas a lo largo de toda la nave para el control de dichos parámetros.

### 11.4. VENTILACIÓN Y REFRIGERACIÓN

Los principales objetivos de la ventilación son mantener unos niveles adecuados de humedad y de temperatura y unos niveles bajos de los contaminantes ambientales.

Los animales producen un volumen de agua que pasa al ambiente, aumentando la humedad. Este exceso de humedad que se transmite al ambiente se retira a través de la ventilación.

Se debe mantener una temperatura adecuada y uniforme a lo largo de toda la nave, especialmente en las etapas iniciales de crecimiento de los pollos de engorde. Con el fin de conseguir esta uniformidad existen 3 etapas de la ventilación: mínima, de transición y túnel.

#### **Ventilación mínima**

El principal objetivo de la ventilación mínima es introducir en la nave la cantidad suficiente de aire fresco, eliminando el exceso de humedad y los niveles de amoníaco y manteniendo de esta manera la temperatura.

Es recomendable llevar a cabo la ventilación mínima siempre que haya animales en la nave.

#### **Ventilación de transición**

El objetivo de este tipo de ventilación es eliminar el exceso de calor cuando se eleva la temperatura del interior de la nave. Los ventiladores utilizados en este tipo de ventilación pasarán a funcionar de manera continua (a diferencia de la ventilación mínima) con el fin de regular la temperatura de la nave.

Durante este tipo de ventilación de transición, se introduce un gran volumen de aire en la nave y se utiliza principalmente cuando el aire exterior es demasiado frío o los animales son muy pequeños como para poder utilizar la ventilación tipo túnel.

El comportamiento de las aves, principalmente su distribución y su actividad, será el factor más importante para indicar si el proceso se está ejecutando de manera adecuada.



### **Ventilación tipo túnel**

La ventilación tipo túnel consiste en eliminar el exceso de calor que se encuentra en la nave. Se da principalmente en climas cálidos y en las últimas fases de crecimiento de las aves. De manera habitual, su funcionamiento se acompaña con un sistema de refrigeración.

Los ventiladores utilizados son de gran caudal y la admisión de aire se produce por el extremo opuesto de la nave donde se encuentran los mismos. Este tipo de ventilación produce un efecto de enfriamiento por viento.

### **Refrigeración mediante paneles evaporativos**

Los paneles evaporativos deberán funcionar antes de que todos los ventiladores de la ventilación tipo túnel se ponga en marcha, con el fin de conseguir una correcta evaporación y distribución del aire a través de la nave, y únicamente cuando la temperatura exceda de los 28 °C y los animales tengan más de 28 días de edad.

## **11.5. MANEJO DE LA CAMA**

Un buen manejo de la cama, además de una buena elección del material, serán aspectos clave en la producción de pollo de engorde.

Es muy importante que el material de la cama proporcione una serie de características favorables para el correcto manejo de la explotación: una correcta absorción de la humedad ambiental, una baja producción de polvo ambiental y que aporte comodidad a las aves.

La reutilización de la cama entre lotes de animales no es recomendable.

En el caso de que se mojara la cama situada debajo de la línea de bebederos, esta debería ser renovada para que los animales vuelvan a utilizar esa zona.

## **11.6. MANEJO DEL ESTRÉS POR CALOR**

La termorregulación de las aves se produce básicamente a través del aire, de manera que el movimiento de este absorbe su calor corporal y lo transfiere al ambiente.

Conforme la temperatura ambiental va en aumento la disipación de calor de los animales se ve reducida, aumentando su temperatura corporal.

Si la temperatura ambiental supera los 26,7 °C, las aves sufrirán estrés por calor y el mejor método para evitarlo es un correcto manejo de la ventilación, ya que mantendrá los niveles tanto de temperatura como de humedad en el interior de la nave.

## 12. CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS

La nave de la explotación tendrá una orientación Noroeste-sureste y será de dimensiones entre ejes de pilares de 125 x 15 m, con uno de sus vanos destinado a oficina, aseo y almacén y con una superficie útil para la cría de *broilers* de 1800 m<sup>2</sup>.

La cimentación de la nave se realizará mediante zapatas aisladas de hormigón armado en todos los pilares que se unirán mediante vigas de arriostramiento.

La estructura de la nave será a base de pórticos metálicos a 2 aguas de 15 m de luz con altura de pilar de 2,5 m y 4 m hasta cumbrera y con pendiente del 20%. La separación entre pórticos será de 5 m.

Los cerramientos de fachada serán de panel sándwich de e= 50mm. En los laterales de la nave se encontrarán las ventanas de dimensiones 1 x 0,40 m así como las entradas de aire para la refrigeración. En el lado opuesto a estas últimas aberturas se colocarán los ventiladores.

La cubierta se realiza con correas metálicas de 1,87 m de separación y como cerramiento panel tipo sándwich y una chapa metálica por la cara interior de la nave.

### CÁLCULO DE LAS CORREAS DE CUBIERTA

Las correas de cubierta elegidas serán CF 200-80-3.

Las cargas que soportarán las correas así como su coeficiente de ponderación serán los siguientes:

ACCIÓN CARACTERÍSTICA		COEFICIENTE DE PONDERACIÓN	COEFICIENTE DE SIMULTANEIDAD	ACCIÓN PONDERADA (kg/m)
PERMANENTE	43,1	1,35	1	58,17
CARGA DE NIEVE	106,59	1,5	1	159,89
ACCIÓN DE VIENTO	18,80	1,5	1	28,19
TOTAL (kg/m)				246

La carga que deberán soportar las correas será de 246 kg/m = **2,46 kN/m**

### CÁLCULO DE LOS PÓRTICOS TIPO

Los pilares y dinteles del pórtico tipo elegidos serán IPE 300.

Las cargas que soportarán los pórticos así como su coeficiente de ponderación serán los siguientes:

VIGAS:

ACCIÓN CARACTERÍSTICA		COEFICIENTE DE PONDERACIÓN	COEFICIENTE DE SIMULTANEIDAD	ACCIÓN PONDERADA (kg/m)
PERMANENTE	115	1,35	1	155,13
CARGA DE NIEVE	284,25	1,5	1	426,38
ACCIÓN DE VIENTO	51,71	1,5	1	77,57
TOTAL (kg/m)				659

PILARES:

ACCIÓN CARACTERÍSTICA		COEFICIENTE DE PONDERACIÓN	COEFICIENTE DE SIMULTANEIDAD	ACCIÓN PONDERADA (kg/m)
VIENTO BARLOVENTO	279,34	1,5	1	419
VIENTO SOTAVENTO	-121,11	1,5	1	-182

La carga que deberán soportar las vigas será de 659 kg/m = **6,59 kN/m**.

La carga que deberán soportar los pilares será de 419 kg/m = 4,19 kN/m sobre el pilar a barlovento y de 182 kg/m = 1,82 kN/m en el faldón a sotavento.

### CÁLCULO DE LOS PÓRTICOS HASTIALES

Los pilares y dinteles del pórtico tipo serán IPE 300 y se añadirán dos pilares HEB120 que se colocarán en el interior de la luz del pórtico.

El axil que recibirá cada pilar se calcula con la mitad de la carga de la cubierta multiplicado por los metros que recibe cada pilar, que serán 2,5 m.

La carga vertical máxima que recibe de cubierta es 659 kg/m.

El axil que soportará el pilar será:

$$N = 1,1 \cdot \frac{659 \text{ kg/m}}{2} \cdot 5 \text{ m} = 1.812,3 \text{ kg}$$

El momento que recibirá el pilar de 421,1 kg·m

El pórtico destinado a los locales de aseos-oficina y almacén será del mismo tipo que el pórtico hastial.

**CÁLCULO DE LAS ZAPATAS**

Las dimensiones de la zapata elegida serán 3 m de largo x 2,5 m de ancho x 1 m de canto y cuyo peso propio será de 187,5 kN.

Será necesario comprobar la resistencia de las zapatas según criterios de hundimiento, vuelco, deslizamiento y tensión transmitida al terreno:

**HUNDIMIENTO:**

Debe cumplirse que:

$$q_b < \delta_{adm}$$

Se tiene:

$$\delta_{adm} = \frac{200 \text{ kN}}{\text{m}^2}$$

$$q_b = \frac{N}{a \cdot b} = \frac{50,61 \text{ kN}}{7,5 \text{ m}^2} = 6,75 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

De esta manera:

$$6,75 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} < 200 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \rightarrow \text{CUMPLE}$$

**COMPROBACIÓN A VUELCO:**

Se establece el equilibrio respecto al borde inferior de la zapata. Con un coeficiente de 2 se tiene:

$$C_{sv} = \frac{M_e}{M_v} = 3,20 \geq 2 \rightarrow \text{CUMPLE}$$

**COMPROBACIÓN A DESLIZAMIENTO:**

$$C_{sv} = \frac{R_d}{E_d} = 1,72 \geq 1,5 \rightarrow \text{CUMPLE}$$

**TENSIÓN TRANSMITIDA AL TERRENO:**

Para la comprobación de la tensión en el terreno se tiene:

$$\sigma_{\max} = 57,62 \text{ kN/m}^2 \leq \sigma_{adm} = 250 \text{ kN/m}^2 \rightarrow \text{CUMPLE}$$

PARA EL CÁLCULO DE LA ARMADURA DE LAS ZAPATAS:

La armadura en la dirección paralela a la dimensión del largo de la zapata (3m) será a base de redondos de  $\varnothing 16$  mm. Se colocarán un total de 23 redondos cada 11 cm.

La armadura en la dirección paralela a la dimensión del ancho de la zapata (2,5) será a base de redondos de  $\varnothing 16$  mm. Se colocarán un total de 27 redondos cada 11 cm.

### **CÁLCULO DE LAS ZAPATAS DE PÓRTICOS HASTIALES**

Las dimensiones de la zapata elegida serán 1,5 m de largo x 1 m de ancho x 0,8 m de canto y cuyo peso propio será de 30 kN.

Será necesario comprobar la resistencia de las zapatas según criterios de hundimiento, vuelco, deslizamiento y tensión transmitida al terreno:

HUNDIMIENTO:

Debe cumplirse que:

$$q_b < \delta_{adm}$$

Se tiene:

$$\delta_{adm} = \frac{200 \text{ kN}}{\text{m}^2}$$

$$q_b = \frac{N}{a \cdot b} = \frac{18,12 \text{ kN}}{1,5 \text{ m}^2} = 12,08 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

De esta manera:

$$12,08 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} < 200 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \rightarrow \text{CUMPLE}$$

COMPROBACIÓN A VUELCO:

Se establece el equilibrio respecto al borde inferior de la zapata. Con un coeficiente de 2 se tiene:

$$C_{sv} = \frac{M_e}{M_v} = 3,18 \geq 2 \rightarrow \text{CUMPLE}$$

COMPROBACIÓN A DESLIZAMIENTO:

$$C_{sv} = \frac{R_d}{E_d} = 1,75 \geq 1,5 \rightarrow \text{CUMPLE}$$

TENSIÓN TRANSMITIDA AL TERRENO:

Para la comprobación de la tensión en el terreno se tiene:

$$\sigma_{\max} = 55,39 \text{ kN/m}^2 \leq \sigma_{\text{adm}} = 250 \text{ kN/m}^2 \rightarrow \text{CUMPLE}$$

PARA EL CÁLCULO DE LA ARMADURA DE LAS ZAPATAS:

La armadura en la dirección paralela a la dimensión del largo de la zapata (1,5m) será a base de redondos de Ø16 mm. Se colocarán un total de 7 redondos cada 13 cm.

La armadura en la dirección paralela a la dimensión del ancho de la zapata (1) será a base de redondos de Ø16 mm. Se colocarán un total de 11 redondos cada 13 cm.

### **CÁLCULO DE LAS VIGAS DE ARRIOTRAMIENTO**

Las vigas de arriostamiento tendrán una sección de 40 x 40 cm con recubrimiento lateral, superior e inferior de 5 cm de hormigón. Se dispondrán sobre una capa de hormigón de limpieza (al igual que las zapatas de la nave).

La armadura de estas vigas será:

La armadura será a base de redondos de Ø20, necesitando un total de 4 redondos (2 en la parte superior y 2 en la parte inferior) con una separación de 30 cm entre ellas.

La armadura transversal será a base de estribos de Ø 8 de acero B 500 S con separación de 25 cm.

## **13. DIMENSIONADO DE LAS INSTALACIONES**

### **13.1. VENTILACIÓN**

Los principales objetivos de la ventilación en las explotaciones para pollos de engorde son:

- Control de la temperatura.
- Control de la humedad.
- Control de los niveles de gases nocivos como son el amoníaco y el dióxido de carbono.
- Control de polvo ambiental.

Las naves de ambiente controlado deberán estar diseñadas y equipadas para satisfacer las necesidades de las tres etapas de la ventilación: ventilación mínima, ventilación transicional y ventilación túnel.

#### **Ventilación mínima**

El objetivo de la ventilación mínima es eliminar el exceso de humedad y de gases nocivos presentes en el aire de la nave.

Es necesario suministrar un mínimo de ventilación siempre y cuando haya animales en la nave.

Los ventiladores en este tipo de ventilación funcionan con un temporizador de encendido y apagado constante que depende del sistema de control y que realiza renovaciones de aire cada cierto período de tiempo.

Para calcular las necesidades de ventilación mínima fijaremos una capacidad de recambio de aire total cada 8 minutos. El ciclo de la ventilación consiste en 2 minutos de encendido de los ventiladores y 8 minutos de apagado.

Los ventiladores elegidos serán de un caudal de 21.600 m<sup>3</sup>/h, accionados por motor de 0,75 CV.

El número de ventiladores necesarios para satisfacer las necesidades de ventilación mínima son **2 ventiladores**.

### Ventilación de transición

El objetivo principal de la ventilación de transición es retirar el exceso de calor realizando un intercambio de aire sin crear excesivas velocidades de aire al nivel de las aves.

A diferencia de la ventilación mínima, que operaba con un temporizador fijo, la ventilación de transición pone en funcionamiento los ventiladores de forma continua para controlar la temperatura de la nave

Los ventiladores que operan en esta ventilación de transición aseguran un recambio de aire completo en toda la nave cada 2 minutos. La admisión del aire se realiza a través de las entradas situadas en las paredes longitudinales.

Para la ventilación de transición se eligen ventiladores de gran caudal (41.900 m<sup>3</sup>/h) accionados por motor trifásico de 1,5 CV.

El número de ventiladores necesarios para este tipo de ventilación serán **4 ventiladores** de gran caudal.

Se colocarán 42 ventanas (21 en cada lado de la nave) para la admisión de aire.

### Ventilación tipo túnel

El sistema de ventilación elegido para la nave de la explotación, cuando la ventilación de transición no sea capaz de mantener la temperatura adecuada de la nave y las aves muestren síntomas de excesivo calor, será ventilación tipo túnel. Consiste en ventilar la nave previa instalación de ventiladores de gran caudal en una de las fachadas

transversales, realizando la admisión mediante ventanas colocadas en el extremo opuesto de dicha fachada.

Estas aperturas estarán cerradas cuando tengan lugar tanto la ventilación mínima como la de transición, y viceversa cuando se ponga en funcionamiento la ventilación tipo túnel.

En el caso en el que todos los ventiladores de túnel estén en funcionamiento y se aprecie en los animales un excesivo calor, deberá ponerse en marcha la refrigeración mediante paneles evaporativos.

Los ventiladores elegidos serán de gran caudal con 41.900 m<sup>3</sup>/h. El número de ventiladores necesarios para cubrir las necesidades será de **10 ventiladores**.

Se colocarán aberturas en el extremo longitudinal opuesto a los ventiladores y consistirán en 2 trampillas en cada uno de los lados de la nave.

### 13.2. REFRIGERACIÓN

La instalación de refrigeración de la será mediante paneles evaporativos de celulosa colocados en un extremo de la nave y a ambos lados de esta para conseguir la ventilación tipo túnel diseñada.

El sistema de refrigeración evaporativa debe asegurar una adecuada renovación de aire, sobre todo en verano y con animales en las últimas fases de crianza.

La elección de los paneles evaporativos será de paneles de celulosa de 15 cm de espesor, 180 cm de altura y 60 cm de ancho del panel que irán colocados en ambos lados de la nave y en el extremo opuesto a la fachada donde se colocan los ventiladores. Por lo tanto, se deberá colocar 16 m de panel en cada lateral de la construcción.

### 13.3. CALEFACCIÓN

El sistema de calefacción en el interior de la nave se realizará a través de pantallas infrarrojas de gas de acero inoxidable. Estas pantallas constarán de una válvula de seguridad termoeléctrica, fusible térmico y filtro de aire.

De esta manera, para suministrar el calor necesario se colocarán **20 pantallas** repartidas en dos hileras a lo largo de toda la nave. La temperatura adecuada se conseguirá gracias a su control automático desde el ordenador central.

Estas pantallas estarán colgadas del techo por medio de sirgas que permitan su regulación en altura, además de ser móviles, lo cual permitirá su colocación donde sea necesario.



El encendido de las pantallas infrarrojas a gas dependerá del estado de crianza de las aves y su estado de limpieza debe ser óptimo, con el fin de evitar posibles acumulaciones de polvo ambiental y suciedad que podrían contaminar el ambiente de la nave.

Para el suministro de gas se colocará un depósito exterior homologado y colocado por la empresa suministradora de dicho gas. Esta empresa se encargará del diseño de la instalación del depósito.

#### **13.4. FONTANERÍA**

El suministro de agua en la explotación se produce a través de una toma de agua situada en la entrada de la parcela, y que proviene del término municipal de Grañén mediante conducción hidráulica enterrada. Además, para evitar posibles cortes de suministro, se instalará en la parcela un depósito exterior de chapa galvanizada para asegurar el correcto funcionamiento de la actividad.

Dado que el consumo diario en la explotación es de 35.900 l/día, se dimensionará el depósito exterior para dar suministro a la explotación a lo largo de 1 mes. Dicho depósito será circular de dimensiones 10 m de radio por 4 m de altura con una capacidad de 1.257 m<sup>3</sup> y se situará en una zona de terreno el cual se rellenará para que este se encuentre elevado y así llegue al interior de la explotación por gravedad.

Las conducciones de la instalación de suministro de agua de la explotación serán de PEAD de Ø 32 PN 10 (diámetro interior 28 mm).

#### **13.5. ELECTRICIDAD**

La instalación eléctrica para el suministro de la explotación será de baja tensión, siendo su tensión de suministro de 400 V entre fases y 230 V entre fase y neutro.

Dicha instalación se ajusta al Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT) y a las Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC).

En los locales destinados a almacén, oficina y aseos se colocarán fluorescentes idénticos a los que se colocarán en el interior de la nave, distribuidos tal y como se muestra en el plano correspondiente a la electricidad.

En la iluminación interior, la intensidad mínima de iluminación en los alojamientos destinados a *broilers* será de 20 lux medida a la altura de los ojos de las aves y cuya iluminación sea al menos del 80% de la zona utilizable.

La elección para la iluminación interior de la nave es la colocación de tubos fluorescentes. Se colocarán 48 luminarias a lo largo de toda la nave distribuidas en ambos lados (dos fluorescentes por pórtico). La iluminación media que nos darán dichas luminarias será de 21,3 lux.

De esta manera y a modo de resumen se muestra la siguiente tabla sobre la iluminación de la explotación y la potencia instalada.

<b>CGMP</b>	<b>Ubicación</b>	<b>Tipo de luminaria</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Potencia (W)</b>
	Exterior nave	Foco LED 50W	2	100
	Interior nave	Fluorescente 36 W	48	1.728
	Oficina	Fluorescente 36 W	1	36
	Aseos	Fluorescente 36 W	1	36
	Almacén	Fluorescente 36 W	2	72
<b>TOTAL POTENCIA DE ALUMBRADO</b>				<b>1.972</b>

Los receptores de fuerza para la instalación serán:

CGMP	Ubicación	Tipo de luminaria	Cantidad	Potencia (W)
	Nave	Ventiladores 1 CV (trifásico)	10	7.360
		Ventiladores 0,75 CV (trifásico)	2	552
		Motor elevación bebederos 1 CV (monofásico)	5	3.680
		Motor elevación comederos 1 CV (monofásico)	4	2.944
		Motor transportador 1 CV (monofásico)	1	736
		Motor distribución comederos 1 CV (monofásico)	4	2.944
		Motor reductor ventanas 1 CV (monofásico)	6	4.416
		Toma de corriente (monofásica)	2	7.360
		Toma de corriente (trifásica)	1	6.400
	Oficina	Toma de corriente (monofásica)	2	7.360
	Aseos	Toma de corriente (monofásica)	1	3.680
	Almacén	Toma de corriente (monofásica)	2	7.360
		Toma de corriente (trifásica)	1	6.400
		Bomba de refrigeración 400W	2	800
TOTAL POTENCIA FUERZA				61.992

Dado que la potencia contratada no será igual a las necesidades totales de potencia, puesto que en ningún momento todos los receptores estarán en funcionamiento simultáneo, se realiza una estimación en base a un coeficiente de simultaneidad, que en este caso se considera del 80 %.

De esta manera, la potencia total instalada será de **51.171,2 W**

### **Cálculo de la sección de conductores**

Para calcular la sección de los conductores de los circuitos de la instalación, se consideran cables conductores de cobre con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) en tubos de montaje superficial. A continuación, se muestran las secciones de la instalación:

CIRCUITO	CONFIGURACIÓN CABLE	Ø TUBO XLPE (mm)
Acometida	3F x 16 mm <sup>2</sup> + 1N x 16 mm <sup>2</sup> + 1P x 16 mm <sup>2</sup>	40
Derivación individual	3F x 50 mm <sup>2</sup> + 1N x 50 mm <sup>2</sup> + 1P x 25 mm <sup>2</sup>	125
Iluminación interior nave	1F x 6 mm <sup>2</sup> + 1N x 6 mm <sup>2</sup> + 1P x 6 mm <sup>2</sup>	25
Iluminación aseos, oficina y almacén	1F x 1,5 mm <sup>2</sup> + 1N x 1,5 mm <sup>2</sup> + 1P x 1,5 mm <sup>2</sup>	16
Iluminación exterior	1F x 1,5 mm <sup>2</sup> + 1N x 1,5 mm <sup>2</sup> + 1P x 1,5 mm <sup>2</sup>	16
Ventiladores trifásicos 1 CV	3F x 4 mm <sup>2</sup> + 1N x 4 mm <sup>2</sup> + 1P x 4 mm <sup>2</sup>	25
Ventiladores trifásicos 0,75 CV	3F x 1,5 mm <sup>2</sup> + 1N x 1,5 mm <sup>2</sup> + 1P x 1,5 mm <sup>2</sup>	20
Tomas corriente monofásica	1F x 35 mm <sup>2</sup> + 1N x 35 mm <sup>2</sup> + 1P x 16 mm <sup>2</sup>	40
Tomas corriente trifásica	3F x 6 mm <sup>2</sup> + 1N x 6 mm <sup>2</sup> + 1P x 6 mm <sup>2</sup>	25
Motores elevación	1F x 10 mm <sup>2</sup> + 1N x 10 mm <sup>2</sup> + 1P x 10 mm <sup>2</sup>	25
Motores comederos	1F x 6 mm <sup>2</sup> + 1N x 6 mm <sup>2</sup> + 1P x 6 mm <sup>2</sup>	25
Motor transportador	1F x 1,5 mm <sup>2</sup> + 1N x 1,5 mm <sup>2</sup> + 1P x 1,5 mm <sup>2</sup>	16
Motores ventanas 1	1F x 4 mm <sup>2</sup> + 1N x 4 mm <sup>2</sup> + 1P x 4 mm <sup>2</sup>	25
Bomba refrigeración	1F x 1,5 mm <sup>2</sup> + 1N x 1,5 mm <sup>2</sup> + 1P x 1,5 mm <sup>2</sup>	16

### Toma de tierra

Sobre el fondo de la cimentación perimetral de la nave y a modo de anillo, se colocará a una profundidad de 0,5 m un conductor de cable desnudo de 35 mm<sup>2</sup> de sección, además de picas (electrodos de acero verticales recubiertos de cobre e introducidos en la tierra) de Ø14 mm, cuya longitud será de 2 m y estarán separadas una distancia mínima de 4 m.

Se colocarán 4 picas de toma de tierra de 2 metros de longitud.

## 14. ESTUDIO DE VIABILIDAD ECONÓMICA

### RESUMEN DEL PRESUPUESTO

La inversión total asciende a la cantidad de QUINIENTOS NOVENTA Y OCHO MILDOSCIENTOS SESENTA Y CUATRO EUROS con NOVENTA Y SIETE CÉNTIMOS (598.264,97 €), con gastos generales y beneficio industrial incluidos.

### VIABILIDAD ECONÓMICA

Se procede a estudiar la viabilidad de la inversión analizando los siguientes índices de rentabilidad:

- VAN (Valor Actual Neto):

Se trata de un índice de rentabilidad absoluto que opera con todos los flujos de caja actualizados.

Para proceder a su cálculo debe establecerse la vida útil del proyecto (n), estimar la tasa de actualización (r) y considerar en todo momento que el mercado de capitales es perfecto.

- TIR (Tasa Interna de Rentabilidad)

Índice de rentabilidad relativo que informa sobre la rentabilidad de la inversión permitiendo comparar inversiones con desembolsos iniciales diferentes. Se define como la tasa de actualización para la que el VAN toma el valor cero y representa la rentabilidad anual por euro invertido. Una inversión se considera viable cuando su TIR es superior a la tasa de actualización.

## CONDICIONES

- Vida útil del proyecto: 25 años.
- Tasa de actualización sin inflación,  $r = 5\%$ .
- Préstamo de 600.000€ de cuota constante a 10 años y con un interés del 5%.

## FLUJOS DE CAJA ORDINARIOS

AÑO	COBRO ORD	COBRO FINAN	PAGO ORD	PAGO FINAN	PAGO INVERS	FLUJO CAJA
0		600.000			608.968	1.736
1	98.842		37.007	76.367		-14.532
2	98.842		37.007	76.367		-14.532
3	98.842		37.007	76.367		-14.532
4	98.842		37.007	76.367		-14.532
5	98.842		37.007	76.367		-14.532
6	98.842		37.007	76.367		-14.532
7	98.842		37.007	76.367		-14.532
8	98.842		37.007	76.367		-14.532
9	98.842		37.007	76.367		-14.532
10	98.842		37.007	76.367		-14.532
11	98.842		37.007			61.835
12	98.842		37.007			61.835
13	98.842		37.007			61.835
14	98.842		37.007			61.835
15	98.842		37.007			61.835
16	98.842		37.007			61.835
17	98.842		37.007			61.835
18	98.842		37.007			61.835
19	98.842		37.007			61.835
20	98.842		37.007			61.835
21	98.842		37.007			61.835
22	98.842		37.007			61.835
23	98.842		37.007			61.835
24	98.842		37.007			61.835
25	98.842		37.007			61.835

De la tabla anterior se obtiene:

- V.A.N. = 283.553,69 €
- T.I.R. = 17,40%

Desde el punto de vista de rentabilidad de la inversión, **el proyecto sería viable.**