



**Universidad**  
Zaragoza

## Proyecto Fin de Carrera

# CONSTRUCCIÓN DE UNA EXPLOTACIÓN AVÍCOLA DE POLLOS DE GORDE PARA 50.000 PLAZAS, EN ROBRES (HUESCA)

Autor/es

Carlos Conte Cuello

Director/es y/o ponente

Jesús Guillén Torres

Escuela Politécnica Superior de Huesca

2012

## **DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL PROYECTO**

### **1. MEMORIA**

#### **ANEJOS A LA MEMORIA**

- ANEJO 1. OBJETO Y SITUACIÓN
- ANEJO 2. LEGISLACIÓN Y NORMATIVA
- ANEJO 3. CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS
- ANEJO 4. INSTALACIÓN ELÉCTRICA
- ANEJO 5. FONTANERÍA
- ANEJO 6. VENTILACIÓN Y REFRIGERACIÓN
- ANEJO 7. CALEFACCIÓN
- ANEJO 8. INSTALACIONES DE ALIMENTACIÓN
- ANEJO 9. RECOMENDACIONES EN EL MANEJO
- ANEJO 10. VIABILIDAD ECONÓMICA

### **2. PLANOS**

- Nº 1. SITUACIÓN Y LOCALIZACIÓN
- Nº 2. PLANTA EMPLAZAMIENTO
- Nº 3. PLANTA DE DISTRIBUCIÓN
- Nº 4. PLANTA DE CIMENTACIÓN
- Nº 5. DISTRIBUCIÓN COMEDEROS Y BEBEDEROS
- Nº 6. ALZADOS NAVE 1
- Nº 7. ALZADOS NAVE 2
- Nº 8. PLANTA CUBIERTA
- Nº 9. SECCIÓN ESTRUCTURAL
- Nº 10. DISTRIBUCIÓN CALEFACCIÓN
- Nº 11. FONTANERÍA
- Nº 12. SECCIÓN COMEDEROS Y BEBEDEROS
- Nº 13. INSTALACIONES AUXILIARES
- Nº 14. DETALLE ZAPATAS
- Nº 15. DISTRIBUCIÓN APARATOS ELÉCTRICOS
- Nº 16. DIAGRAMA UNIFILAR

### **3. PLIEGO DE CONDICIONES**

#### **4. PRESUPUESTO**

- 1. MEDICIONES
- 2. CUADRO DE PRECIOS UNITARIOS
- 3. CUADRO DE PRECIOS DESCOMPUESTOS
- 4. PRESUPUESTO GENERAL
- 5. RESUMEN DEL PRESUPUESTO

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

- 1. MEMORIA (ESS)
- 2. PLANOS (ESS)
- 3. PLIEGO DE CONDICIONES (ESS)
- 4. PRESUPUESTO (ESS)

# Memoria

## ÍNDICE

<b>1. OBJETO Y SITUACIÓN DEL PROYECTO.....</b>	<b>5</b>
<b>1.1. Objeto de proyecto .....</b>	<b>5</b>
<b>1.2. Emplazamiento .....</b>	<b>5</b>
<b>1.3. Características del solar.....</b>	<b>5</b>
<b>2. LEGISLACIÓN Y NORMATIVA.....</b>	<b>6</b>
<b>2.1. Clasificación de la actividad.....</b>	<b>6</b>
<b>2.2. Normativa de emplazamiento .....</b>	<b>6</b>
<b>2.3. Medidas correctoras y protectoras .....</b>	<b>7</b>
<b>2.4. Normativa de residuos ganaderos.....</b>	<b>8</b>
<b>3. CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS .....</b>	<b>9</b>
<b>3.1. Elementos constructivos .....</b>	<b>9</b>
<b>3.2. Cálculo de las correas de cubierta .....</b>	<b>9</b>
<b>3.3. Cálculo de los pórticos de la nave .....</b>	<b>10</b>
<b>3.4. Cálculo de las zapatas .....</b>	<b>10</b>
<b>3.5. Cálculo de las armaduras de las zapatas.....</b>	<b>11</b>
<b>3.6. Arriostramientos .....</b>	<b>12</b>
<b>3.7. Cálculo de la solera de la nave .....</b>	<b>12</b>
<b>3.8. Construcción del almacén 1.....</b>	<b>12</b>
<b>3.9. Construcción del almacén 2.....</b>	<b>13</b>
<b>3.10. Cimentación de los silos .....</b>	<b>13</b>
<b>3.11. Cálculo de las instalaciones auxiliares.....</b>	<b>14</b>
<b>4. INSTALACIÓN ELÉCTRICA .....</b>	<b>15</b>
<b>4.1. Suministro de la energía .....</b>	<b>15</b>
<b>4.2. Componentes de la instalación.....</b>	<b>15</b>

4.3. Receptores iluminación.....	16
4.4. Receptores fuerza .....	16
4.5. Potencia total .....	17
4.6. Esquema general de la instalación.....	18
4.7. Cálculo de los conductores .....	19
4.8. Cálculo de las protecciones.....	20
4.9. Cálculo de cortocircuitos .....	21
4.10. Puesta a tierra .....	21
<b>5. FONTANERÍA .....</b>	<b>21</b>
5.1. Abastecimiento de la explotación.....	21
5.2. Necesidades hídricas .....	21
5.3. Instalación interior.....	22
5.4. Dimensionado de la instalación de bombeo .....	22
<b>6. VENTILACIÓN .....</b>	<b>23</b>
6.1. Sistema de ventilación.....	23
6.2. Ventiladores elegidos.....	23
6.3. Entradas de aire .....	23
6.4. Aislante .....	24
<b>7. REFRIGERACIÓN .....</b>	<b>24</b>
<b>8. CALEFACCIÓN.....</b>	<b>25</b>
<b>9. INSTALACIONES DE ALIMENTACIÓN .....</b>	<b>26</b>
9.1. Bebederos .....	26
9.2 Comederos y distribución de pienso.....	26
<b>10. PRESUPUESTO .....</b>	<b>27</b>
10.1. Resumen del presupuesto.....	27

<b>10.2. Viabilidad económica .....</b>	<b>27</b>
<b>11. DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL PROYECTO.....</b>	<b>29</b>

## **1. OBJETO Y SITUACIÓN DEL PROYECTO**

### **1.1. Objeto de proyecto**

Se redacta el presente proyecto, “Construcción de una explotación avícola de pollos de engorde para 50.000 plazas, en Robres (Huesca)”.

El objetivo del proyecto es únicamente el de presentarlo como trabajo de fin de carrera y terminar así los estudios de Ingeniero Agrónomo. Dicho proyecto no se llevara a cabo ni será ejecutado en ningún momento.

### **1.2. Emplazamiento**

Se proyecta la instalación en una finca de cultivo de secano en el término municipal de Robres reflejada en el plano general de emplazamiento a la cual se accede por la carretera A-1211, en el tramo comprendido entre Robres y Senes de Alcubierre, a la altura del Km 20,5 de la misma, en un camino dirección Norte a 1,2 km desde la salida de la carretera.

Polígono: 15

Parcela: 118

### **1.3. Características del solar**

La finca donde se proyectan las instalaciones tiene una superficie de 3,17 Ha destinada al cultivo en secano de cereal de invierno (cebada), tratándose de un terreno arcilloso con poca pendiente. Además está declarada de ámbito rústico, lo que permite llevar a cabo la actividad ganadera

Las naves construidas tendrán una orientación Noroeste-Sureste para evitar que la acción de los vientos dominantes (cierzo) no entren por las ventanas o dificulte la acción de los ventiladores.

## 2. LEGISLACIÓN Y NORMATIVA

### 2.1. Clasificación de la actividad

Dentro del ámbito del Reglamento de Actividades Molestas, Insalubres, Nocivas y Peligrosas (R.A.M.I.N.P.), aprobado por Decreto 2414/1.961, del 30 de noviembre (B.O.E. nº 292, del 7 de Diciembre de 1.961 y corrección de errores en nº 57 de marzo de 1.962), modificado por Decreto 3492/1.964, de 5 de noviembre (B.O.E. 6 de noviembre), se encuentran comprendidas las actividades ganaderas que nos atañen en éste proyecto.

### 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 objeto de proyecto son las siguientes:

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

<b>Elementos relevantes del territorio</b>	<b>Distancia mínima</b>	<b>Distancia en proyecto</b>	
Carreteras	21 m	700 m	CUMPLE
Cauces de agua, lechos de ríos, y embalses	35 m	600 m	CUMPLE
Acequias y desagües de riegos	15 m	600 m	CUMPLE
Captaciones de agua	250 m	600 m	CUMPLE
Tuberías de abastecimiento	15 m	1.800 m	CUMPLE
Pozos no destinados a abastecimiento	35 m	No hay en la zona	CUMPLE
Zona de baño reconocida	200 m	No hay en la zona	CUMPLE
Zonas de acuicultura	100 m	No hay en la zona	CUMPLE
Complejos turísticos	500 m	No hay en la zona	CUMPLE
Viviendas de turismo rural	300 m	No hay en la zona	CUMPLE
Monumentos	1000 m	No hay en la zona	CUMPLE
Polígonos industriales	200 m	No hay en la zona	CUMPLE
Industrias alimentarias	500 m	No hay en la zona	CUMPLE
Industrias de transformación de animales muertos	1000 m	No hay en la zona	CUMPLE

### Distancia mínima a núcleos de población

Especie animal	Núcleos de población de 500 a 3.000 habitantes	Robres (650 Habitantes)	
Aves	1.000 m	2.300 m	CUMPLE

### Distancia mínima entre explotaciones ganaderas

Especie animal	Distancia mínima	Distancia de proyecto	
Avícola	500 m	800 m	CUMPLE
Especies diferentes	100 m	1.800 m	CUMPLE

## 2.3. Medidas correctoras y protectoras

### ESTERCOLERO

Se construirá un estercolero para almacenar el estiércol producido en la explotación durante el periodo de un año, de solera de hormigón y pared de bloque, cuyas dimensiones serán:

- 10 metros de ancho
- 35 metros de largo
- 3 metros de altura máxima de pared

Con un volumen real de 1050 m<sup>3</sup>.

El estercolero dispone de una fosa de decantación de las fracciones líquidas o purines procedentes de la lixiviación de los estiércoles y además recogerá la red de saneamiento. Sus dimensiones son las siguientes:

- 5 m de ancho
- 10 m de largo
- 3 m de profundidad máxima

El volumen real de la fosa de decantación será de 150 m<sup>3</sup>.

### FOSA DE CADÁVERES

Es dimensionada para albergar a un 5% de bajas, y tendrá un volumen total de 10 m<sup>3</sup>.

### VADO SANITARIO

Todo vehículo que acceda al interior de la instalación será desinfectado por un badén de desinfección de 8 metros de largo por 4 metros de ancho, donde se aplicara solución desinfectante junto con agua.

### VALLADO PERIMETRAL

Se realizara un vallado de toda la explotación con tela metálica apropiada para vallados de 2 m de altura, dejando una puerta justo delante del badén de desinfección de 4 metros de longitud y 2 de altura, con dos hojas iguales para la entrada de vehículos.

#### **2.4. Normativa de residuos ganaderos**

Según el DECRETO 94/2009, de 26 de mayo, de la D.G.A. 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, transpuesta al Ordenamiento Jurídico español por RD. 261/96 de 16 de febrero.

Como condiciones más restrictivas que equivaldría a suponer como una "zona vulnerable" la que sobrepase con una cantidad de estiércol por hectárea que aportasen cantidades superiores a los 170 Kg de Nitrógeno.

En el Anexo I del DECRETO 94/2009, de 26 de mayo, aparece una tabla de producción de N por plaza y año de las diferentes especies animales. Para el caso de pollos de engorde (broilers) se fija en 0,2 kg N/pollo y año, por lo tanto, la superficie mínima disponible para el vertido de estiércol será:

$$(0,2 \cdot 50.000)/170 = \mathbf{58,82 \text{ ha}}$$

### 3. CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS

#### 3.1. Elementos constructivos

La nueva explotación constará de dos naves, cuyo eje longitudinal tendrá una orientación Noroeste-sureste, con dimensiones interiores de 100 x 14 m, teniendo una superficie útil de 1.400 m<sup>2</sup> cada una. Las dimensiones de todas las salas de las que se compone la explotación, se describen a continuación:

NAVE 1					NAVE 2			
Almacén					Nave	Almacén		Nave
Almacén	Oficina	Aseo	Sala pesaje	Sala depósitos	1.400 m <sup>2</sup>	Almacén	Sala pesaje	1.400 m <sup>2</sup>
23 m <sup>2</sup>	6 m <sup>2</sup>	6 m <sup>2</sup>	6 m <sup>2</sup>	35 m <sup>2</sup>		35 m <sup>2</sup>	6 m <sup>2</sup>	
41 m <sup>2</sup> abajo y 35 m <sup>2</sup> arriba						41 m <sup>2</sup>		

Cada nave contara con pórticos prefabricados de hormigón de 14 m de luz interior, con una altura útil mínima de 3 m y de 5,1 m de máxima, con pendiente del 30%. La separación entre pórticos será de 5 m.

Los cerramientos serán de hormigón prefabricado con 5 cm de espuma de poliestireno como aislante, y con un espesor total de 16 cm. En un lado de la nave irán ventanas de dimensiones 2 x 1 m, una entre pörtico y pörtico (20), y en el lado opuesto irán colocados los ventiladores de diferente caudal.

Para la cubierta, se opta por correas de hormigón prefabricado con 1 m de separación, y como cerramiento chapa tipo panel sándwich con espuma de poliuretano como aislante.

#### 3.2. Cálculo las correas de cubierta

Las cargas que tienes que soportar las correas, junto con su coeficiente de ponderación para estados límite últimos (ELU) se describen en la tabla siguiente:

Acción	Valor (kg/m)	Coef. ponderación	Acción ponderada (kg/m)
<b>Cubierta</b>	10	1,33	13,3
<b>Correas</b>	27	1,33	18,33
<b>Nieve</b>	61,2	1,5	91,8
<b>Uso</b>	2,1	1,5	3,15
<b>Viento</b>	166,63	1,5	249,95
<b>Total</b>	<b>295,41</b>		<b>376,56</b>

Así necesitaremos unas correas de hormigón prefabricado capaces de soportar **1.127 kg · m**.

### 3.3. Cálculo de los pórticos de la nave

Cargas	Valor (kg/m)
Cubierta	$10 \text{ kg/m}^2 \cdot 5 \text{ m} = 50 \text{ kg/m}$
Correas	$27 \text{ kg/m} \cdot (5 \text{ m} / 1 \text{ m}) = 135 \text{ kg/m}$
Nieve	$61,2 \text{ kg/m}^2 \cdot 5 \text{ m} = 306 \text{ kg/m}$
Uso	$152,9 \text{ kg} / 14,6 \text{ m} = 10,47 \text{ kg/m}$
Viento	$166,63 \text{ kg/m}^2 \cdot 5 \text{ m} = 833,15 \text{ kg/m}$
Total	1.335 kg/m (Sin mayorar y sin incluir peso propio)

Por lo que necesitaremos un pórtico que aguante más de **1.335 kg/m** y de 14 m de luz interior.

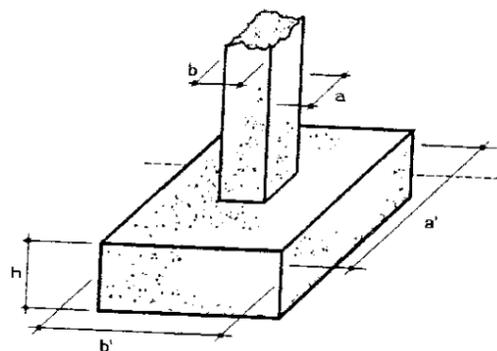
El pórtico elegido tiene las siguientes reacciones:

- Esfuerzo axil (N) = 9.465 kg
- Esfuerzo cortante (V) = 6.696 kg
- Momento flector ( $M_z$ ) = 0 (por ser articulado en los apoyos)

### 3.4. Cálculo de las zapatas

Partimos de las medidas siguientes a la hora de dimensionar la zapata:

- a' (Longitud) = 2 m
- b' (Anchura) = 1,5 m
- h (Profundidad) = 1,2 m



Será necesario comprobar la resistencia de las zapatas, según criterios de:

- Vuelco
- Deslizamiento
- Cortante

## COMPROBACIÓN AL VUELCO

Estableciendo el equilibrio respecto al borde inferior de la zapata y con un coeficiente de seguridad al vuelco de 2 tendremos:

$$\frac{M_{est}}{M_{vol}} = \frac{18.465}{8.035,2} = 2,3 > 2 \rightarrow \text{CUMPLE}$$

## COMPROBACIÓN AL DESLIZAMIENTO

$$\frac{F_{est}}{V} = \frac{(9.465 + 9.000 + 1,2 \cdot 1,5 \cdot 2.500) \cdot \tan 25^\circ}{6.696} = 1,6 > 1,5 \rightarrow \text{CUMPLE}$$

## COMPROBACION DE LA TENSION ADMITIBLE POR EL TERRENO

$$S_{m\acute{a}xima} = \frac{4 \cdot Nd}{3 \cdot (a' - 2 \cdot e) \cdot b'} = \frac{4 \cdot 18.465}{3 \cdot (200 - 2 \cdot 43,5) \cdot 150} = 1,45$$

$$S_{m\acute{a}xima} = 1,45 < s_{admisible} = 1,875 \rightarrow \text{CUMPLE}$$

**3.5. Cálculo de las armaduras de las zapatas**

## ARMADURA LONGITUDINAL

Tomaremos el valor de cuantía geométrica mínima porque es el caso más restrictivo,  $A_s = 43,2 \text{ cm}^2$ .

Colocaremos **14 redondos de 20 mm de diámetro** cada uno, a una distancia de 13 cm entre los mismos, con un recubrimiento nominal de **4 cm** y un canto útil de **193 cm**.

## ARMADURA TRANSVERSAL

Tomaremos el valor de cuantía geométrica mínima porque es el caso más restrictivo,  $A_s = 32,4 \text{ cm}^2$ .

Colocaremos **11 redondos de 20 mm** de diámetro cada uno, a una distancia de 13 cm entre los mismos, con un recubrimiento nominal de **4 cm** y un canto útil de **143 cm**.

### 3.6. Arriostramientos

Las riostras tendrán una sección de 40 x 40 cm y una longitud de 3,5 m ya que cada zapata se introduce en la luz del pilar 75 cm.

Estas vigas riostras necesitaran 9 cm<sup>2</sup> de armadura longitudinal, que se cubren holgadamente con **4 redondos de  $\phi$  20 mm**. Como armadura transversal se colocaran estribos de  **$\phi$  6 mm cada 30cm**. El recubrimiento nominal será de **4 cm** y el canto útil de **35 cm**.

### 3.7. Cálculo de la solera de la nave

La solera de las naves y almacenes será completamente horizontal, sin pendiente. Primero se extraerá la tierra vegetal y luego se compactara el terreno.

Seguidamente se aportara primero 15 cm de zahorras y después 15 cm de hormigón HA-25/B/20/II sobre un mallazo electrosoldado de acero B-500S de 15 x 15 cm y  $\phi$  6 mm.

### 3.8. Construcción del almacén 1

Este almacén estará hecho con el mismo material que la nave, es decir, tendrá los cerramientos de hormigón prefabricado con capa de aislante de espuma de poliestireno, apoyados en riostra corrida por todo su perímetro de 40 x 40 cm.

El segundo piso estará sustentando con un forjado consistente en viguetas de hormigón prefabricado separadas 1 m más bovedilla y una capa de hormigón de 5 cm con un mallazo de 15 x 30 cm de 4 mm de diámetro.

La cubierta se resolverá igual que la parte destinada para los animales, es decir, será una cubierta a un agua de 7,3 m, con una pendiente del 30 % con correas de hormigón prefabricado con 1 m de separación, y como cerramiento chapa tipo panel sándwich con espuma de poliuretano como aislante. Las correas serán las mismas porque tienen que aguantar las mismas acciones y la separación entre los dos pórticos del almacén es la misma que entre los pórticos de la nave, 5 m.

#### CÁLCULO DEL FORJADO

- Forjado de 25 cm de espesor (aprox.):	280 kg/m <sup>2</sup>
- Cargas de uso:	100 kg/m <sup>2</sup>
- 5 depósitos poliéster 10.000 kg /35m <sup>2</sup> :	285 kg/m <sup>2</sup>

**TOTAL** **665 kg/m<sup>2</sup>**

Así necesitaremos unas vigas de hormigón prefabricado capaces de soportar **4.430 kg · m**

### CÁLCULO DEL PÓRTICO

Los pórticos para el almacén serán diferentes del resto de pórticos para la nave, ya que serán a un agua, y tendrán que aguantar las cargas de la cubierta y del forjado.

Las cargas a aguantar serán:

- Acciones cubierta:  $1.335 \text{ kg/m} \rightarrow \dots\dots\dots 667,5 \text{ kg/m}$  cada pórtico
- Cargas forjado:  $(665 \text{ kg/m}^2 \cdot 5 \text{ m})/2 \rightarrow \dots\dots 1662,5 \text{ kg/m}$  cada pórtico
- Total  $\rightarrow \dots\dots\dots$  **2.330 kg/m**

### 3.9. Construcción del almacén 2

Este almacén es de solo un piso y la cubierta y los cerramientos serán exactamente iguales que en el almacén 1, por lo tanto se resolverá de la siguiente manera:

- Cerramientos de hormigón prefabricado con capa de aislante de espuma de poliestireno, apoyados en riostra corrida por todo su perímetro de 40 x 40 cm.
- La cubierta a un agua de 7,3 m, con una pendiente del 30 % con correas de hormigón prefabricado con 1 m de separación, y como cerramiento chapa tipo panel sándwich con espuma de poliuretano como aislante
- La solera será de hormigón

### 3.10. Cimentación de los silos

Cada nave contara con dos silos para almacenar el pienso de los animales con una capacidad de 11.800 kg aproximadamente. Estos silos descansaran sobre una solera de hormigón, cuya cimentación se resuelve mediante zapatas aisladas bajo cada uno de los pilares de sustentación.

### CÁLCULO DE LAS ZAPATAS

Se predimensiona la zapata para cada uno de los cuatro pilares del silo, de dimensione 1m x 1m x 1m.

Así en el empotramiento tendremos las siguientes reacciones calculadas:

- Momento flector ( $M_y$ ) = 1.073,25 kg · m
- Esfuerzo axial (N) = 3.300 kg
- Esfuerzo cortante (V) = 238,5 kg

#### COMPROBACIÓN A VUELCO

$$\frac{M_{est}}{M_{vol}} = \frac{2.900}{1.311,75} = 2,21 > 2 \rightarrow \text{CUMPLE}$$

#### COMPROBACIÓN AL DESLIZAMIENTO

$$\frac{F_{est}}{V} = \frac{2.705}{238,5} = 11,34 > 1,5 \rightarrow \text{CUMPLE}$$

#### COMPROBACIÓN A TENSIÓN ADMITIBLE POR EL TERRENO

$$\frac{4 \cdot Nd}{3 \cdot (a' - 2 \cdot e) \cdot b'} = \frac{4 \cdot 5.800}{3 \cdot (100 - 2 \cdot 18,4375) \cdot 100} = 1,225 \text{ kg / cm}^2$$

$$s_{max} < s_{admisible} \rightarrow 1,225 \text{ kg / cm}^2 < 1,875 \text{ kg / cm}^2 \rightarrow \text{CUMPLE}$$

#### CÁLCULO DE LA ARMADURA

Armando con **6 redondos de diámetro 20 mm** separados 15 cm, se cumple la cuantía geométrica mínima. El canto útil será de **4 cm** y el recubrimiento nominal de **93 cm**.

Se colocara una armadura de anclaje de 57 cm de longitud en posición vertical del mismo diámetro que la armadura que compone la parrilla.

#### 3.11. Cálculo de las instalaciones auxiliares

Como ya se ha descrito anteriormente en el apartado de legislación, se construirán las siguientes instalaciones:

- Estercolero de 150 m<sup>3</sup>
- Fosa de decantación de 10 m<sup>3</sup>
- Badén de desinfección de 8 x 4 m
- Cimentación del tanque de gas de 6 x 10 m.

Todas las instalaciones citadas anteriormente se resolverán aportando primero 15 cm de zahorras y después 15 cm de hormigón HA-25/B/20/II sobre un mallazo electrosoldado de acero B-500S de 15 x 15 cm y  $\phi$  6 mm.

#### **4. INSTALACIÓN ELÉCTRICA**

La instalación eléctrica descrita se ajusta al Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT) e instrucciones técnicas complementarias (ITC) (Decreto 842/2002 de 2 de agosto).

##### **4.1. Suministro de la energía**

La compañía eléctrica será la responsable de suministrar la energía eléctrica hasta la Caja de Protección y medida (CPM) en forma de baja tensión, es decir, la acometida y el transformador es propiedad de la compañía. A partir de ahí hasta los receptores, el circuito será responsabilidad del propietario de la instalación.

La alimentación se realizará en forma de corriente alterna trifásica de 4 conductores, con tensiones de 400 V entre fase y 230 V entre fase y neutro, como marca el REBT.

La explotación contará además con un grupo electrógeno capaz de suministrar la misma potencia que la contratada con la compañía, en previsión de posibles fallos de suministro, que se pondrá en funcionamiento cuando falte corriente eléctrica.

##### **4.2. Componentes de la instalación**

La instalación eléctrica necesaria para el presente proyecto se compondrá de los siguientes elementos:

- Acometida
- Caja de protección y medida (CPM)
- Derivación individual (una para cada nave)
- Cuadro general de mando y protección (CGMP, uno para cada nave)
- Conductores y canalización
- Receptores (alumbrado y fuerza)

### 4.3. Receptores iluminación

Cuadro	Ubicación	Tipo de luminaria	Cantidad	Potencia (W)
CGMP-1	Exterior nave 1	Lámpara vapor de sodio 150 W	2	300
	Interior nave 1	Fluorescente 36 W	38	1.368
	Almacén 1	Fluorescente 36 W	4	144
	Sala de báscula 1	Fluorescente 36 W	1	36
	Oficina	Fluorescente 36 W	1	36
	Aseo	Fluorescente 36 W	1	36
	Puerta exterior	Lámpara vapor de sodio 150 W	1	150
	Caseta bomba	Fluorescente 36 W	1	36
<b>Total CGMP-1</b>				<b>2.106</b>
CGMP-2	Exterior nave 2	Lámpara vapor de sodio 150 W	2	300
	Interior nave 2	Fluorescente 36 W	38	1.368
	Almacén 2	Fluorescente 36 W	2	72
	Sala de báscula 2	Fluorescente 36 W	1	36
<b>Total CGMP-2</b>				<b>1.776</b>
<b>Total potencia alumbrado</b>				<b>3.882</b>

### 4.4. Receptores fuerza

Cuadro	Ubicación	Tipo de receptor	Cantidad	Potencia (W)
CGMP-1	Nave 1	Ventilador 1 CV (trifásico)	9	6.624
	Nave 1	Ventilador 0,75 CV (monofásico)	9	4.968
	Nave 1	Motor comederos 1 CV (monofásico)	8	2.944
	Nave 1	Motor bebederos 1 CV (monofásico)	5	3.680
	Nave 1	Motor sinfin distribución 1 CV (monofásico)	1	736
	Nave 1	Motor reductor ventanas 1 CV (monofásico)	1	736
	Nave 1	Toma de corriente (monofásico)	2	6.624
	Almacén 1	Bomba refrigeración 800 W (monofásico)	1	800
	Almacén 1	Toma de corriente (monofásico)	2	6.624
	Almacén 1	Toma de corriente (trifásico)	1	9.977
	Sala báscula 1	Motor Sinfin distribución 1 CV	1	736

		(monofásico)		
	Sala báscula 1	Toma de corriente (monofásico)	1	3.312
	Aseo	Toma de corriente (monofásico)	1	3.312
	Oficina	Toma de corriente (monofásico)	2	6.624
	Caseta bomba	Bomba hidráulica 1 CV (monofásico)	1	736
<b>Total CGMP-1</b>				<b>58.433</b>
CGMP-2	Nave 2	Ventilador 1 CV (trifásico)	9	6.624
	Nave 2	Ventilador 0,75 CV (monofásico)	9	4.968
	Nave 2	Motor comederos 1 CV (monofásico)	8	2.944
	Nave 2	Motor bebederos 1 CV (monofásico)	5	3.680
	Nave 2	Motor sinfin distribución 1 CV (monofásico)	1	736
	Nave 2	Motor reductor ventanas 1 CV (monofásico)	1	736
	Nave 2	Toma de corriente (monofásico)	2	6.624
	Almacén 2	Bomba refrigeración 800 W (monofásico)	1	800
	Almacén 2	Toma de corriente (monofásico)	1	3.312
	Almacén 2	Toma de corriente (trifásico)	1	9.977
	Sala báscula 2	Motor Sinfin distribución 1 CV (monofásico)	1	736
	Sala báscula 2	Toma de corriente (monofásico)	1	3.312
<b>Total CGMP-2</b>				<b>44.449</b>
<b>Total potencia fuerza</b>				<b>102.882</b>

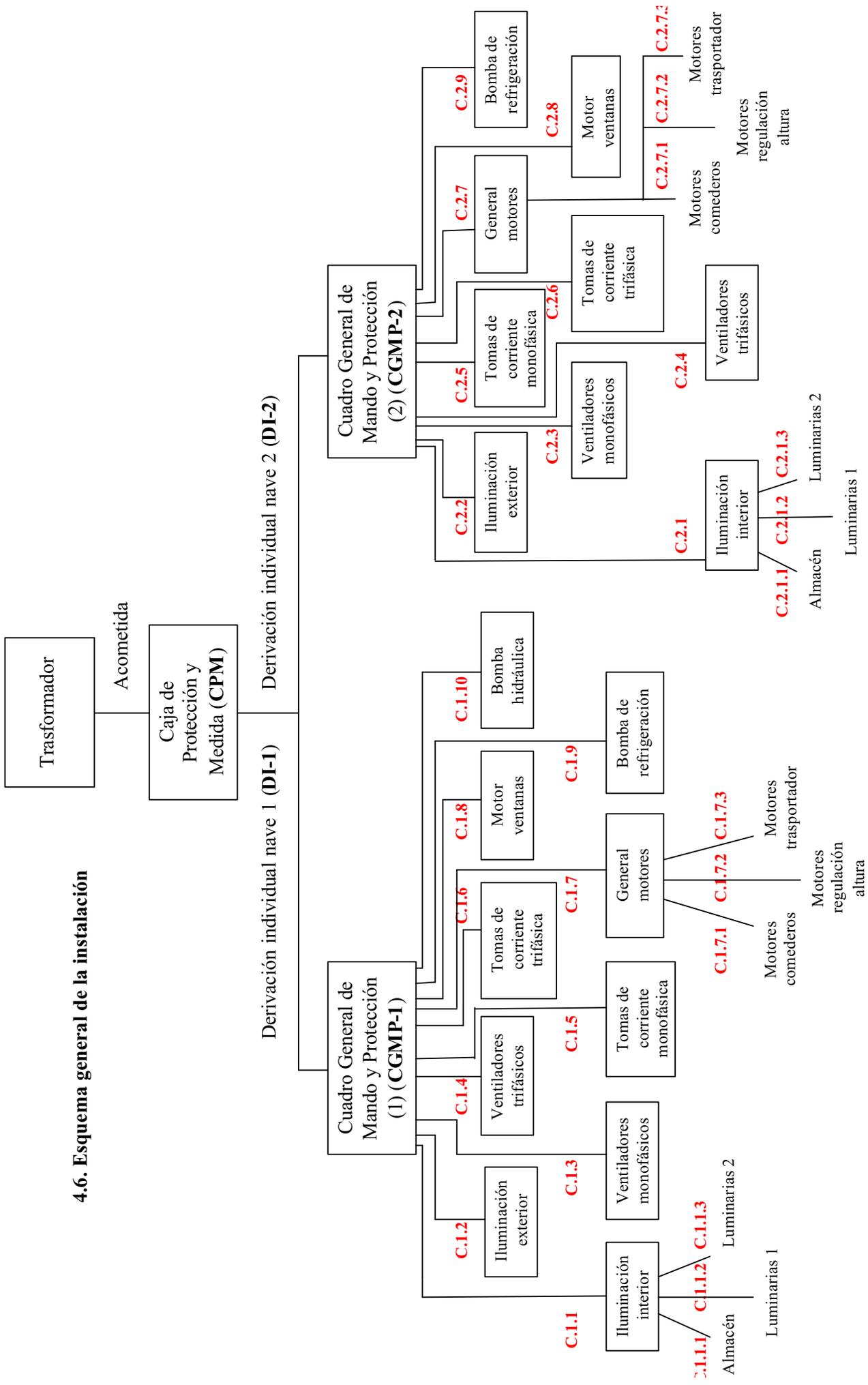
#### 4.5. Potencia total

La potencia contratada no será nunca igual a la potencia instalada puesto que se aplica un coeficiente de simultaneidad, que en este caso se considera del 80 %.

La potencia instalada en cada uno de los circuitos será:

Cuadro	Potencia
CGMP-1	48.431
CGMP-2	36.980
<b>Total</b>	<b>85.411</b>

#### 4.6. Esquema general de la instalación



#### 4.7. Cálculo de los conductores

Circuito	Configuración cable	Ø tubo XLPE (mm)
<b>Acometida</b>	3F x 70 mm <sup>2</sup> + 1N x 35 mm <sup>2</sup> + 1P x 16 mm <sup>2</sup>	140
<b>Derivación individual 1</b>	3F x 25 mm <sup>2</sup> + 1N x 16 mm <sup>2</sup> + 1P x 16 mm <sup>2</sup>	110
C.1.1 Iluminación interior	1F x 4 mm <sup>2</sup> + 1N x 4 mm <sup>2</sup> + 1P x 4 mm <sup>2</sup>	20
C.1.1.1 Iluminación 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
C.1.1.2 Iluminación luminarias 1	1F x 4 mm <sup>2</sup> + 1N x 4 mm <sup>2</sup> + 1P x 4 mm <sup>2</sup>	20
C.1.1.3 Iluminación luminarias 2	1F x 4 mm <sup>2</sup> + 1N x 4 mm <sup>2</sup> + 1P x 4 mm <sup>2</sup>	20
C.1.2 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
C.1.3 Ventiladores monofásicos	1F x 10 mm <sup>2</sup> + 1N x 10 mm <sup>2</sup> + 1P x 10 mm <sup>2</sup>	25
C.1.4 Ventiladores trifásicos	3F x 2,5 mm <sup>2</sup> + 1N x 2,5 mm <sup>2</sup> + 1P x 2,5 mm <sup>2</sup>	20
C.1.5 T.C. Monofásicas	1F x 35 mm <sup>2</sup> + 1N x 35 mm <sup>2</sup> + 1P x 16 mm <sup>2</sup>	40
C.1.6 T.C. Trifásicas	3F x 2,5 mm <sup>2</sup> + 1N x 2,5 mm <sup>2</sup> + 1P x 2,5 mm <sup>2</sup>	20
C.1.7 General Motores	1F x 10 mm <sup>2</sup> + 1N x 10 mm <sup>2</sup> + 1P x 10 mm <sup>2</sup>	25
C.1.7.1 Motores comederos	1F x 6 mm <sup>2</sup> + 1N x 6 mm <sup>2</sup> + 1P x 6 mm <sup>2</sup>	20
C.1.7.2 Motores regulación altura	1F x 10 mm <sup>2</sup> + 1N x 10 mm <sup>2</sup> + 1P x 10 mm <sup>2</sup>	25
C.1.7.3 Motores trasportador	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
C.1.8 Motor ventanas	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
C.1.9 Bomba de 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
C.1.10 Bomba hidráulica	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
<b>Derivación individual 2</b>	3F x 50 mm <sup>2</sup> + 1N x 25 mm <sup>2</sup> + 1P x 25 mm <sup>2</sup>	125
C.2.1 Iluminación interior	1F x 4 mm <sup>2</sup> + 1N x 4 mm <sup>2</sup> + 1P x 4 mm <sup>2</sup>	20
C.2.1.1 Iluminación 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
C.2.1.2 Iluminación luminarias 1	1F x 4 mm <sup>2</sup> + 1N x 4 mm <sup>2</sup> + 1P x 4 mm <sup>2</sup>	20
C.2.1.3 Iluminación luminarias 2	1F x 4 mm <sup>2</sup> + 1N x 4 mm <sup>2</sup> + 1P x 4 mm <sup>2</sup>	20
C.2.2 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
C.2.3 Ventiladores monofásicos	1F x 10 mm <sup>2</sup> + 1N x 10 mm <sup>2</sup> + 1P x 10 mm <sup>2</sup>	25
C.2.4 Ventiladores trifásicos	3F x 2,5 mm <sup>2</sup> + 1N x 2,5 mm <sup>2</sup> + 1P x 2,5 mm <sup>2</sup>	20
C.2.5 T.C. Monofásicas	1F x 35 mm <sup>2</sup> + 1N x 35 mm <sup>2</sup> + 1P x 16 mm <sup>2</sup>	40
C.2.6 T.C. Trifásicas	3F x 2,5 mm <sup>2</sup> + 1N x 2,5 mm <sup>2</sup> + 1P x 2,5 mm <sup>2</sup>	20
C.2.7 General Motores	1F x 10 mm <sup>2</sup> + 1N x 10 mm <sup>2</sup> + 1P x 10 mm <sup>2</sup>	25
C.2.7.1 Motores comederos	1F x 6 mm <sup>2</sup> + 1N x 6 mm <sup>2</sup> + 1P x 6 mm <sup>2</sup>	20
C.2.7.2 Motores regulación altura	1F x 10 mm <sup>2</sup> + 1N x 10 mm <sup>2</sup> + 1P x 10 mm <sup>2</sup>	25
C.2.7.3 Motores trasportador	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
C.2.8 Motor ventanas	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
C.2.9 Bomba de 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

#### 4.8. Cálculo de las protecciones

Circuito	I Cálculo (A)	I Max admisible (A)	PIA	Diferencial
<b>Acome tida</b>	188,85	220	IV/200 A (IGA)	IV/200 A (300 mA)
<b>Derivación individual 1</b>	107,1	125	IV/125 A (ICP)	IV/125 A (300 mA)
C.1.1 Iluminación interior				II/16 A (30 mA)
C.1.1.1 Iluminación almacén	2,2	18	II/16 A	
C.1.1.2 Iluminación luminarias 1	5,95	34	II/16 A	
C.1.1.3 Iluminación luminarias 2	5,95	34	II/16 A	
C.1.2 Iluminación exterior	2,6	18	II/10 A	II/10 A (30 mA)
C.1.3 Ventiladores monofásicos	29	60	II/50 A	II/50 A (300 mA)
C.1.4 Ventiladores trifásicos	12,84	22	IV/20 A	IV/20 A (300 mA)
C.1.5 T.C. Monofásicas	124,4	131	II/125 A	II/125 A (30 mA)
C.1.6 T.C. Trifásicas	17,8	22	IV/20 A	IV/20 A (30 mA)
C.1.7 General Motores				II/80 A (300 mA)
C.1.7.1 Motores comederos	17,8	44	II/32 A	
C.1.7.2 Motores regulación altura	38,7	60	II/50 A	
C.1.7.3 Motores trasportador	9,41	18	II/16 A	
C.1.8 Motor ventanas	5,23	18	II/10 A	II/10 A (300 mA)
C.1.9 Bomba de refrigeración	5,68	18	II/10 A	II/10 A (300 mA)
C.1.10 Bomba hidráulica	5,55	18	II/10 A	II/10 A (300 mA)
<b>Derivación individual 2</b>	81,76	180	IV/125 A (ICP)	IV/125 A (300 mA)
C.2.1 Iluminación interior				II/16 A (30 mA)
C.2.1.1 Iluminación almacén	2,2	18	II/16 A	
C.2.1.2 Iluminación luminarias 1	5,95	34	II/16 A	
C.2.1.3 Iluminación luminarias 2	5,95	34	II/16 A	
C.2.2 Iluminación exterior	2,6	18	II/10 A	II/10 A (30 mA)
C.2.3 Ventiladores monofásicos	29	60	II/50 A	II/50 A (300 mA)
C.2.4 Ventiladores trifásicos	12,84	22	IV/20 A	IV/20 A (300 mA)
C.2.5 T.C. Monofásicas	124,4	131	II/125 A	II/125 A (30 mA)
C.2.6 T.C. Trifásicas	17,8	22	IV/20 A	IV/20 A (30 mA)
C.2.7 General Motores				II/80 A (300 mA)
C.2.7.1 Motores comederos	17,8	44	II/32 A	
C.2.7.2 Motores regulación altura	38,7	60	II/50 A	
C.2.7.3 Motores trasportador	9,41	18	II/16 A	
C.2.8 Motor ventanas	5,23	18	II/10 A	II/10 A (300 mA)
C.2.9 Bomba de refrigeración	5,68	18	II/10 A	II/10 A (300 mA)

#### 4.9. Cálculo de cortocircuitos

Se calcula la intensidad de cortocircuito para la línea o circuito más desfavorable dentro de cada cuadro general, y se le aplica ese valor a todas las protecciones de la instalación. El poder de corte que deberán tener los interruptores automáticos magnetotérmicos serán como mínimo de:

$$I_{C.1.5} = \frac{0,8 \cdot 230}{(0,0576 + 0,0041)} = 2.982,17 \text{ A} \rightarrow \mathbf{3 \text{ kA}}$$

$$I_{C.2.5} = \frac{0,8 \cdot 230}{(0,0648 + 0,0041)} = 2670,53 \text{ A} \rightarrow \mathbf{3 \text{ kA}}$$

#### 4.10. Puesta a tierra

Se opta por la colocación de cuatro picas de toma de tierra de 2 m de longitud, separadas una distancia de 2 m como mínimo en cada uno de los cuadros. El conductor de tierra que conectará las picas será de cobre con una sección de 35 mm<sup>2</sup>.

### 5. FONTANERÍA

#### 5.1. Abastecimiento de la explotación

El abastecimiento de agua de la explotación se garantiza mediante una toma de agua en parcela proveniente del término municipal de Robres, mediante una conducción hidráulica enterrada a lo largo de todo el camino desde el núcleo de población hasta la explotación. Para asegurarnos del suministro continuo y evitar posibles cortes de agua, instalaremos un depósito de chapa galvanizada en nuestra parcela, desde el cual se abastecerá toda la explotación.

#### 5.2. Necesidades hídricas

USOS	CONSUMOS DIARIOS (litros)
Pollos	0,3 · 50.000 = 15.000
Refrigeración	5 · 7.300 = 36.500
Tomas auxiliares	1.000
<b>TOTAL</b>	<b>52.500</b>

El consumo máximo de agua en un mes será de:

$$52.500 \text{ l/día} \cdot 31 \text{ días} = 1.627.500 \text{ l/mes} = \mathbf{1.628 \text{ m}^3/\text{mes}}$$

Así pues, el depósito tendrá las siguientes dimensiones:

- 12 m de radio
- 4 m de altura

$$12^2 \cdot \pi \cdot 4 = \mathbf{1809,55 \text{ m}^3}$$

Suficiente para cubrir la demanda de agua en el mes más crítico (1628m<sup>3</sup>).

### 5.3. Instalación interior

Se elevará toda el agua hasta el segundo piso del almacén 1 donde se encontrarán 5 depósitos de poliéster de 2.000 l, y desde ahí se distribuirá el agua para las dos naves.

Posteriormente tendremos las conducciones que van desde los depósitos de poliéster hasta los bebederos, el baño, las bombas de nebulización y tomas auxiliares, que constarán de tantas bifurcaciones y llaves de paso como sea necesario.

Se instalará un equipo de tratamiento de aguas para asegurar que el agua tenga la mejor calidad posible y para poder medicar cuando sea oportuno.

Todas las conducciones de la instalación, tanto las interiores como las exteriores o enterrada, se resolverán con tubería de PEAD Ø 32 PN10 (diámetro interior de 28 mm).

### 5.4. Dimensionado de la instalación de bombeo

Para cubrir las necesidades de la instalación tanto en caudal como en altura manométrica, se necesita un equipo de bombeo que proporcione un caudal total de 2,19 m<sup>3</sup>/h y una altura de 11,71 m.c.a., así como un motor que desarrolle aproximadamente 0,15 CV.

Con estos datos se elige de los diferentes catálogos comerciales un grupo electrobomba con la siguiente potencia:

$$1 \text{ CV} \cdot 0,736 = 0,736 \text{ KW} \rightarrow 0,736 \text{ KW} / 0,8 = \mathbf{0,92 \text{ Kva}}$$

## **6. VENTILACIÓN**

### **6.1. Sistema de ventilación**

De todos los sistemas de ventilación posibles, el elegido para las naves del proyecto es un sistema de ventilación de depresión o extracción de aire por un costado, con entrada de aire por el contrario, comúnmente llamado sistema de ventilación cruzada.

Se trata de un sistema ya clásico en avicultura, pero sin lugar a dudas uno de los más eficaces, si se hace un buen diseño de lo que van a ser entradas de aire y elección de los ventiladores, así como su distribución.

Todo el sistema de ventilación, y también el de calefacción, ira gobernado por un ordenador autómatas, que va tomando datos constantemente de las variables ambientales y regula en función de ellas cualquier parámetro para que los animales se encuentran las mejores condiciones para desarrollar su actividad.

### **6.2. Ventiladores elegidos**

Para la extracción de aire se ha adoptado un sistema mixto de ventiladores de gran caudal combinados con ventiladores de bajo caudal. Los ventiladores de bajo caudal se utilizaran para la ventilación mínima los primeros días de la crianza y cuando se requiera un mayor caudal de aire entrarán los ventiladores de grandes.

Los aparatos elegidos son:

- 9 Ventiladores trifásicos de caudal máximo 38.000 m<sup>3</sup>/h y potencia 1 CV
- 9 Ventiladores monofásicos de caudal máximo 12.000 m<sup>3</sup>/h y potencia 0,75 CV

Con lo que nos da un caudal de extracción máximo de 450.000 m<sup>3</sup>/h, suficiente en para los días más calurosos del verano.

### **6.3. Entradas de aire**

Se ha considerado apropiado destinar para la entrada del aire una superficie de 40 m<sup>2</sup>, en forma de ventanas, que serán de 2 m de longitud por 1 m de altura. Habrá una ventana por pódico, estarán separadas del pilar 1,5 m y solo se colocarán en una de las paredes, ya que en la otra iran los ventiladores. Las ventanas están fabricadas de poliéster, además hay una malla para evitar la entrada de animales.

Estas ventanas irán también gobernadas por el autómatas, que conforme sean los

caudales de ventilación a evacuar abrirá más o menos las ventanas a través de un motorreductor. El autómata se gobernará además con dos sondas de temperatura que habrá a la entrada de aire.

#### 6.4. Aislante

Una de las cosas más importante en una nave destina a pollos broilers es el aislante, ya que una buena refrigeración y ventilación depende de él. Si la nave está mal aislada tendremos muchos problemas en el manejo y perderemos mucho dinero en calefacción innecesariamente.

Se elegirán 2 tipos de aislante, una para los cerramientos y otro para la cubierta de las naves. El material elegido para aislar térmicamente la cubierta es la espuma rígida de poliuretano en placas machihembradas para la cubierta, que tendrá un espesor de 4 cm de aislante más las dos chapas galvanizadas que lo recubren a modo de panel sándwich. Para los cerramientos se elige la espuma de poliestireno, ya que éstos serán prefabricados e incluirán entre el hormigón una capa de 5 cm de grosor de poliestireno, que impedirá el ataque de insectos a dicho material.

### 7. REFRIGERACIÓN

En vista de diversos factores, y de la localización de la nave, se ha optado por instalar un sistema de refrigeración por nebulización a alta presión mediante boquillas, controlado por ordenador central y con limitador de la humedad relativa mediante sondas.

Se instalaran dos hileras junto a las entradas de aire, una a mitad de la nave y otra más cerca de la entrada de aire, en las que se colocarán 20 boquillas por pórtico lo que significa que estarán separadas 0,25 m, estarán orientadas a favor de la entrada de aire y con una inclinación de 45°.

Al final se colocaran **800 boquillas por nave**, que se considera más que suficiente ya que los cálculos iniciales están sobredimensionados y la distribución queda mejor y más uniforme de esta manera.

Se instalará un grupo de presión en cada nave de 3 pistones que trabaje en un rango de 40 a 80 atmósferas, accionado por un motor eléctrico de 800 w, además de otros elementos, como un filtro, un regulador de presión un manómetro y un amortiguador. Dispone de un depósito de 100 litros de fibra de vidrio con una tapa encima y boya que asegura el suministro.

## 8. CALEFACCIÓN

Se ha recurrido a instalar **pantallas de infrarrojos a gas**, por ser uno de los sistemas locales de calefacción más cómodos de los que se puede disponer en una explotación ganadera, pudiendo funcionar tanto con gas propano como con gas natural.

Será necesario realizar una instalación del Gas Licuado de Petróleo (G.L.P.) con depósito fijo aéreo (alquilado a la empresa de suministro) de gas propano comercial y subsiguiente red de distribución de cobre mediante uniones soldadas para abastecer los servicios de calefacción de la explotación.

Colocaremos 20 pantallas en cada nave, una por pódico, colocándolas en el lado de las ventanas y cuando trabajemos con mitad nave en el arranque de la crianza se pondrán diez a cada lado, con lo que conseguiremos una temperatura más homogénea al comienzo de la crianza y así una mejor uniformidad del crecimiento de los pollos, además como el calor que proporcionan las pantallas es regulable, podremos conseguir una temperatura adecuada durante toda la crianza.

Las pantallas serán del tipo infraconic por los siguientes motivos:

- Quemador totalmente metálico
- Regulación progresiva de potencia.
- Doble cámara de combustión que permite emitir radiación infrarroja incluso a baja potencia y funcionar en ambientes pulverulentos sin disponer de filtro de aire.
- Tienen válvula de seguridad termo-eléctrica (seguridad fría) y un fusible térmico (seguridad caliente) que cortan el paso del gas en caso de fallo de suministro, por una elevación anormal de la temperatura o bien por un retroceso de la llama (calado de combustión). Ambos sistemas de seguridad, pueden verse en el mismo plano anterior.

La altura de colocación de las pantallas será de 1,6 m sobre el suelo con una inclinación máxima de 5° con la horizontal, evitando colocarlas frente a las ventanas. Dichas pantallas se amarrarán al techo con una cadena fina cuyos eslabones permitan regular tanto en altura como en inclinación.

### Consumo máximo en aparatos:

$$0,360 \text{ Kg/hora} \cdot 20 \text{ aparatos} = 7,2 \text{ kg/hora}$$

Con un consumo de 0,360 kg/hora, se estarán consumiendo cada hora en la nave 7,2 kg de propano.

## **9. INSTALACIONES DE ALIMENTACIÓN**

### **9.1. Bebederos**

Se opta por bebederos de tetina de baja presión por ser los más empleados, ya que muchas empresas integradoras obligan a ello por no producir ningún desperdicio de agua, por poderse utilizar como bebederos de primera edad y por no tener que limpiarlos, ya que no se contamina el agua por contacto con la suciedad. Además no tienen que ser retirados al final de la crianza por tener un sistema conjunto de elevación.

Las tetinas van colocadas en tubos de PVC de diámetro 25 y de 3 m de longitud, a razón de 12 tetinas por tubo. Con una longitud de 96 m de bebedero, cada hilera contará con 384 tetinas, teniendo que colocar 5 hileras para abastecer de agua a los pollitos de nuestra granja.

### **9.2. Comederos y distribución de pienso**

Los comederos elegidos serán de reparto en platos y arrastre mediante sinfín automáticos, que a diferencia de otros modelos el reparto se realiza por líneas y no por circuitos, reduciendo en gran medida el desgaste de las piezas que constituían los circuitos.

Durante los primeros días será necesario colocar comederos de primera edad formados por láminas de papel extendido a lo largo de toda la nave de unos 60-70 cm de anchura que se extienden generalmente a lo largo de las líneas de los bebederos y sobre las que se aporta directamente el pienso.

Puesto que hay un plato cada 75 cm y como la longitud del comedero es de 96 m tendremos un total de 128 platos por hilera y 512 para toda la nave, para mejorar la uniformidad de los pollos colocaremos 4 hileras de comederos. Cada hilera contará con una tolva de alimentación y un conmutador para la parada automática del motor de 1 CV.

La distribución del pienso se hará mediante un transportador sinfín en tubo de PVC de 90 mm, que llevará el pienso desde los silos de almacenamiento hasta las tolvas de los comederos, gracias a un motor reductor de 1 CV.

Los silos tendrán una capacidad de 11.800 kg aproximadamente con un volumen de 18,5 m<sup>3</sup> y se colocaran dos por nave.

## 10. PRESUPUESTO

### 10.1. Resumen del presupuesto

- CAPITULO 1: Cimentación naves .....	100.191,78 €	(20,34 %)
- CAPITULO 2: Estructura, cerramientos y cubierta.....	186.104,61 €	(37,78 %)
- CAPITULO 3: Electricidad .....	29.981,21 €	(6,09 %)
- CAPITULO 4: Calefacción.....	23.131,84 €	(4,70 %)
- CAPITULO 5: Ventilación y refrigeración .....	34.803,50 €	(7,06 %)
- CAPITULO 6: Fontanería .....	39.589,51 €	(8,04 %)
- CAPITULO 7: Sistemas de alimentación.....	36.745,44 €	(7,46 %)
- CAPITULO 8: Instalaciones auxiliares .....	25.026,05 €	(5,08 %)
- CAPITULO 9: Seguridad y Salud .....	7.047,65 €	(3,46 %)

**TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL .....**492.621,59 €

13,00 % Gastos generales ..... 64.040,81 €

6,00 % Beneficio industrial ..... 29.557,30 €

SUMA DE G.G. y B.I. ....93.598,11 €

18,00 % I.V.A. .... 105.519,55 €

**TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA.....**691.739,25 €

**TOTAL PRESUPUESTO GENERAL.....**691.739,25 €

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de SEISCIENTOS NOVENTA Y UN MIL SETECIENTOS TREINTA Y NUEVE EUROS con VEINTICINCO CÉNTIMOS.

### 10.2. Viabilidad económica

Con el objeto de analizar si este proyecto es viable económicamente, se calcularan los índices de rentabilidad VAN y TIR.

- *V.A.N. (Valor Actual Neto):*

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

Para calcularlo, es necesario prefijar la vida útil del proyecto (n), así como estimar la tasa de actualización (r) y considerando que el mercado de capitales es perfecto.

- *T.I.R. (Tasa Interna de Rentabilidad):*

Índice de rentabilidad relativo, es la tasa de actualización que hace el V.A.N. de la inversión igual a cero, reflejando la rentabilidad anual por euro invertido.

### CONDICIONES

- Vida útil del proyecto, n = 25 años
- Tasa de actualización sin inflación, r = 0,05 (5%)
- Préstamo de 600.000 € de cuota constante a 7 años y con un interés del 4,5%

### FLUJOS DE CAJA

AÑO	COBRO ORD	COBRO FINAN	PAGO ORD	PAGO FINAN	PAGO INVERS	FLUJO CAJA
0		600.000			691.379,25	<b>-91.379,25</b>
1	159.668		52.827	100.081		<b>6.760</b>
2	159.668		52.827	100.081		<b>6.760</b>
3	159.668		52.827	100.081		<b>6.760</b>
4	159.668		52.827	100.081		<b>6.760</b>
5	159.668		52.827	100.081		<b>6.760</b>
6	159.668		52.827	100.081		<b>6.760</b>
7	159.668		52.827	100.081		<b>6.760</b>
8	159.668		52.827			<b>106.841</b>
9	159.668		52.827			<b>106.841</b>
10	159.668		52.827			<b>106.841</b>
11	159.668		52.827			<b>106.841</b>
12	159.668		52.827			<b>106.841</b>
13	159.668		52.827			<b>106.841</b>
14	159.668		52.827			<b>106.841</b>
15	159.668		52.827			<b>106.841</b>
16	159.668		52.827			<b>106.841</b>
17	159.668		52.827			<b>106.841</b>
18	159.668		52.827			<b>106.841</b>
19	159.668		52.827			<b>106.841</b>
20	159.668		52.827			<b>106.841</b>
21	159.668		52.827			<b>106.841</b>
22	159.668		52.827			<b>106.841</b>
23	159.668		52.827			<b>106.841</b>
24	159.668		52.827			<b>106.841</b>
25	159.668		52.827			<b>106.841</b>
Tasa Actualización (r%)			5,00%			
<b>VAN</b>			<b>834.964,91</b>			
<b>TIR</b>			<b>27,26%</b>			

## **11. DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL PROYECTO**

### **1. MEMORIA**

#### **ANEJOS A LA MEMORIA**

ANEJO 1. OBJETO Y SITUACIÓN

ANEJO 2. LEGISLACIÓN Y NORMATIVA

ANEJO 3. CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS

ANEJO 4. INSTALACIÓN ELÉCTRICA

ANEJO 5. FONTANERÍA

ANEJO 6. VENTILACIÓN Y REFRIGERACIÓN

ANEJO 7. CALEFACCIÓN

ANEJO 8. INSTALACIONES DE ALIMENTACIÓN

ANEJO 9. RECOMENDACIONES EN EL MANEJO

ANEJO 10. VIABILIDAD ECONÓMICA

### **2. PLANOS**

Nº 1. SITUACIÓN Y LOCALIZACIÓN

Nº 2. PLANTA EMPLAZAMIENTO

Nº 3. PLANTA DE DISTRIBUCIÓN

Nº 4. PLANTA DE CIMENTACIÓN

Nº 5. DISTRIBUCIÓN COMEDEROS Y BEBEDEROS

Nº 6. ALZADOS NAVE 1

Nº 7. ALZADOS NAVE 2

Nº 8. PLANTA CUBIERTA

Nº 9. SECCIÓN ESTRUCTURAL

Nº 10. DISTRIBUCIÓN CALEFACCIÓN

Nº 11. FONTANERÍA

Nº 12. SECCIÓN COMEDROS Y BEBEDEROS

Nº 13. INSTALACIONES AUXILIARES

Nº 14. DETALLE ZAPATAS

Nº 15. DISTRIBUCIÓN APARATOS ELÉCTRICOS

Nº 16. DIAGRAMA UNIFILAR

### **3. PLIEGO DE CONDICIONES**

#### **4. PRESUPUESTO**

1. MEDICIONES

2. CUADRO DE PRECIOS UNITARIOS

3. CUADRO DE PRECIOS DESCOMPUESTOS

4. PRESUPUESTO GENERAL

5. RESUMEN DEL PRESUPUESTO

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

1. MEMORIA (ESS)

2. PLANOS (ESS)

3. PLIEGO DE CONDICIONES (ESS)

4. PRESUPUESTO (ESS)

Fdo. CARLOS CONTE CUELLO  
Ingeniero Agrónomo

Huesca, Marzo de 2012

# **ANEJO 1**

## **Objeto y situación**

## ÍNDICE

<b>1. OBJETO DE PROYECTO.....</b>	<b>3</b>
<b>2. SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO.....</b>	<b>3</b>
<b>3. SOLAR Y SERVICIOS .....</b>	<b>4</b>
<b>3.1. Solar y características del terreno .....</b>	<b>4</b>
<b>3.2. Circunstancias urbanísticas .....</b>	<b>4</b>

## **1. OBJETO DE PROYECTO**

Se redacta el presente proyecto, “Construcción de una explotación avícola de pollos de engorde para 50.000 plazas, en Robres (Huesca)”.

El objetivo del proyecto es únicamente el de presentarlo como trabajo de fin de carrera y terminar así los estudios de Ingeniero Agrónomo. Dicho proyecto no se llevara a cabo ni será ejecutado en ningún momento. Se dispondrá la documentación técnica que defina y valore las obras de cara a su ejecución, así como cierta documentación de cara al desarrollo de la actividad ganadera.

Se proyecta unas instalaciones avícolas dotadas del equipamiento suficiente con el fin de optimizar los costes de producción y sacar la máxima rentabilidad a la explotación, de forma que pueda ser llevada con facilidad.

La producción anual es de 300.000 pollos, repartidos en 6 crianzas y con una densidad media de 18 aves /m<sup>2</sup>.

## **2. SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO**

Se proyecta la instalación en una finca de cultivo de secano en el término municipal de Robres reflejada en el plano general de emplazamiento a la cual se accede por la carretera A-1211, en el tramo comprendido entre Robres y Senes de Alcubierre, a la altura del Km 20,5 de la misma, en un camino dirección Norte a 1,2 km desde la salida de la carretera.

Polígono: 15

Parcela: 118

El emplazamiento cumple con la Normativa vigente en Aragón en lo que se refiere a explotaciones ganaderas, que rige 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.

### **3. SOLAR Y SERVICIOS**

#### **3.1. Solar y características del terreno**

La finca donde se proyectan las instalaciones tiene una superficie de 3,17 Ha destinada al cultivo en secano de cereal de invierno (cebada), tratándose de un terreno arcilloso con poca pendiente.

#### **3.2. Circunstancias urbanísticas**

Siguiendo las Normas Subsidiarias de ámbito Local y Autonómico la finca está declarada de ámbito rústico, lo que permite llevar a cabo la actividad ganadera y tiene la posibilidad de contar con tendido eléctrico y red de saneamiento.

La normativa estipula que la construcción no superará los 7 metros de altura máxima constructiva y que las instalaciones no supondrán más del 20% de la superficie total de la parcela donde se va a construir..

Las naves construidas tendrán una orientación Noroeste-Sureste para evitar que la acción de los vientos dominantes (cierzo) no entren por las ventanas o dificulte la acción de los ventiladores.

# **ANEJO 2**

## **Legislación y normativa**

## ÍNDICE

<b>1. CLASIFICACIÓN DE LA ACTIVIDAD .....</b>	<b>3</b>
<b>2. NORMATIVA DE EMPLAZAMIENTO .....</b>	<b>3</b>
<b>3. MEDIDAS CORRECTORAS .....</b>	<b>6</b>
<b>3.1. Estercolero .....</b>	<b>6</b>
<b>3.2. Fosa de cadáveres.....</b>	<b>8</b>
<b>3.3. Vado sanitario .....</b>	<b>9</b>
<b>3.4. Vallado .....</b>	<b>9</b>
<b>4. NORMATIVA DE RESIDUOS GANADEROS .....</b>	<b>10</b>
<b>4.1. Generalidades .....</b>	<b>10</b>
<b>4.2. Contaminación de los residuos.....</b>	<b>11</b>
<b>4.2. Normativa comunitaria .....</b>	<b>12</b>

## **1. CLASIFICACIÓN DE LA ACTIVIDAD**

Dentro del ámbito del Reglamento de Actividades Molestas, Insalubres, Nocivas y Peligrosas (R.A.M.I.N.P.), aprobado por Decreto 2414/1.961, del 30 de noviembre (B.O.E. nº 292, del 7 de Diciembre de 1.961 y corrección de errores en nº 57 de marzo de 1.962), modificado por Decreto 3492/1.964, de 5 de noviembre (B.O.E. 6 de noviembre), se encuentran comprendidas las actividades ganaderas que nos atañen en éste proyecto.

Se trata de una norma estatal, de aplicación en todo el territorio nacional, cuyo objetivo es evitar que las instalaciones, establecimientos, actividades, industrias o almacenes, que genéricamente denomina "actividades", produzcan incomodidad, alteren las condiciones normales de salubridad e higiene del Medio Ambiente y ocasionen daños o riesgos a las personas y bienes.

Así pues, para el proyecto de explotación avícola que nos ocupa, el RAMINP lo clasifica como "actividad molesta" por producir malos olores y estiércoles.

En Aragón el DECRETO 94/2009, de 26 de mayo que aprueba la Directriz Parcial Sectorial sobre Actividades e Instalaciones Ganaderas, establece los criterios de aplicación del Reglamento de Actividades Molestas, Insalubres, Nocivas y Peligrosas (RAMINP) para el caso de actividades e instalaciones ganaderas, especialmente en lo relativo al emplazamiento y condiciones higiénico-sanitarias exigibles a las mismas.

## **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 objeto de proyecto son las siguientes:

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

<b>Elementos relevantes del territorio</b>	<b>Distancia mínima</b>	<b>Distancia en proyecto</b>	
Carreteras	21 m	700 m	CUMPLE
Cauces de agua, lechos de ríos, y embalses	35 m	600 m	CUMPLE
Acequias y desagües de riegos	15 m	600 m	CUMPLE
Captaciones de agua	250 m	600 m	CUMPLE
Tuberías de abastecimiento	15 m	1.800 m	CUMPLE
Pozos no destinados a abastecimiento	35 m	No hay en la zona	CUMPLE
Zona de baño reconocida	200 m	No hay en la zona	CUMPLE
Zonas de acuicultura	100 m	No hay en la zona	CUMPLE
Complejos turísticos	500 m	No hay en la zona	CUMPLE
Viviendas de turismo rural	300 m	No hay en la zona	CUMPLE
Monumentos	1000 m	No hay en la zona	CUMPLE
Polígonos industriales	200 m	No hay en la zona	CUMPLE
Industrias alimentarias	500 m	No hay en la zona	CUMPLE
Industrias de transformación de animales muertos	1000 m	No hay en la zona	CUMPLE

**Distancia mínima a núcleos de población**

<b>Especie animal</b>	<b>Núcleos de población de 500 a 3.000 habitantes</b>	<b>Robres (650 Habitantes)</b>	
Aves	1.000 m	2.300 m	CUMPLE

**Distancia mínima entre explotaciones ganaderas**

<b>Especie animal</b>	<b>Distancia mínima</b>	<b>Distancia de proyecto</b>	
Avícola	500 m	800 m	CUMPLE
Especies diferentes	100 m	1.800 m	CUMPLE

### 3. MEDIDAS CORRECTORAS Y PROTECTORAS

Debido a que nuestra actividad en la explotación esta clasificada como Molesta, Insalubre, Nociva y Peligrosa, debemos de tomar una serie de medidas correctoras y protectoras recogidas en el reglamento para evitar cualquier tipo de daño o riesgo contra el medio ambiente, bienes o personas.

Como ya se ha visto, el emplazamiento juega un importante papel como medida correctora. El alejamiento de las explotaciones ganaderas de las viviendas evita por lo general los olores y constituye una medida de prevención de enfermedades transmisibles de animales a personas.

Aquí nos centraremos en otras medidas correctoras, que se describen a continuación.

#### 3.1. Estercolero

##### Emplazamiento:

El estercolero, cuyas dimensiones se calcularán a continuación, estará situado en la misma parcela de ejecución del proyecto, dentro del recinto vallado sujeto a proyecto, de forma que no interrumpa el tránsito de vehículos tractores y camiones.

##### Dimensiones:

El dimensionado del estercolero vendrá determinado por el volumen máximo de estiércol producido en la explotación en el periodo de un año, momento en el cual se procederá a su vaciado, total o parcial, según las necesidades agrícolas.

El DECRETO 94/2009, en el Anexo XII, apartado h) fija el volumen de estiércol producido por cabeza y 120 días de actividad, que en el caso de pollos de engorde (broilers) se fija en 0,007 m<sup>3</sup> /ave y 120 días. Con estos datos se procede a calcular el volumen teórico de estercolero:

$$365 \text{ días}/120\text{días} \cdot 0,007 \text{ m}^3/\text{ave} \cdot 50.000 \text{ aves} = \mathbf{1065 \text{ m}^3/\text{año}}$$

Las dimensiones consideradas para el estercolero serán de:

- 10 metros de ancho
- 35 metros de largo.
- 3 metros de altura máxima de pared

El volumen real del estercolero es de:

$$10 \cdot 35 \cdot 3 = 1050 \text{ m}^3$$

Tal y como se refleja en el plano correspondiente al "estercolero", éste constará de una plataforma de hormigón H-250 de 15 cm sobre una capa de 20 cm de grava, con una pendiente del 3 % para el drenaje de líquidos.

El hormigón irá armado con redondos de 6 mm de diámetro entrelazado cada 15 cm conformado en mallazo electrosoldado o atado con alambre en su defecto.

Las paredes de sustentación del terreno serán de bloques de hormigón de anchura 20 cm.

#### Fosa de decantación:

El estercolero dispone de una fosa de decantación de las fracciones líquidas o purines procedentes de la lixiviación de los estiércoles, justificado por la propia composición del mismo, en la que el porcentaje de agua varía con respecto a la mayor o menor humedad de la yacija en el momento de su retirada de la explotación, que varía entre un 55 % en las crías de verano, y un 80 % alcanzado en los periodos más fríos.

La red de saneamiento del almacén (lavabos, vestuarios y cuarto de medicamentos), evacuará también en la fosa de decantación del propio estercolero (aunque las aportaciones sean mínimas, por lo que no se tendrán en cuenta) mediante tubo de P.V.C.  $\phi 125$  mm enterrado.

Consideraremos pues un porcentaje medio de agua en el estiércol del 68 %. Además, hay que tener en cuenta las precipitaciones en la zona, puesto que es volumen de agua que se va a almacenar en la fosa de decantación,

Consideraremos una precipitación anual de 400 mm con lo que las dimensiones de la poza resultarán:

$$400 \text{ l/m}^2 \cdot 35 \text{ m} \cdot 10 \text{ m} = 140.000 \text{ Litros.}$$

El volumen de agua procedente de los estiércoles, es:

$$1050 \text{ m}^3 \cdot 0,68 \text{ l/ m}^3 = 714 \text{ Litros}$$

Volumen teórico:

$$140.714 \text{ Litros} \rightarrow 141 \text{ m}^3 \text{ de fosa}$$

Las dimensiones adoptadas para su construcción, son:

- 5 m de ancho
- 10 m de largo
- 3 m de profundidad máxima

El volumen real de la fosa de decantación es:

$$5 \cdot 10 \cdot 3 = \mathbf{150 \text{ m}^3}$$

suficiente para almacenar los líquidos lixiviados en el estercolero durante un año, periodo tras el cual se procederá a su extracción con una cuba de purines.

Los detalles de construcción aparecen reflejados en el plano de "Instalaciones auxiliares".

La conexión del estercolero con la poza de decantación, se realizará por medio de un pocillo de decantación con una profundidad de 1,25 m sobre el que se dispone una tapa metálica galvanizada de 0,5 m · 0,5 m , con cierre de seguridad.

Se dispondrá de una solera de hormigón H-250 de 10 cm. de espesor, recibida sobre una capa de 10 cm de grava. Los cerramientos laterales se realizarán con fábrica de bloque de dimensiones 40 x 20 x 20 con enfoscado de mortero de 1 cm de espesor.

Se cubrirá a base de vigas de hormigón pretensado T-18 de longitud 2,4 m, en las que se intercalarán bovedillas, y sobre esto, 5 cm de hormigón HA-25.

La poza de purines contará además de una tapa metálica de las mismas dimensiones que la anterior, para poder retirar los líquidos con la cuba pertinente.

Únicamente será visible desde el exterior las dos bocas correspondientes al pocillo de decantación y a la tapa de extracción de purines, quedando el resto con relleno de tierra.

### **3.3. Fosa de cadáveres**

El sistema elegido para la eliminación de cadáveres de los animales es el de construir una fosa séptica de cadáveres. Deberá cumplir con la normativa, por lo que se dimensionara para un 5% de bajas (el mínimo es el 2% según el reglamento) durante toda la crianza y un volumen de 250 pollos/m<sup>3</sup>, por lo que el volumen de la fosa séptica será:

$$(50.000 \cdot 0,05) \text{ pollos} / 250 \text{ pollos/m}^3 = \mathbf{10 \text{ m}^3}$$

Sus dimensiones serán:

- 2 m de profundidad
- 2 m de ancho
- 2,5 m de largo

En principio, no se necesita echar ningún tipo de producto para activar la descomposición de los cadáveres, pues ésta se realiza por sí sola, con más o menos velocidad.

### **3.4. Vado sanitario**

Todo vehículo que acceda al interior de la instalación debe ser desinfectado.

Para ello, a continuación de la puerta de acceso a la granja debe existir un badén donde se coloque una solución desinfectante, pasando necesariamente todos los vehículos sobre él.

Debe tenerse en cuenta, que la efectividad de éste es nula al cabo de un tiempo y después de haberse contaminado con barro o diluido con agua de lluvia, por lo que deberá renovarse con frecuencia.

Se establece en el plano "Vado Sanitario", las dimensiones del mismo.

Tendrá una longitud total de 8 metros por 4 metros de ancho, que contenga la suficiente cantidad de solución desinfectante apropiada para tratar los camiones que entren.

La solera será de 15 cm de hormigón Ha-25 dispuesta sobre un relleno de gravas de 15 cm.

### **3.5. Vallado**

Tiene el cometido de restringir la entrada de animales y personas ajenas a la explotación.

El vallado consistirá en tela metálica apropiada para vallados de 2 m de altura con postes de tubo redondo hueco de 48 mm y 2 m de alto, cada 4 m empotrados en cubos de hormigón de H-250 de 40 x 40 x 40.

La puerta de acceso será de 4 metros de longitud y 2 de altura, con dos hojas iguales, las bisagras de apertura irán soldadas a sendas vigas IPE-80.

## **4. NORMATIVA RESIDUOS GANADEROS**

### **4.1. Generalidades**

El elemento más importante de los residuos ganaderos son los excrementos sólidos y líquidos, mezclados con la cama, restos de comida y cantidad variable de agua constituyendo lo que comúnmente se denomina "estiércol".

En sentido estricto, el estiércol debería denominarse al producto resultante de la maduración de la mezcla a la que nos referíamos. Los líquidos obtenidos por decantación en el estercolero, será lo que llame purines.

La utilización habitual de éste estiércol es el abono de las tierras de cultivo, dentro de un círculo natural de explotación de la tierra.

No obstante, aunque sea el abono más natural, dadas sus características, sus efectos nocivos, y sobre todo su posible abundancia, deben tenerse en consideración de cara al uso y manejo.

La riqueza del estiércol en materia orgánica y fertilizantes, así como sus posibilidades de mejora de la estructura del suelo le dan un valor nada despreciable, por lo que su utilización agrícola representa un gran ahorro de productos químicos que, aparte de su coste, comienzan a constituir un elemento de contaminación a considerar por su incidencia en determinados lugares.

Una correcta utilización del estiércol como abono comienza por un buen conocimiento de sus características, composición y valor fertilizante.

La eficacia relativa de los componentes del estiércol, en virtud de su disponibilidad inmediata, varía con relación a los abonos químicos y representa diversos factores limitantes de su uso. Es por éste motivo que muchas veces será necesario la realización de análisis que permitan un mejor conocimiento de la composición y su variabilidad.

Por otra parte, el suelo de cultivo que reciba éste abono no es tampoco uniforme, al igual que no lo son las diferentes necesidades de los cultivos.

Un conocimiento correcto y conjunto de las características de los abonos, tierras y cultivos es imprescindible para una correcta programación de los abonos que garantice la máxima productividad agrícola y el máximo de ahorro económico, compatibles con la protección de la salud y el medio ambiente y la conservación o mejora del potencial productivo de las explotaciones.

## **4.2. Contaminación de los residuos**

Cuestiones como la protección de las aguas, evitando escorrentías y filtraciones, el control de olores y contaminaciones atmosféricas, deben tenerse en cuenta a la hora de la utilización del estiércol en agricultura (Directiva 91/676)

La experiencia demuestra que las contaminaciones más usuales son motivadas por 3 causas distintas:

a) Vertidos directos por actitudes irresponsables, cuando el productor ve superada la capacidad de almacenaje del estercolero y faltan tierras para su utilización agrícola.

b) Dispersión del estiércol en forma y lugares inadecuados, con las siguientes percolaciones y lixiviaciones.

c) Saturación de la capacidad de absorción de los terrenos por desproporción de abonado en relación a sus características agronómicas.

### Contaminación por infiltración:

El único elemento que formando parte de los residuos ganaderos, puede alcanzar las masas de agua subterráneas, es el nitrógeno.

El Nitrógeno se encuentra en tres fracciones:

- Mineral.
- Orgánico mineralizable
- Orgánico residual.

Tan sólo entre el 50 y el 60 % del Nitrógeno mineralizado es utilizado por las plantas y ésta utilización es mayor o menor según se realiza el aporte en primavera o en otoño.

El resultado práctico es que del nitrógeno que queda en los suelos, por no ser extraído, parte será utilizado por las plantas y otra parte sufrirá un proceso de infiltración.

La infiltración de estos porcentajes de nitrógeno en residuos ganaderos de pollos, supone la presencia de Nitritos y Nitratos en las masas de agua de capas inferiores, imposibilitando su utilización para el suministro de agua potable.

### Contaminación por escorrentía:

La escorrentía se produciría cuando se aportasen residuos ganaderos en grandes cantidades, en suelos prácticamente saturados o en suelos impermeables.

Cuando se realiza el vertido en suelos impermeables o poco permeables, la carga orgánica de los residuos ganaderos alcanzará las masas de aguas superficiales.

### **4.3. Normativa comunitaria**

Según el DECRETO 94/2009, de 26 de mayo, de la D.G.A. 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, transpuesta al Ordenamiento Jurídico español por RD. 261/96 de 16 de febrero.

Como condiciones más restrictivas que equivaldría a suponer como una "zona vulnerable" la que sobrepase con una cantidad de estiércol por hectárea que aportasen cantidades superiores a los 170 Kg de Nitrógeno.

Se va a calcular ahora la superficie mínima de terreno agrícola necesaria para que no se produzcan problemas de lixiviación de Nitrógeno tal y como estipula la Normativa Comunitaria anteriormente mencionada.

En el Anexo I del DECRETO 94/2009, de 26 de mayo, aparece una tabla de producción de N por plaza y año de las diferentes especies animales. Para el caso de pollos de engorde (broilers) se fija en 0,2 kg N/pollo y año, por lo tanto, la superficie mínima disponible para el vertido de estiércol será:

$$(0,2 \cdot 50.000)/170 = \mathbf{58,82 \text{ ha}}$$

Calculo de cantidad de estiércol vertido por hectárea para 170 kg N/ha:

- Densidad media del estiércol: 560 kg/m<sup>3</sup>
- Producción de N por plaza y año: 0,2 kg N/pollo y año
- Producción de estiércol en un año: 1065 m<sup>3</sup> de estiércol/año
- Cantidad de N en estiércol: 8 kg N/m<sup>3</sup> estiércol

$$1065 \text{ m}^3 \text{ estiércol} / 58,82 \text{ ha} = \mathbf{18,1 \text{ m}^3 \text{ estiércol/ha}}$$

$$1065 \text{ m}^3 \cdot 560 \text{ kg/m}^3 / 58,82 \text{ ha} = \mathbf{10.140 \text{ kg estiércol/ha}}$$

# **ANEJO 3**

## **Cálculos constructivos**

## ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>4</b>
<b>2. CÁLCULO DE LAS CORREAS DE CUBIERTA</b> .....	<b>5</b>
<b>2.1. Cálculo de las acciones características</b> .....	<b>6</b>
<b>2.2. Elección de las correas</b> .....	<b>8</b>
<b>3. CÁLCULO DE LA CIMENTACIÓN DE LA NAVE</b> .....	<b>8</b>
<b>3.1. Condicionantes</b> .....	<b>8</b>
<b>3.2. Cálculo del pórtico de la nave</b> .....	<b>9</b>
<b>3.3. Características mecánicas de la nave</b> .....	<b>9</b>
<b>3.4. Dimensionado de las zapatas de la nave</b> .....	<b>10</b>
<b>3.5. Cálculo de la armadura de las zapatas</b> .....	<b>13</b>
<b>4. ARRIOSTRAMIENTOS</b> .....	<b>15</b>
<b>4.1. Cálculo de la armadura longitudinal</b> .....	<b>16</b>
<b>4.2. Recubrimiento y canto útil</b> .....	<b>16</b>
<b>5. CÁLCULO DE LA SOLERA DE LA NAVE</b> .....	<b>16</b>
<b>6. CONSTRUCCIÓN DE ALMACENES</b> .....	<b>17</b>
<b>6.1. Construcción del almacén 1</b> .....	<b>17</b>
<b>6.2. Construcción del almacén 2</b> .....	<b>19</b>
<b>7. CIMENTACIÓN DE LOS SILOS</b> .....	<b>19</b>
<b>7.1. Dimensionado de las zapatas</b> .....	<b>20</b>
<b>7.2. Cálculo de la armadura de las zapatas</b> .....	<b>22</b>

<b>8. CONSTRUCCIÓN DEL ESTERCOLERO.....</b>	<b>24</b>
<b>9. CONSTRUCCIÓN DE LA FOSA DE CADÁVERES .....</b>	<b>25</b>
<b>10. CIMENTACION DEL TANQUE DE GAS .....</b>	<b>25</b>
<b>11. CONSTRUCCIÓN DEL BADÉN DE DESINFECCIÓN .....</b>	<b>25</b>

## 1. INTRODUCCIÓN

En este anejo se realiza una descripción y cálculo de todos los elementos estructurales que componen la explotación. Para el cálculo estructural es necesario conocer las acciones o cargas características que van a soportar cada uno de los diferentes elementos estructurales, basándose en las siguientes normas constructivas.

- Documento Básico SE-AE de “Seguridad estructural” y “Acciones en la edificación”, que para este caso se consideran las siguientes acciones:

- Acciones permanentes: peso propio
- Acciones variables: viento, nieve y uso
- Acción del terreno: producida por el empuje del terreno, se considera en las zapatas, soleras y muros de cimentación

La nueva explotación constará de dos naves, cuyo eje longitudinal tendrá una orientación Noroeste-sureste, con dimensiones interiores de 100 x 14 m, teniendo una superficie útil de 1.400 m<sup>2</sup> cada una.

Cada nave tendrá un almacén situado en el extremo sureste con diferentes dimensiones: en la nave 1 (principal) el almacén tendrá dos pisos, ya que en la parte de arriba se situara los depósitos de poliéster para abastecer de agua a las dos naves, y en la parte de abajo contara con la oficina, aseo, sala de pesaje y el almacén propiamente dicho. La nave 2 contara con un almacén del mismo tamaño que el anterior pero de una sola planta y sin oficina ni baño, pero con sala de pesaje. Las dimensiones de todas las salas se describen a continuación:

NAVE 1					NAVE 2			
Almacén					Nave	Almacén		Nave
Almacén	Oficina	Aseo	Sala pesaje	Sala depósitos	1.400 m <sup>2</sup>	Almacén	Sala pesaje	1.400 m <sup>2</sup>
23 m <sup>2</sup>	6 m <sup>2</sup>	6 m <sup>2</sup>	6 m <sup>2</sup>	35 m <sup>2</sup>		35 m <sup>2</sup>	6 m <sup>2</sup>	
41 m <sup>2</sup> abajo y 35 m <sup>2</sup> arriba						41 m <sup>2</sup>		

El estercolero tendrá unas dimensiones de 35 x 10 x 3 m de altura, con un volumen útil de 1.050 m<sup>3</sup>, calculado en el anejo de legislación. Se realizara con solera de hormigón armado. Además dispone de una fosa de decantación para recoger

lixiviados y donde evacuara la red de saneamiento del almacén, con un volumen total de  $150 \text{ m}^3$  (5 m x 10 m x 3 m).

El dimensionado de la fosa de cadáveres está regulado por El DECRETO 94/2009, del Gobierno de Aragón y tendrá un volumen de  $10 \text{ m}^3$ .

En la cara Sureste de la nave se situarán los silos de pienso junto a la báscula de pesaje. Estos se apoyaran en una solera de hormigón armado.

La explotación también contara con un tanque de gas, que descansara sobre solera de hormigón armado, un tanque prefabricado de chapa galvanizada y enterrado para el suministro de agua con un radio de 12 metros y 4 de profundidad, y finalmente con un badén de desinfección en la entrada de la explotación.

### ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS

Cada nave contara con pórticos prefabricados de hormigón de 14 m de luz interior, con una altura útil mínima de 3 m y de 5,1 m de máxima, con pendiente del 30%. La separación entre pórticos será de 5 m.

Los cerramientos serán de hormigón prefabricado con 5 cm de espuma de poliestireno como aislante, y con un espesor total de 16 cm. En un lado de la nave irán ventanas de dimensiones 2 x 1 m, una entre pörtico y pörtico (20), y en el lado opuesto irán colocados los ventiladores de diferente caudal.

Para la cubierta, se opta por correas de hormigón prefabricado con 1 m de separación, y como cerramiento chapa tipo panel sándwich con espuma de poliuretano como aislante.

Una vez descrito el conjunto general de la explotación, se procede a calcular los distintos elementos que la componen.

## **2. CÁLCULO DE LAS CORREAS DE CUBIERTA**

Para definir al contratista de la obra el tipo de correas a instalar se calculará el momento flector máximo que deban soportar éstas en función de las cargas a considerar sobre las correas de cubierta.

La separación entre correas será de 1m ya que el cerramiento de cubierta será de panel sándwich con placas de 1 m de ancho.

## 2.1. Cálculo de las acciones características

### Acciones gravitatorias

#### *Cargas*

- Peso propio de la vigueta (HEB 120): **27 kg/m**
- Cubierta de panel sándwich y anclajes (estimada):  $10 \text{ kg/m}^2 \cdot 1 \text{ m} = \mathbf{10 \text{ kg/m}}$

#### *Sobrecargas*

- Nieve (Robres, zona 2: altitud 400 m.s.n.m.):  $0,6 \text{ KN/m}^2 \cdot 1 \text{ m} = 0,6 \text{ KN/m} = \mathbf{61,2 \text{ kg/m}}$
- Uso (cubierta accesibles únicamente para conservación, pendiente = 30%):  $1,5 \text{ KN} = \mathbf{152,9 \text{ kg}}$  (carga concentrada en el punto más desfavorable)

$$U_{so} = \frac{152,9 \text{ kg}}{14,6 \text{ m} \cdot 5 \text{ m}} \cdot 1 \text{ m} = \mathbf{2,1 \text{ kg/m}}$$

### Acciones del viento

Según el Documento Básico SE - AE, la acción del viento se calculara como:

$$q_v = q_b \cdot c_e \cdot c_p$$

$q_v$  = acción del viento o presión estática ( $\text{kg/m}^2$ )

$q_b$  = presión dinámica del viento que depende de la zona geográfica ( $\text{kg/m}^2$ )

$c_e$  = coeficiente de exposición, variable en altura.

$c_p$  = coeficiente eólico o de presión, depende de la forma y orientación de la nave

$q_b = 0,52 \text{ KN/m}^2 = 53 \text{ kg/m}^2$  (en Robres, perteneciente a zona C)

$c_e = 2,4$  (altura 5,2 m, terreno rural llano)

### CALCULO DEL COEFICIENTE DE PRESIÓN ( $C_p$ )

- Fachada barlovento (D):

$$S_D = 100 \cdot 3 = 300 \text{ m}^2 > 10 \text{ m}^2$$

$$h = 3 + 7 \cdot 0,2873 = 5,1 \text{ m}$$

interpolación entre 0,7 y 0,8:

$$d = 14 \text{ m}$$

$$c_{pe} = 0,714$$

$$h/d = 5,1/14 = 0,36 \text{ (esbeltez)}$$

$$q_v = 53 \text{ kg/m}^2 \cdot 2,4 \cdot 0,714 = \mathbf{90,82 \text{ kg/m}^2}$$

- Fachada sotavento (E):

$$S_E = 100 \cdot 3 = 300 \text{ m}^2 > 10 \text{ m}^2$$

$$h = 3 + 7 \cdot 0,2873 = 5,1 \text{ m}$$

$$d = 14 \text{ m}$$

$$h/d = 5,1/14 = 0,36 \text{ (esbeltez)}$$

interpolar entre -0,3 y -0,5:

$$c_{pe} = -0,329$$

$$q_v = 53 \text{ kg/m}^2 \cdot 2,4 \cdot (-0,329) = \mathbf{-41,85 \text{ kg/m}^2}$$

- Viento en cubierta:

Zona	S (m <sup>2</sup> )	C <sub>P1</sub> (Succión)	C <sub>P2</sub> (Presión)	q <sub>v1</sub> Succión (kg/m)	q <sub>v2</sub> Presión (kg/m)
F	2,7	-1,31	0,7	<b>- 166,63</b>	<b>89,04</b>
G	98,6	-0,5	0,7	<b>- 63,6</b>	<b>89,04</b>
H	596	-0,2	0,4	<b>- 25,44</b>	<b>50,88</b>
I	596	-0,4	0	<b>- 50,88</b>	<b>0</b>
J	104	-0,5	0	<b>- 63,6</b>	<b>0</b>

### MAYORACIÓN Y COMBINACIÓN DE ACCIONES

*Comprobación para estados limites últimos (ELU) para situación persistente según NBE-EA-95*

Acción	Valor (kg/m)	Coef. ponderación	Acción ponderada (kg/m)
<b>Cubierta</b>	10	1,33	13,3
<b>Correas</b>	27	1,33	18,33
<b>Nieve</b>	61,2	1,5	91,8
<b>Uso</b>	2,1	1,5	3,15
<b>Viento</b>	166,63	1,5	249,95
<b>Total</b>	<b>295,41</b>		<b>376,56</b>

## 2.2. Elección de las correas

*Momento flector máximo mayorado*

$$Q_y = 376,56 \cdot \cos 16,69 = 360,68 \text{ kg/m}$$

Consideraremos la viga como biapoyada siguiendo un momento flector de:

$$M_z = (Q_y \cdot l^2) / 8 = (360,68 \cdot 5^2) / 8 = 1.127 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

Así necesitaremos unas correas de hormigón prefabricado capaces de soportar **1.127 kg · m**.

## 3. CÁLCULO DE LA CIMENTACIÓN DE LA NAVE

### 3.1. Condicionantes

El diseño y cálculo de las zapatas de cimentación, deben de cumplir una serie de condicionantes a priori, tales como:

a) Deben transmitir al terreno las cargas de la estructura sin superar la resistencia de éste, o sea, ofrecer seguridad frente al deslizamiento y al hundimiento.

b) No se deben producir asientos diferenciales del terreno que sean incompatibles con la estructura. Según la EH-91, se considerarán para estas comprobaciones geotécnicas las acciones con su valor característico, no debiendo superar la presión máxima a la presión admisible.

c) Debe poseer suficiente resistencia como elemento estructural. Se considerarán los valores ponderados de las sollicitaciones.

d) Debe de ser resistente a los ataques del terreno colindante, del agua y de cualquier agente componente del terreno.

e) Debe estar protegida frente a las modificaciones del entorno, como heladas, variaciones del nivel freático,...

### 3.2. Cálculo del pórtico de la nave

Determinación de los pesos que va a recibir el pórtico:

Cargas	Valor (kg/m)
Cubierta	$10 \text{ kg/m}^2 \cdot 5 \text{ m} = 50 \text{ kg/m}$
Correas	$27 \text{ kg/m} \cdot (5 \text{ m} / 1 \text{ m}) = 135 \text{ kg/m}$
Nieve	$61,2 \text{ kg/m}^2 \cdot 5 \text{ m} = 306 \text{ kg/m}$
Uso	$152,9 \text{ kg} / 14,6 \text{ m} = 10,47 \text{ kg/m}$
Viento	$166,63 \text{ kg/m}^2 \cdot 5 \text{ m} = 833,15 \text{ kg/m}$
Total	1.335 kg/m (Sin mayorar y sin incluir peso propio)

Por lo que necesitaremos un pórtico que aguante más de **1.335 kg/m**, con esto elegiremos un pórtico en el catálogo que tenga 14 m de luz interior, sus dimensiones podremos encontrarlas en los planos.

### 3.3 Características mecánicas de la nave

La estructura de la nave, que nos ocupa en el proyecto, se resuelve mediante pórticos prefabricados de hormigón a dos aguas, con pendiente del 30%, y una luz entre extremos exteriores de 15 m y 14 m interior, con una altura útil de 3 m, tal como se aprecia en el plano "Sección transversal de la nave" en el que aparece el detalle constructivo acotado de la nave en una sección que incluya un pórtico.

Las dimensiones estándar de los pórticos, están obtenidas de catálogo comercial, así como los esfuerzos que soportan y el hueco de zapata que hay que dejar para el anclaje del pilar.

Será necesario comprobar la resistencia de las zapatas, según criterios de:

- Vuelco
- Deslizamiento
- Cortante

Puesto que se trata de pórticos prefabricados, los esfuerzos en apoyos y los momentos flectores son datos garantizados por el fabricante y serán los utilizados para los cálculos del dimensionado.

El fabricante considera los apoyos como articulados por lo que no aparecerán momentos flectores en los apoyos, por lo que tendremos sólo reacción horizontal y esfuerzo axial.

Los valores de las reacciones del pórtico elegido están sin mayorar y son:

- Esfuerzo axial (N) = 9.465 kg
- Esfuerzo cortante (V) = 6.696 kg
- Momento flector ( $M_z$ ) = 0

### 3.4. Dimensionado de las zapatas de la nave

El terreno sobre el que se asienta la nave tiene una resistencia ( $\sigma$ ) de 1,5 kg/cm<sup>2</sup>. Se dispondrán zapatas aisladas en cada pilar del pórtico, situándose la cara superior de cada zapata al mismo nivel que el terreno.

#### MATERIALES A UTILIZAR

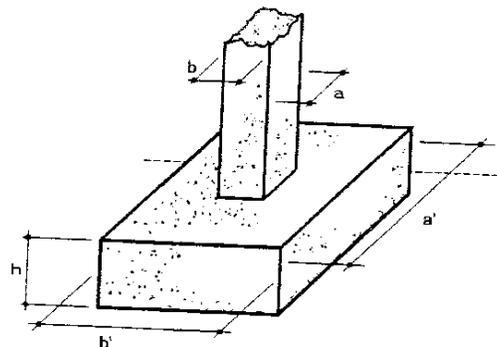
El hormigón utilizado tendrá las siguientes características:

- Tipo: HA-25/B/40/IIa
- $f_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$
- $\lambda_c = 1,5$
- $\rho = 2.500 \text{ kg/m}^3$
- Utilizaremos barras corrugadas de acero B500S

#### DIMENSIONES DE LAS ZAPATAS

Partimos de las medidas siguientes a la hora de dimensionar la zapata:

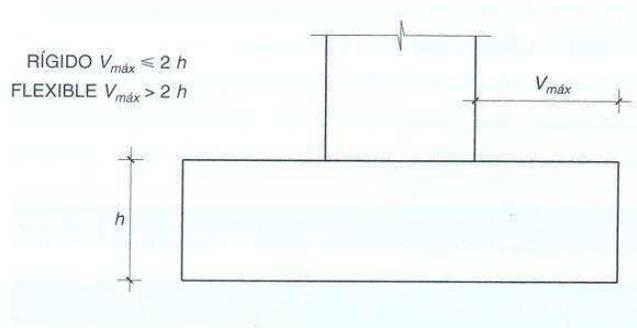
- a' (Longitud) = 2 m
- b' (Anchura) = 1,5 m
- h (Profundidad) = 1,2 m



### TIPO DE ZAPATA

Con estas dimensiones se cumplen las condiciones necesarias para que la zapata se pueda considerar como una zapata rígida, según EHE:

$$\text{-Zapata rígida} \rightarrow 2h \geq V_{\text{máx}} \rightarrow 2 \cdot 1,5 \text{ m} \geq 0,75 \rightarrow \text{CUMPLE}$$



### COMPROBACIÓN AL VUELCO

Estableciendo el equilibrio respecto al borde inferior de la zapata y con un coeficiente de seguridad al vuelco de 2 tendremos:

$$P_{\text{zapata}} = 2.500 \cdot 2 \cdot 1,5 \cdot 1,2 = 9.000 \text{ kg}$$

$$M_{\text{estabilizante}} = (N + P_{\text{zapata}}) \cdot (a'/2) = (9.465 + 9.000) \cdot 1 = 18.465 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

$$M_{\text{volcador}} = M_z + (V \cdot h) = 0 + 6.696 \cdot 1,2 = 8.035,2 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

$$\frac{M_{\text{est}}}{M_{\text{vol}}} = \frac{18.465}{8.035,2} = 2,3 > 2 \rightarrow \text{CUMPLE}$$

### COMPROBACIÓN AL DESLIZAMIENTO

Calcularemos las fuerzas que estabilizan la zapata y las que favorecen al deslizamiento con un coeficiente de seguridad del 1,5.

$$F_{\text{deslizante}} = \text{Esfuerzo cortante (V)} = 6.696 \text{ kg}$$

$$F_{\text{estabilizadora}} = \mu \cdot N = \text{tag } 25^\circ (9.465 + 9.000) = 8.610,37 \text{ kg}$$

$$\mu_{\text{ terreno arcilloso}} = \tan 25^\circ$$

$$\frac{F_{\text{est}}}{V} = \frac{8.610,37}{6.696} = 1,28 < 1,5 \rightarrow \text{NO CUMPLE}$$

Este valor es suponiendo que la zapata estuviera asentada sobre el terreno, nuestras zapatas estarán hundidas en el terreno, de manera que la cara superior de la zapata estará al mismo nivel que la superficie del terreno.

$$\frac{F_{\text{est}}}{V} = \frac{(9.465 + 9.000 + 1,2 \cdot 1,5 \cdot 2.500) \cdot \tan 25^\circ}{6.696} = 1,6 > 1,5 \rightarrow \text{CUMPLE}$$

### COMPROBACION DE LA TENSION ADMITIBLE POR EL TERRENO

Para comprobar la tensión admisible por el terreno, será necesario conocer el tipo de distribución de tensiones en la base de la zapata.

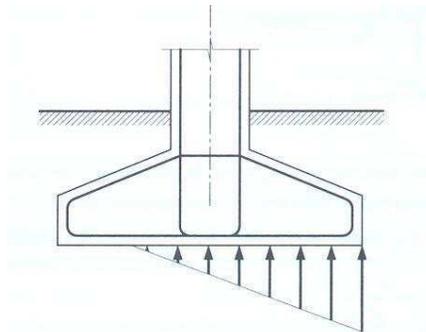
- Homogénea:  $e = 0$
- Trapecial:  $e < a'/6$
- Triangular:  $e > a'/6$

Siendo “e” el valor de la excentricidad y “a” la longitud de la zapata.

El valor de la excentricidad se obtiene:

$$e = M_v / N = 8.035,2 / (9.465 + 9.000) = 0,435$$

$$a'/6 = 2/6 = 0,333 < e = 0,435 \rightarrow \text{triangular}$$



La longitud de la zapata (c) sobre la que actúa la distribución triangular, es:

$$c = 1,5 (a' - 2 \cdot e) = 1,5 (2 - 2 \cdot 0,435) = 1,695 \text{ m}$$

Por lo que la distribución de tensiones será triangular.

$$\sigma_{\text{máxima}} = \frac{4 \cdot Nd}{3 \cdot (a' - 2 \cdot e) \cdot b'} = \frac{4 \cdot 18.465}{3 \cdot (200 - 2 \cdot 43,5) \cdot 150} = 1,45$$

$$\sigma_{\text{admisible}} = 1,25 \cdot \sigma_{\text{terreno}} = 1,25 \cdot 1,5 = 1,875$$

$$\sigma_{\text{máxima}} = 1,45 < \sigma_{\text{admisible}} = 1,875 \rightarrow \text{CUMPLE}$$

### 3.5. Cálculo de la armadura de las zapatas

#### ARMADURA LONGITUDINAL

*Capacidad mecánica mínima:*

La EHE establece que se debe colocar por capacidad mecánica mínima una cantidad de acero que suponga como mínimo un 4% del área de hormigón.

$$A_s \geq 0,04 \cdot A_c \cdot (f_{cd} / f_{yd}) = 0,04 \cdot 200 \cdot 120 \cdot 166,67 / 4.434,8 = 36 \text{ cm}^2$$

$$f_{cd} = f_{ck} / \gamma_c = 250 / 1,5 = 166,66 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 5100 / 1,15 = 4.434,8 \text{ kg/cm}^2$$

*Cuantía geométrica mínima:*

$$A_s \geq 0,0018 \cdot (200 \cdot 120) = 43,2 \text{ cm}^2$$

Tomaremos el valor de cuantía geométrica mínima porque es el caso más restrictivo,  $A_s = 43,2 \text{ cm}^2$ .

Si elegimos barras de acero de 20 mm de diámetro, necesitaremos:

$$A_s = (\pi \cdot D^2) / 4 = (\pi \cdot 2^2) / 4 = 3,14 \text{ cm}^2$$

$$43,2 \text{ cm}^2 / 3,14 \text{ cm}^2 = 13,75 \rightarrow 14 \text{ redondos aproximadamente.}$$

*Recubrimiento y canto útil:*

Aplicaremos el artículo 37.2.4 de la EHE que nos indica que para un ambiente de exposición IIa le corresponden 25 mm + margen de 10 mm. Con este recubrimiento y con los redondos de  $\phi$  20 mm. Le corresponderá un recubrimiento de:

$$r_{\text{nom}} = r_{\text{min}} + \Delta r = 25 + 10 = 35 \text{ mm} \approx \mathbf{4 \text{ cm}}$$

$$\text{Canto útil} = \text{canto total} - r_{\text{nom}} - (\phi_{\text{arm}}/2) - \phi_{\text{estribo}} = 200 - 4 - (2/2) - 2 = \mathbf{193 \text{ cm}}$$

Finalmente colocaríamos **14 redondos de 20 mm de diámetro** cada uno, a una distancia de 13 cm entre los mismos.

*Distancia entre barras*

Para asegurarnos que esta separación es correcta según la normativa, se debe cumplir (artículo 66.4.1 de la EHE):

- 1,25 veces el tamaño del árido (árido usado de 40 mm)
- > 20 mm
- >  $\emptyset$  de la barra mayor

Vemos que cumple todas las premisas.

## ARMADURA TRANSVERSAL

*Capacidad mecánica mínima:*

$$A_s \geq 0,04 \cdot A_c \cdot (f_{cd} / f_{yd}) = 0,04 \cdot 150 \cdot 120 \cdot 166,67 / 4.434,8 = 27 \text{ cm}^2$$

*Cuantía geométrica mínima:*

$$A_s \geq 0,0018 (150 \cdot 120) = 32,4 \text{ cm}^2$$

Tomaremos el valor de cuantía geométrica mínima porque es el caso más restrictivo,  $A_s = 32,4 \text{ cm}^2$ .

Si elegimos barras de acero de 20 mm de diámetro, necesitaremos:

$$A_s = (\pi \cdot D^2)/4 = (\pi \cdot 2^2)/4 = 3,14 \text{ cm}^2$$

$$32,4 \text{ cm}^2 / 3,14 \text{ cm}^2 = 10,31 \rightarrow 11 \text{ redondos aproximadamente.}$$

*Recubrimiento y canto útil:*

Aplicaremos el artículo 37.2.4 de la EHE que nos indica que para un ambiente de exposición IIa le corresponden 25 mm + margen de 10 mm. Con este recubrimiento y con los redondos de  $\phi$  20 mm. Le corresponderá un recubrimiento de:

$$r_{\text{nom}} = r_{\text{min}} + \Delta r = 25 + 10 = 35 \text{ mm} \approx \mathbf{4\text{cm}}$$

$$\text{Canto útil} = \text{canto total} - r_{\text{nom}} - (\phi_{\text{arm}}/2) - \phi_{\text{estribo}} = 150 - 4 - (2/2) - 2 = \mathbf{143 \text{ cm}}$$

Finalmente colocaríamos **11 redondos de 20 mm** de diámetro cada uno, a una distancia de 13 cm entre los mismos.

*Distancia entre barras*

Para asegurarnos que esta separación es correcta según la normativa, se debe cumplir (artículo 66.4.1 de la EHE):

- 1,25 veces el tamaño del árido (árido usado de 40 mm)
- > 20 mm
- >  $\phi$  de la barra mayor

Vemos que cumple todas las premisas.

En estas zapatas que están destinadas a soportar los esfuerzos del pórtico, para realizar la unión con éste se dejara un hueco del tamaño de la base del pórtico (0,35 x 0,7 m) con 4 redondos de armadura donde se insertara el pórtico.

Previa colocación del hormigón, se dispondrá de unos separadores de la armadura, y una capa de hormigón de limpieza de 10 cm.

#### **4. ARRIOSTRAMIENTOS**

Las piezas de atado o riostras, son las vigas que unen las zapatas de cimentación, de las cuales se calculara su armadura longitudinal, su recubrimiento y canto útil.

Las riostras tienen una sección de 40 x 40 cm y una longitud de 3,5 m ya que cada zapata se introduce en la luz del pilar 75 cm.

#### 4.1. Cálculo de la armadura longitudinal

$$A_s \geq 0,15 \cdot A_c \cdot (f_{cd} / f_{yd}) = 0,15 \cdot 40 \cdot 40 \cdot 166,67 / 4.434,8 = 9 \text{ cm}^2$$

$$f_{cd} = f_{ck} / \gamma_c = 250 / 1,5 = 166,66 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 5100 / 1,15 = 4.434,8 \text{ kg/cm}^2$$

Estos 9 cm<sup>2</sup> se cubren holgadamente con **4 redondos de  $\phi$  20 mm.**

Como armadura transversal se colocaran estribos de  **$\phi$  6 mm cada 30cm.**

#### 4.2. Recubrimiento y canto útil

Aplicamos el artículo 37.2.4 de la EHE. Se trata de un ambiente IIa con lo que el recubrimiento que implica es 25 mm + 10 mm de margen = 35 mm, con lo que adoptaremos un recubrimiento de:

$$r_{nom} = r_{min} + \Delta r = 25 + 10 = 35 \text{ mm} \approx \mathbf{4 \text{ cm}}$$

$$\text{Canto útil} = \text{canto total} - r_{nom} - (\phi_{arm}/2) - \phi_{estribo} = 40 - 4 - (2/2) = \mathbf{35 \text{ cm}}$$

### 5. CÁLCULO DE LA SOLERA DE LA NAVE

La solera de las naves y almacenes será completamente horizontal, sin pendiente. Primero se extraerá la tierra vegetal y luego se compactara el terreno.

Seguidamente se aportara primero 15 cm de zahorras y después 15 cm de hormigón HA-25/B/20/II sobre un mallazo electrosoldado de acero B-500S de 15 x 15 cm y  $\phi$  6 mm.

## 6. CONSTRUCCIÓN DE ALMACÉNES

En cada una de las granjas se va a levantar un almacén de distintas dimensiones:

Almacén 1					Almacén 2	
Almacén	Oficina	Aseo	Sala pesaje	Sala depósitos	Almacén	Sala pesaje
23 m <sup>2</sup>	6 m <sup>2</sup>	6 m <sup>2</sup>	6 m <sup>2</sup>	35 m <sup>2</sup>	35 m <sup>2</sup>	6 m <sup>2</sup>
41 m <sup>2</sup> abajo y 35 m <sup>2</sup> arriba					41 m <sup>2</sup>	

### 6.1. Construcción del almacén 1

El almacén 1 es el principal y más grande de los dos. Tiene dos pisos, ya que el piso de arriba albergara los 5 depósitos de poliéster de 2.000 litros cada uno para el suministro de agua de ambas naves, con el fin de conseguir los 3,5 m.c.a. que necesitan los bebederos de tetina. Cuatro de ellos se emplearan para los bebederos (dos para cada nave) y el otro para disponer de agua para el baño, el equipo de refrigeración y tomas auxiliares. Mediante una conducción enterrada se llevara el suministro de agua de una a otra nave.

En la parte de abajo contara con aseo, oficina, sala de pesaje y el almacén propiamente dicho con el fin de albergar los cuadros de mando, el equipo de refrigeración, el grupo electrógeno y los accesorios necesarios. En el piso de arriba irán colocados 3 depósitos de poliéster con capacidad de 2.000 litros cada uno para conseguir la presión necesaria para los bebederos de tetina (3,5 m.c.a.). Dos de ellos se emplearan para los bebederos y el otro para disponer de agua para el baño, el equipo de refrigeración y tomas auxiliares.

Este almacén estará hecho con el mismo material que la nave, es decir, tendrá los cerramientos de hormigón prefabricado con capa de aislante de espuma de poliestireno, apoyados en riostra corrida por todo su perímetro de 40 x 40 cm.

El segundo piso estará sustentando con un forjado consistente en viguetas de hormigón prefabricado separadas 1 m más bovedilla y una capa de hormigón de 5 cm con un mallazo de 15 x 30 cm de 4 mm de diámetro.

La cubierta se resolverá igual que la parte destinada para los animales, es decir, será una cubierta a un agua de 7,3 m, con una pendiente del 30 % con correas de hormigón prefabricado con 1 m de separación, y como cerramiento chapa tipo panel sándwich con espuma de poliuretano como aislante. Las correas serán las mismas

porque tienen que aguantar las mismas acciones y la separación entre los dos pórticos del almacén es la misma que entre los pórticos de la nave, 5 m.

### CÁLCULO DEL FORJADO

Se va a calcular el tipo de vigas de hormigón prefabricado que se pondrán en el forjado del 2º piso en el almacén 1, así como el tipo de pórtico a colocar, según las cargas que tengan que soportar.

Necesitamos saber la carga por m<sup>2</sup> que se va a dar en el piso superior que se desglosa en:

- Forjado de 25 cm de espesor (aprox.):	280 kg/m <sup>2</sup>
- Cargas de uso:	100 kg/m <sup>2</sup>
- 5 depósitos poliéster 10.000 kg /35m <sup>2</sup> :	285 kg/m <sup>2</sup>
<b>TOTAL</b>	<b>665 kg/m<sup>2</sup></b>

*Momento flector máximo mayorado*

$$Q_y = 665 \text{ kg/m}^2 \cdot 1 \text{ m} = 665 \text{ kg/m}$$

Consideraremos la viga como biapoyada siguiendo un momento flector de:

$$M_z = (Q_y \cdot l^2) / 8 = (665 \cdot 7.3^2) / 8 = 4.430 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

Así necesitaremos unas vigas de hormigón prefabricado capaces de soportar **4.430 kg · m**.

### CÁLCULO DEL PÓRTICO

Los pórticos para el almacén serán diferentes del resto de pórticos para la nave, ya que serán a un agua, y tendrán que aguantar las cargas de la cubierta y del forjado.

Las cargas a aguantar serán:

- Acciones cubierta: 1.335 kg/m → ..... 667,5 kg/m cada pórtico
- Cargas forjado: (665 kg/m<sup>2</sup> · 5 m)/2 → ..... 1662,5 kg/m cada pórtico

- Total → ..... **2.330 kg/m**

Con estos datos el contratista elegirá el pórtico que mejor se ajuste a la obra. Las dimensiones y formas del pórtico se pueden ver en el plano correspondiente.

### 6.1. Construcción del almacén 2

Este almacén es de solo un piso, por lo que su construcción resulta mucho más fácil. Solo contará con una sala para el pesaje y el almacén propiamente dicho para albergar los cuadros de mando, el equipo de refrigeración y los accesorios necesarios.

La cubierta y los cerramientos serán exactamente iguales que en el almacén 1, por lo tanto se resolverá de la siguiente manera:

- Cerramientos de hormigón prefabricado con capa de aislante de espuma de poliestireno, apoyados en riostra corrida por todo su perímetro de 40 x 40 cm.
- La cubierta a un agua de 7,3 m, con una pendiente del 30 % con correas de hormigón prefabricado con 1 m de separación, y como cerramiento chapa tipo panel sándwich con espuma de poliuretano como aislante
- La solera será de hormigón

## 7. CIMENTACIÓN DE LOS SILOS

Cada nave contará con dos silos para almacenar el pienso de los animales. Estos silos descansarán sobre una solera de hormigón, cuya cimentación se resuelve mediante zapatas aisladas bajo cada uno de los pilares de sustentación.

Se considerará en cada uno de los pilares las siguientes condiciones de carga:

- Reacciones en el empotramiento, resultante de las condiciones de carga:

El peso de cada uno de los silos que se proyectan es de 1.400 kg.

Su capacidad máxima es de 11.800 kg, luego en cada una de las patas actuará:

$$(11.800 + 1.400) / 4 = \mathbf{3.300 \text{ kg}}$$
 será la **carga axil** sobre el pilar

En el empotramiento también aparecerán una cortante y un momento flector originados por el viento. Como ya se ha calculado anteriormente, la acción del viento es de  $90,82 \text{ kg/m}^2$  en cubierta.

Los silos que se van a instalar tienen un diámetro de 2,1 m y 5 m de altura en el tronco principal, visto de perfil tienen una superficie aproximada de  $5 \times 2,1 \text{ m}$  por lo que la carga del viento será de:

$$90,82 \text{ kg/m}^2 \cdot 10,5 \text{ m}^2 = 953,61 \approx 954 \text{ kg}$$

$$954 \text{ Kg} / 4 \text{ patas} = \mathbf{238,5 \text{ kg}} / \text{pata de esfuerzo cortante}$$

Aplicado el cortante del viento en el centro de gravedad del silo que dista 4,5 m del empotramiento, el momento flector en el empotramiento será de:

$$238,5 \text{ kg} \cdot 4,5 \text{ m} = \mathbf{1.073,25 \text{ kg} \cdot \text{m}}$$

Así en el empotramiento tendremos las siguientes reacciones calculadas:

- Momento flector ( $M_y$ ) =  $1.073,25 \text{ kg} \cdot \text{m}$
- Esfuerzo axil (N) =  $3.300 \text{ kg}$
- Esfuerzo cortante (V) =  $238,5 \text{ kg}$

### 7.1. Dimensionado de las zapatas

Una vez confirmado que los pilares cumplen las exigencias a resistencia y a pandeo, faltará por proyectar las zapatas de cimentación para que absorban los esfuerzos antes calculados, comprobando que cumplen vuelco y deslizamiento, así como determinar el armado de la misma.

Los valores de los esfuerzos a considerar sobre la zapata son:

- Momento flector ( $M_y$ ) =  $1.073,25 \text{ kg} \cdot \text{m}$
- Esfuerzo axil (N) =  $3.300 \text{ kg}$
- Esfuerzo cortante (V) =  $238,5 \text{ kg}$

Se predimensiona la zapata para cada uno de los cuatro pilares del silo, de dimensione  $1 \text{ m} \times 1 \text{ m} \times 1 \text{ m}$ .

### COMPROBACIÓN A VUELCO

Estableciendo el equilibrio respecto al borde inferior de la zapata y con un coeficiente de seguridad al vuelco de 2 tendremos:

$$P_{\text{zapata}} = 2.500 \text{ kg/m}^3 \cdot 1 \text{ m} \cdot 1 \text{ m} \cdot 1 \text{ m} = 2.500 \text{ kg}$$

$$M_{\text{estabilizante}} = (3300 + 2500) \cdot 0,5 = 2.900 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

$$M_{\text{volcador}} = (238,5 \text{ kg} \cdot 1 \text{ m}) + 1.073,25 \text{ kg} \cdot \text{m} = 1.311,75 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

$$\frac{M_{\text{est}}}{M_{\text{vol}}} = \frac{2.900}{1.311,75} = 2,21 > 2 \rightarrow \text{CUMPLE}$$

### COMPROBACIÓN AL DESLIZAMIENTO

Calcularemos las fuerzas que estabilizan la zapata y las que favorecen al deslizamiento con un coeficiente de seguridad del 1,5.

$$F_{\text{deslizante}} = \text{Esfuerzo cortante (V)} = 238,5 \text{ kg}$$

$$F_{\text{estabilizadora}} = \mu \cdot N = \text{tag } 25^\circ (3.300 + 2.500) = 2.705 \text{ kg}$$

$$\mu_{\text{terreno arcilloso}} = \text{tag } 25^\circ$$

$$\frac{F_{\text{est}}}{V} = \frac{2.705}{238,5} = 11,34 > 1,5 \rightarrow \text{CUMPLE}$$

### COMPROBACIÓN A TENSIÓN ADMITIBLE POR EL TERRENO

Para comprobar la tensión admisible por el terreno será necesario conocer el tipo de distribución de tensiones en la base de la zapata, pudiendo ser:

- Homogénea:  $e = 0$
- Trapecial:  $e < a/6$
- Triangular:  $e > a/6$

Siendo “e” el valor de la excentricidad y “a” la longitud de la zapata:

$$e = M_v / N = (1069,375 \text{ kg} \cdot \text{m}) / (3.300 + 2.500) = 0,184375 \text{ m}$$

$$a/6 = 0,166 \rightarrow 0,184375 > a/6 \rightarrow \text{Distribución triangular.}$$

$$\frac{4 \cdot Nd}{3 \cdot (a' - 2 \cdot e) \cdot b'} = \frac{4 \cdot 5.800}{3 \cdot (100 - 2 \cdot 18,4375) \cdot 100} = 1,225 \text{ kg} / \text{cm}^2$$

$$\sigma_{\text{admisible}} = 1,25 \cdot \sigma_{\text{terreno}} = 1,25 \cdot 1,5 = 1,875 \text{ kg} / \text{cm}^2$$

$$\sigma_{\text{max}} < \sigma_{\text{admisible}} \rightarrow 1,225 \text{ kg} / \text{cm}^2 < 1,875 \text{ kg} / \text{cm}^2 \rightarrow \text{CUMPLE}$$

## 7.2. Cálculo de la armadura de las zapatas

El cálculo de la armadura de las zapatas se hará por cuantía geométrica mínima, ya que al calcular las zapatas de la nave se ha visto que es la regla más restrictiva. La EHE establece unas cuantías geométricas mínimas, que en el caso del acero B-500S corresponde a la siguiente área mínima de acero:

$$A_s > 0,0018 \cdot b \cdot h$$

$$A_s = 0,0018 \cdot 100 \text{ cm} \cdot 100 \text{ cm} = 18 \text{ cm}^2$$

Tomando este valor de acero, vamos a la tabla de capacidades mecánicas de las barras corrugadas de acero B-500S.

Armando con **6 redondos de diámetro 20 mm**, se cumple la cuantía geométrica mínima:

$$A_{\text{total}} = 6 \text{ redondos} \cdot \pi \cdot r^2 = 6 \cdot 3,14 \cdot 1^2 = 18,85 \text{ cm}^2 > 18 \text{ cm}^2.$$

Al tratarse de una zapata cuadrada, la distribución de la armadura será uniforme y paralela a los dos lados de la zapata, doblando los extremos en ángulo recto y dejando un canto útil a cada lado de los extremos de la zapata.

### Canto útil y recubrimiento

Para determinar el canto útil, antes se debe definir el recubrimiento mínimo para la armadura de la zapata.

Se aplica el artículo 37.2.4 de la EHE que nos indica que para un ambiente de exposición IIa le corresponden un recubrimiento mínimo de 25 mm y un margen de 10 mm, con lo que tenemos:

$$r_{\text{nom}} = r_{\text{min}} + \Delta r = 25 + 10 = 35 \text{ mm} \approx \mathbf{4\text{cm}}$$

Con lo que adoptamos un requerimiento de 4 cm., ahora siguiendo la normativa calcularemos el canto útil, que será:

$$\text{Canto útil} = \text{canto total} - r_{\text{nom}} - (\phi_{\text{arm}}/2) - \phi_{\text{estribo}} = 100 - 4 - (2/2) - 2 = \mathbf{93 \text{ cm}}$$

Entonces tenemos que colocar **6 redondos Ø 20 mm** en 93 cm., es decir, cada redondo estará separado 15 cm.

#### Separación entre armaduras

Para asegurarnos que esta separación es correcta según la normativa, se debe cumplir (artículo 66.4.1 de la EHE):

- 1,25 veces el tamaño del árido (árido usado de 40 mm)
- > 20 mm
- > Ø de la barra mayor

Vemos que cumple todas las premisas.

#### Armadura de anclaje

Lo siguiente que se debe hacer es determinar los anclajes de los extremos.

Para determinar estos anclajes nos basamos en el artículo 66.5.1. de la EHE, el cual caracteriza a las zapatas como posición I, y dice que la longitud neta de anclaje no podrá adoptar valores inferiores al mayor de los tres siguientes:

- 10 Ø
- 15 cm.
- La tercera parte de la longitud básica de anclaje ( $l_{bl}$ ) barras traccionadas y los dos tercios de dicha longitud para barras comprimidas.

Para la posición I:

$$l_{bl} = m \cdot \sigma^2 > (f_{yk}/20) \cdot \sigma$$

Siendo:

- Ø: Diámetro de la barra en centímetros.
- m: Coeficiente numérico que aparece en la tabla 66.5.2. de la EHE que para un acero B-500S y un hormigón de resistencia 25 N/nm<sup>2</sup> es de 15.
- f<sub>yk</sub>: Límite elástico garantizado en acero que es 500 Mpa.

$$l_{bl} = 15 \cdot 2^2 = 60 \text{ cm}$$

La longitud del anclaje neta será:

$$l_{b\text{neto}} = l_b \cdot \beta \cdot A_s / A_{s \text{ real}}$$

Siendo:

- β : Factor de reducción definido en la tabla 66.5.2. con valor 1.
- A<sub>s</sub> : Área de acero predeterminada.
- A<sub>s real</sub> : Área de acero puesta en la realidad.

$$L_{b\text{neto}} = 60 \cdot 1 \cdot (18/18,85) = 57 \text{ cm}$$

Estos 57 cm cumplen las tres premisas de longitud mínima.

Con todo esto construiremos una parrilla con 6 redondos de Ø20 mm, con una separación entre barras de 15 cm., entrelazadas y unidas mediante soldadura o, en su defecto, con alambre fino con unos anclajes verticales y hacia arriba de 57 cm.

Previa colocación del hormigón, se dispondrá de unos separadores de la armadura, y una capa de hormigón de limpieza de 10 cm.

## 8. CONSTRUCCIÓN DEL ESTERCOLERO

Se construye un estercolero de dimensiones 35 x 10 x 3 m de altura, con un volumen útil de 1.050 m<sup>3</sup>, calculado en el anejo de legislación. Se realizara con solera de hormigón armado, se aportara primero 15 cm de zahorras y después 15 cm de hormigón HA-25/B/20/II sobre un mallazo electrosoldado de acero B-500S de 15 x 15 cm y φ 6 mm. Tendrá una pendiente del 1% hacia la fosa de decantación.

Además dispone de una fosa de decantación para recoger lixiviados y donde evacua la red de saneamiento del almacén, con un volumen total de 150 m<sup>3</sup> (5 m x 10

m x 3 m). Se excavara sobre el terreno y se recubrirá de hormigón HA-25/B/20/II para hacerla estanca.

## **9. CONSTRUCCIÓN DE LA FOSA DE CADÁVERES**

Se proyecta una fosa de cadáveres cuyo dimensionado está regulado por El DECRETO 94/2009, del Gobierno de Aragón y tendrá un volumen de 10 m<sup>3</sup>.

Para su construcción se excavara sobre el terreno y se recubrirá de hormigón HA-25/B/20/II para hacerla estanca.

## **10. CIMENTACION DEL TANQUE DE GAS**

El tanque de gas de la explotación descansara sobre una solera de hormigón armado de dimensiones 6 x 10 m. Para su construcción, se aportara primero 15 cm de zahorras y después 15 cm de hormigón HA-25/B/20/II sobre un mallazo electrosoldado de acero B-500S de 15 x 15 cm y  $\phi$  6 mm.

Las patas del tanque se anclaran a la solera mediante pernos roscados. Debido a la poca altura y gran peso del tanque, no hará falta construir zapatas aisladas para cada pata, ya que se sustentara de sobras con dichos pernos.

## **11. CONSTRUCCIÓN DEL BADÉN DE DESINFECCIÓN**

Por último se proyecta un badén sanitario de desinfección en la puerta de entrada de la explotación. Cualquier vehículo que acceda ala explotación deberá pasar por dicho badén.

Éste tiene unas dimensiones de 8 metros de largo por 4 de ancho. Se realizara con una solera de hormigón armado, se aportara primero 15 cm de zahorras y después 15 cm de hormigón HA-25/B/20/II sobre un mallazo electrosoldado de acero B-500S de 15 x 15 cm y  $\phi$  6 mm.

# **ANEJO 4**

## **Instalación eléctrica**

## ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	4
<b>2. SUMINISTRO DE ENERGÍA</b> .....	4
<b>3. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN</b> .....	4
<b>3.1. Acometida y centro de transformación</b> .....	4
<b>3.2. Caja de protección y medida (CPM)</b> .....	5
<b>3.3. Derivación individual</b> .....	6
<b>3.4. Cuadro general de mando y protección (CGMP)</b> .....	6
<b>3.5. Conductores y canalizaciones</b> .....	7
<b>3.6. Receptores</b> .....	7
<b>4. CÁLCULO DE LA ILUMINACIÓN</b> .....	8
<b>4.1. Resumen iluminación</b> .....	12
<b>5. RECEPTORES DE LA INSTALACION DE FUERZA</b> .....	13
<b>6. NECESIDADES TOTALES DE POTENCIA</b> .....	14
<b>7. CÁLCULO DE LOS CONDUCTORES</b> .....	15
<b>7.1. Bases de cálculo</b> .....	15
<b>7.2. Canalización y configuración de los cables</b> .....	16
<b>7.3. Cálculo de la sección de los conductores</b> .....	17
<b>7.4. Resumen de los conductores</b> .....	36
<b>8. CALCULO DE LAS PROTECCIONES</b> .....	37
<b>8.1. Aparenta de seguridad</b> .....	37

<b>8.2. Protecciones en la caja de protección y medida .....</b>	<b>37</b>
<b>8.3. Protecciones en los cuadros generales de mando y protección .....</b>	<b>38</b>
<b>8.4. Resumen de las protecciones .....</b>	<b>38</b>
<b>8.5. Cálculo de la intensidad de cortocircuito.....</b>	<b>40</b>
<b>9. PUESTA A TIERRA .....</b>	<b>41</b>
<b>9.1. Resistencia de la toma de tierra .....</b>	<b>42</b>
<b>9.2. Cálculo de la longitud del electrodo .....</b>	<b>42</b>
<b>10. TABLAS .....</b>	<b>43</b>

## **1. INTRODUCCIÓN**

El presente anexo tiene como finalidad, determinar las características técnicas y de seguridad así como el dimensionado de toda la instalación eléctrica en baja tensión para el suministro de la explotación proyectada,

La instalación eléctrica descrita se ajusta al Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT) e instrucciones técnicas complementarias (ITC) (Decreto 842/2002 de 2 de agosto).

## **2. SUMINISTRO DE ENERGÍA**

La compañía eléctrica será la responsable de suministrar la energía eléctrica hasta la Caja de Protección y medida (CPM) en forma de baja tensión, es decir, la acometida y el transformador es propiedad de la compañía. A partir de ahí hasta los receptores, el circuito será responsabilidad del propietario de la instalación.

La alimentación se realizará en forma de corriente alterna trifásica de 4 conductores, con tensiones de 400 V entre fase y 230 V entre fase y neutro, como marca el REBT.

La explotación contará además con un grupo electrógeno capaz de suministrar la misma potencia que la contratada con la compañía, en previsión de posibles fallos de suministro, que se pondrá en funcionamiento cuando falte corriente eléctrica. Por ésta razón, no se instalarán luces de emergencia.

## **3. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN**

### **3.1. Acometida y centro de transformación**

La acometida es la parte de la instalación de la red de distribución, perteneciente a la empresa suministradora, que alimenta al centro de transformación para abonado de alta tensión.

Es el tramo comprendido entre el centro de transformación en baja tensión y la Caja de Protección y Medida (CPM). Ambos equipos se situaran fuera de la explotación cerca el uno del otro.

Se dispondrá de un centro de transformación de alta tensión que alimentara a la red de baja tensión de toda la explotación, proporcionando una tensión nominal trifásica de 400-230 V a una frecuencia de 50 Hz. El transformador se dispondrá bajo una caseta prefabricada construida para tal fin en las inmediaciones de la parcela donde está ubicada la explotación.

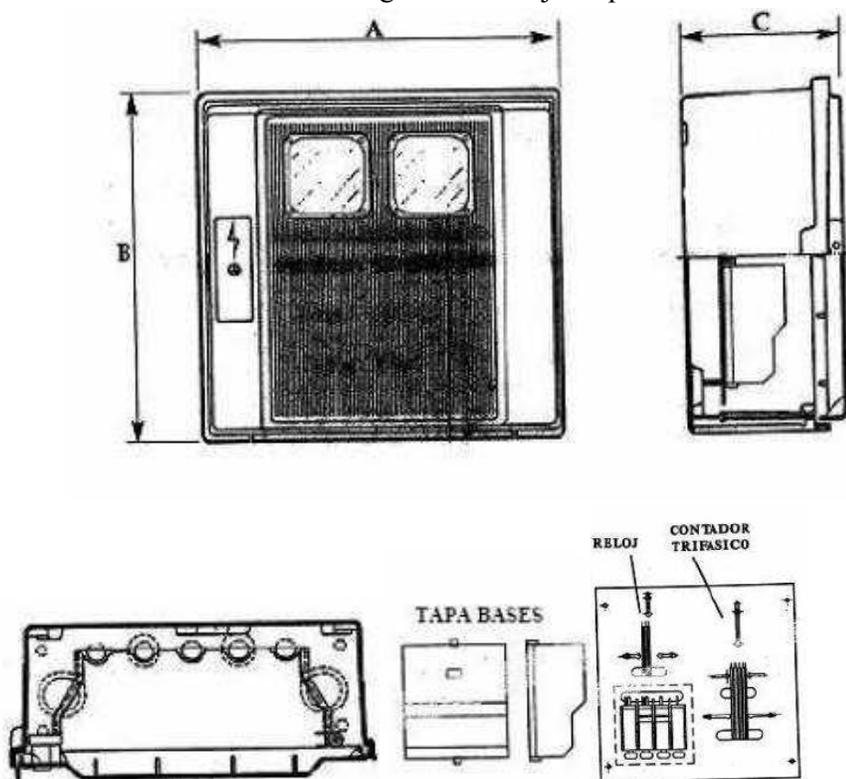
Como ya hemos indicado anteriormente, la compañía se hace responsable de ambas instalaciones.

### 3.2. Caja de Protección y Medida (CPM)

Es la caja que aloja los elementos de protección y, en este caso, también el equipo de medida (contadores), debido a que solo hay un único usuario. Por lo cual no existe en la instalación línea general de alimentación. Se instala según ITC-BT-13.

El equipo de medida se instala junto con los elementos de protección en el interior de un armario estanco, aislante y precintable (IP 43; IK 09) ubicado en la puerta de entrada de la explotación, junto al transformador.

A continuación se muestra una imagen de una caja de protección modelo.



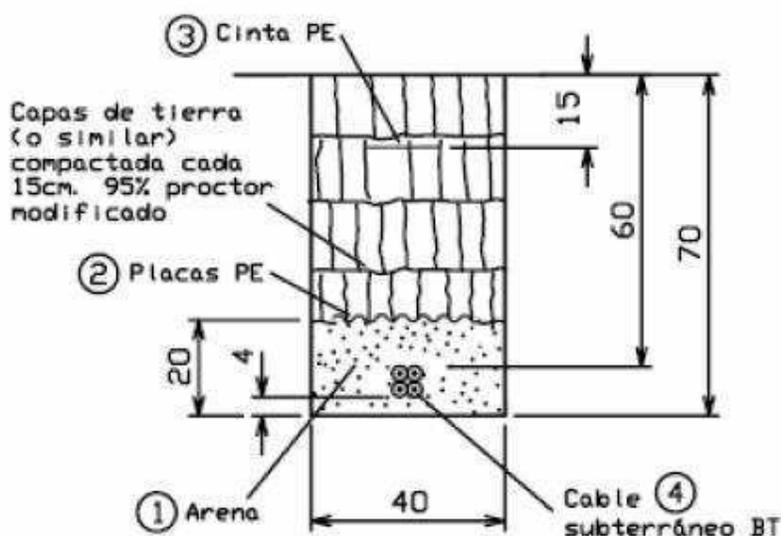
### 3.3. Derivación individual

Será el circuito que enlace la Caja de Protección y Medida (CPM) con el Cuadro General de Mando y Protección (CGMP). Se instalará de acuerdo con ITC-BT-15.

En nuestro caso, al tener 2 naves iguales en la explotación, se instalarán dos cuadros generales de protección y medida, uno en cada nave y de similares características. Por lo que tendremos dos derivaciones individuales.

Se realizarán con conductores aislados en el interior de tubos enterrados. Atravesarán la fachada del almacén de cada nave con el fin de conectar con los cuadros generales de ambas naves situados dentro de los mismos, tal y como muestra el plano correspondiente a la distribución de aparatos eléctricos.

El tramo enterrado se llevará a cabo según el esquema de la siguiente figura:



### 3.4. Cuadro general de mando y protección (CGMP)

Como ya se ha descrito antes, se instalará un Cuadro General de Mando y Protección (CGMP) en cada nave, que se alojara en el interior del almacenen. Se deberá tener en consideración la ITC-BT-17.

El CGMP consistirá en un armario de PVC, equipado con placa de montaje, estanco (grado de protección mínimo IP 30 e IK 07), de medidas suficientes para contener los elementos de maniobra y protección necesarios e impedir que puedan producirse elevaciones peligrosas de temperatura.

La serie de dispositivos de mando y protección que se ubicarán en el cuadro son los siguientes:

- Un interruptor de control de potencia (ICP), que se ubicará en un compartimiento independiente dentro del cuadro.
- Interruptores diferenciales de protección contra contactos indirectos por cada circuito.
- Un interruptor diferencial general.
- Protecciones magnetotérmicas, consistentes en dispositivos de corte omnipolar contra sobrecargas y cortocircuitos para cada uno de los circuitos interiores (PIAs).

Desde el CGMP y por mediación de los correspondientes circuitos se llevará la potencia hasta los receptores finales de la instalación, ya sean de alumbrado o de fuerza.

### **3.5. Conductores y canalizaciones**

Todos los conductores utilizados para la instalación interior serán de cobre con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE), armonizados y no propagadores de la llama. Tendrán una tensión nominal 0,6/1 kV y serán instalados bajo tubo en montaje superficial o empotrados en obra, en base a la configuración B o B2 según la ITC-BT-19. Para los cálculos se considera la configuración B2 (cables multiconductores), ya que llevan menor intensidad con la misma sección. De esta forma, en obra se podrá optar por una u otra opción.

Determinados conductores se ejecutarán en obra enterrados a 70 cm para simplificar el montaje. La tabla utilizada en estos casos se especifica en el apartado de cálculo de los conductores.

Las canalizaciones serán de tubo plástico. Los tubos y cajas se montarán conforme al vigente Reglamento Electrotécnico. En las uniones se garantizará al menos una estanqueidad IP 44.

Los elementos de fijación serán de tipo polímero. En los locales húmedos se adoptará una estanqueidad mínima IP 55.

### **3.6. Receptores**

En los apartados 4 y 5 del presente anejo figuran los cálculos y datos referentes a los receptores de alumbrado y fuerza, respectivamente.

En cuanto a las tomas de corriente, se instalarán tomas trifásicas y monofásicas repartidas estratégicamente por cada una de las dos naves de la explotación. Los dos tipos dispondrán de toma de tierra y tendrán una intensidad nominal de 16 A.

#### **4. CÁLCULO DE LA ILUMINACIÓN**

En este apartado se va a calcular la iluminación interior de las naves, puesto que la iluminación exterior no hace falta calcularla, ya que la actividad de la explotación se lleva a cabo dentro de las naves y no fuera, y simplemente se colocan para iluminar un poco la entrada de las naves.

Lo mismo pasa con los demás cuartos, como son los almacenes, las salas de bascula, la oficina y el aseo. Bastara con una iluminación mínima.

De este modo, se opta para la iluminación exterior por lámparas de vapor de sodio de alta presión de 150 W (14.000 lm), y se colocaran encima de la puerta principal de ambas naves y del almacén. También se colocara otra lámpara en la puerta de entrada de la explotación, junto a la verja. Es decir un total de 5 lámparas, dos en cada nave y una en la entrada.

En las otras salas se colocaran fluorescentes de las mismas características que los de la nave (una sola barra de 36 W) donde su distribución se recoge en el plano nº 15 llamado distribución de aparatos eléctricos, y que además se encuentran resumidos en la tabla 1, resumen de iluminación.

Dentro de las naves las luminarias van a ir atornilladas a las jácenas de los pórticos, quedando a 4,5 m del suelo de la nave, consideraré al suelo de la nave como el plano de trabajo, ya que es por donde se van a mover los animales.

Al ser la altura interior de la nave de unos 5 m en el punto más alto, he optado por instalar tubos fluorescentes como mejor opción, con las siguientes características:

- Alta eficacia luminosa: 90 lm/w
- Precisan cebador, balasto y condensador
- Vida media: 7.500 horas
- Temperatura color: 2.700 – 6.500 K (luz bastante blanca)
- Índice de rendimiento cromático (I.R.C.): 60-98
- Potencia: 36 w.
- Flujo luminoso: 3.250 lm

Para el cálculo de la iluminación interior de las naves se utiliza el método del flujo, que permite determinar el número de lúmenes necesario y una vez conocido calcular el número de lámparas y su distribución.

El proceso a seguir viene dado por los siguientes pasos:

1) Elección del nivel de iluminación recomendado en cada caso.

En nuestro caso, según los programas de iluminación recomendados para broilers, necesitaremos una iluminación máxima de **20 lux**.

2) Altura de colocación de las luminarias. Cuando la luminaria está empotrada, ésta altura equivale a la altura del local (H). En luminarias suspendidas la altura óptima se determina a partir de la siguiente fórmula:

$$h = 4/5 h'$$

Donde:

- h: Distancia entre plano de trabajo y luminarias.
- h': Distancia entre plano de trabajo y techo.

Como ya hemos dicho nuestros fluorescente irán empotrados a las jácenas de los pórticos a una altura de 4,5 m, por lo tanto **h = 4,5 m**.

3) Cálculo del índice K del local:

$$K = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)} = \frac{100 \cdot 14}{4,5 \cdot (100 + 14)} = 2,73$$

Donde:

- K: Índice del local.
- a, b: Dimensiones de la planta del local.
- h: Distancia entre plano de trabajo y luminarias

4) Determinación del rendimiento de la luminaria ( $\eta_L$ ):

$$\eta_L = 0,85, \text{ estimado.}$$

5) Tipo de luminaria según el porcentaje de flujo luminoso, que depende de la altura del local:

- Intensiva: > 10 m
- Semi-intensiva: 6-10 m
- Semi-extensiva o dispersora: 4-6 m
- Extensiva: < 4 m

En este caso se trata de una altura de unos 5 m, por lo tanto es **semi-extensiva o dispersora**.

5) Determinación del rendimiento del local ( $\eta_R$ ) fijado en tablas en función del tipo de luminaria, índice del local y reflectancias de techos, paredes y suelo.

Dispersora,  $K = 2,73$ , techo color claro, paredes y suelo color medio  $\rightarrow \eta_R = 0,64$

6) Determinación del factor de mantenimiento ( $f_m$ ):

- Locales limpios = 0,8
- Locales normales = 0,7
- Locales sucios = 0,6

Un nave avícola se considera local sucio, por lo tanto  $f_m = 0,6$

7) Cálculo del flujo luminoso total en base a la fórmula siguiente:

$$F_t = \frac{E_m \cdot S}{\eta_L \cdot \eta_R \cdot f_m}$$

Donde:

- $F_t$ : Flujo luminoso a emitir (lúmenes)
- $E_m$ : Nivel de iluminación recomendado (luxes)
- $S$ : Superficie a iluminar ( $m^2$ )
- $\eta_L$ : Rendimiento de la luminaria
- $\eta_R$ : Rendimiento del local
- $f_m$ : Factor de mantenimiento

$$F_t = \frac{20 \cdot 100 \cdot 14}{0,85 \cdot 0,64 \cdot 0,6} = 86.805,55 \text{ lm}$$

8) Cálculo del número de luminarias. Se determina mediante la expresión que se refleja a continuación:

$$N^{\circ} \text{ luminarias} = F_{\text{total}} / F_{\text{luminaria}}$$

Redondeándose al alza para obtener una disposición regular.

$$86.805,55 / 3.250 = 27 \text{ luminarias}$$

Para una distribución más homogénea se colocaran dos fluorescentes por pórtico, por lo que tendremos **38 luminarias**, que nos darán una iluminación media de:

$$38 \cdot 3.250 = \frac{Em \cdot 100 \cdot 14}{0,85 \cdot 0,64 \cdot 0,6} \rightarrow E_m = \mathbf{28,8 \text{ lux}}$$

9) Distancia máxima (d) entre luminarias. Según el tipo de distribución luminosa tenemos:

- Intensiva:  $d < 1,2 \text{ h}$
- Semi-intensiva, semi-extensiva o dispersora:  $d < 1,5 \text{ h}$
- Extensiva:  $d < 1,6 \text{ h}$

Como estamos en una distribución dispersora la distancia máxima que debemos de separar las luminarias será:

$$d < 1,5 \cdot 4,5 = \mathbf{6,75 \text{ m}}$$

10) Por último, se realizan las comprobaciones del flujo luminoso total ( $F_t$ ), la distancia máxima en ambas direcciones y la potencia total a instalar.

- $38 \cdot 3.250 = 123.500 \text{ lm} > 86.805,55 \rightarrow \mathbf{\text{cumple}}$
- Ancho:  $14 \text{ m} / 2 \text{ luminarias} = 7 \text{ m} > 6,75 \text{ m} \rightarrow \mathbf{\text{no cumple}}$
- Largo:  $100 \text{ m} / 19 \text{ luminarias} = 5,26 \text{ m} < 6,57 \text{ m} \rightarrow \mathbf{\text{cumple}}$
- Potencia instalada:  $38 \cdot 36 = 1.368 \text{ w} \rightarrow \mathbf{0,98 \text{ w/m}^2}$

A la vista de los resultados se acepta el cálculo aunque la distancia de anchura no se cumpla, ya que el margen es muy pequeño y la iluminación más que suficiente.

#### 4.1. Resumen de la iluminación

A continuación se muestra una tabla a modo de resumen del tipo y número de luminarias y la potencia instalada en cada espacio. Además se asigna a cada cuadro de mando y protección la potencia correspondiente al alumbrado.

<b>Cuadro</b>	<b>Ubicación</b>	<b>Tipo de luminaria</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Potencia (W)</b>
CGMP-1	Exterior nave 1	Lámpara vapor de sodio 150 W	2	300
	Interior nave 1	Fluorescente 36 W	38	1.368
	Almacén 1	Fluorescente 36 W	4	144
	Sala de báscula 1	Fluorescente 36 W	1	36
	Oficina	Fluorescente 36 W	1	36
	Aseo	Fluorescente 36 W	1	36
	Puerta exterior	Lámpara vapor de sodio 150 W	1	150
	Caseta bomba	Fluorescente 36 W	1	36
<b>Total CGMP-1</b>				<b>2.106</b>
CGMP-2	Exterior nave 2	Lámpara vapor de sodio 150 W	2	300
	Interior nave 2	Fluorescente 36 W	38	1.368
	Almacén 2	Fluorescente 36 W	2	72
	Sala de báscula 2	Fluorescente 36 W	1	36
<b>Total CGMP-2</b>				<b>1.776</b>
<b>Total potencia alumbrado</b>				<b>3.882</b>

## 5. RECEPTORES DE LA INSTALACIÓN DE FUERZA

A continuación se muestran los receptores de fuerza previstos en el conjunto de la explotación, separados de igual modo que en el caso de las luminarias, por el cuadro de mando y protección que los alimenta.

<b>Cuadro</b>	<b>Ubicación</b>	<b>Tipo de receptor</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Potencia (W)</b>
CGMP-1	Nave 1	Ventilador 1 CV (trifásico)	9	6.624
	Nave 1	Ventilador 0,75 CV (monofásico)	9	4.968
	Nave 1	Motor comederos 1 CV (monofásico)	8	2.944
	Nave 1	Motor bebederos 1 CV (monofásico)	5	3.680
	Nave 1	Motor sinfín distribución 1 CV (monofásico)	1	736
	Nave 1	Motor reductor ventanas 1 CV (monofásico)	1	736
	Nave 1	Toma de corriente (monofásico)	2	6.624
	Almacén 1	Bomba refrigeración 800 W (monofásico)	1	800
	Almacén 1	Toma de corriente (monofásico)	2	6.624
	Almacén 1	Toma de corriente (trifásico)	1	9.977
	Sala báscula 1	Motor Sinfín distribución 1 CV (monofásico)	1	736
	Sala báscula 1	Toma de corriente (monofásico)	1	3.312
	Aseo	Toma de corriente (monofásico)	1	3.312
	Oficina	Toma de corriente (monofásico)	2	6.624
	Caseta bomba	Bomba hidráulica 1 CV (monofásico)	1	736
<b>Total CGMP-1</b>				<b>58.433</b>
CGMP-2	Nave 2	Ventilador 1 CV (trifásico)	9	6.624
	Nave 2	Ventilador 0,75 CV (monofásico)	9	4.968
	Nave 2	Motor comederos 1 CV (monofásico)	8	2.944
	Nave 2	Motor bebederos 1 CV (monofásico)	5	3.680
	Nave 2	Motor sinfín distribución 1 CV (monofásico)	1	736

	Nave 2	Motor reductor ventanas 1 CV (monofásico)	1	736
	Nave 2	Toma de corriente (monofásico)	2	6.624
	Almacén 2	Bomba refrigeración 800 W (monofásico)	1	800
	Almacén 2	Toma de corriente (monofásico)	1	3.312
	Almacén 2	Toma de corriente (trifásico)	1	9.977
	Sala báscula 2	Motor Sinfin distribución 1 CV (monofásico)	1	736
	Sala báscula 2	Toma de corriente (monofásico)	1	3.312
<b>Total CGMP-2</b>				<b>44.449</b>
<b>Total potencia fuerza</b>				<b>102.882</b>

## 6. NECESIDADES TOTALES DE POTENCIA

La siguiente tabla muestra las necesidades totales de potencia, desglosadas en iluminación y fuerza:

<b>Cuadro</b>	<b>Iluminación (W)</b>	<b>Fuerza (W)</b>	<b>Total (W)</b>
CGMP-1	2.106	58.433	60.539
CGMP-2	1.776	44.449	46.225
<b>Total</b>	<b>3.882</b>	<b>102.882</b>	<b>106.764</b>

Cabe indicar que la potencia máxima real que puede consumir la explotación en un momento dado nunca va a ser igual al total calculado. Esto se debe al propio funcionamiento de los equipos eléctricos y al manejo de la explotación.

Por lo tanto la potencia contratada no será nunca igual a la potencia instalada puesto que en ningún momento se tendrán todos los receptores en marcha, ni todas las tomas de corriente en funcionamiento, de manera que se procede a hacer una estimación de la potencia a contratar en base a un coeficiente de simultaneidad, que en este caso se considera del 80 %.

La potencia instalada en cada uno de los circuitos, teniendo en cuenta los coeficientes aplicados resultará la siguiente.

<b>Cuadro</b>	<b>Potencia</b>
CGMP-1	48.431
CGMP-2	36.980
<b>Total</b>	<b>85.411</b>

## 7. CÁLCULO DE LOS CONDUCTORES

### 7.1. Bases de cálculo

El cálculo de la sección de los conductores correspondientes a los distintos circuitos se realiza según la ITC-BT-19, de manera que las intensidades de cálculo no superen las intensidades máximas admisibles de las secciones escogidas.

También se tiene en cuenta que la caída de tensión entre el origen del circuito y el punto más desfavorable no supere los valores máximos admisibles, que es un 3% para alumbrado y un 5% para motores y tomas de corriente. Dicha caída se calcula considerando alimentados todos los receptores de utilización susceptibles de funcionar simultáneamente.

Las fórmulas utilizadas para el cálculo son las que se reflejan a continuación:

#### Líneas monofásicas

$$I = \frac{P}{U \cdot \cos \varphi} \quad u(\%) = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot s \cdot U^2} \cdot 100$$

#### Líneas trifásicas

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} \quad u(\%) = \frac{P \cdot L}{\gamma \cdot s \cdot U^2} \cdot 100$$

Donde:

- P: Potencia activa (W)
- I: Intensidad (A)
- U': Tensión simple, entre fase y neutro (230 V)
- U: Tensión compuesta, entre fases (400 V)
- L: Longitud (m)
- s: Sección (mm<sup>2</sup>)
- u: Caída de tensión (%)

- $\cos \varphi$ : Factor de potencia (0,85 para motores, 0,9 para alumbrado)
- $\gamma$ : Conductividad (55,55 Cu; 35,71 Al)

Se considera para el cálculo cables conductores de cobre con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) en tubos de montaje superficial (B2 en tabla de intensidades máximas en cables de cobre).

Para alimentar los cuadros generales de ambas naves se enterraran los cables a una profundidad de 70 cm por lo que habrá que aplicar un factor de agrupamiento.

Los factores que se consideran para corrección de la intensidad son:

- Factor de agrupamiento = 1 (un solo circuito por canalización o tubo, excepto en el caso anterior)
- Factor de temperatura ambiente = 0,9 ( $t^a$  ambiente = 50 °C, aislamiento XLPE)
- Factor de temperatura del suelo (en caso de estar enterrado) = 30 °C

En el caso de lámparas de descarga, para dimensionar los conductores, la potencia de cálculo es el producto de la potencia instalada por el factor 1,8, según la ITC-BT-44. Es obligatorio mejorar el factor de potencia hasta 0,9.

Los conductores de conexión que alimentan a un solo motor, deben estar dimensionados para una intensidad del 125 % de la intensidad a plena carga del motor.

En el caso de circuitos para varios motores, se dimensionan los conductores para una intensidad no inferior a la suma del 125% de la intensidad a plena carga del motor de mayor potencia, más la intensidad a plena carga de todos los demás, tal y como establece la ITC-BT-47.

## 7.2. Canalizaciones y configuración de los cables

La sección del conductor neutro será, como mínimo, igual a la de las fases. La sección del conductor de protección se establecerá según la siguiente tabla.

Sección conductores de fase (mm <sup>2</sup> )	Sección mínima conductores de protección (mm <sup>2</sup> )
$S \leq 16$	S
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	S/2

En cuanto a las canalizaciones, serán tubos enterrados o en montaje superficial y su diámetro se establece según el número de conductores que lleva (5 en trifásico y 3 en monofásico) y la sección de los mismos, según ITC-BT-21 (Tablas 18 y 19).

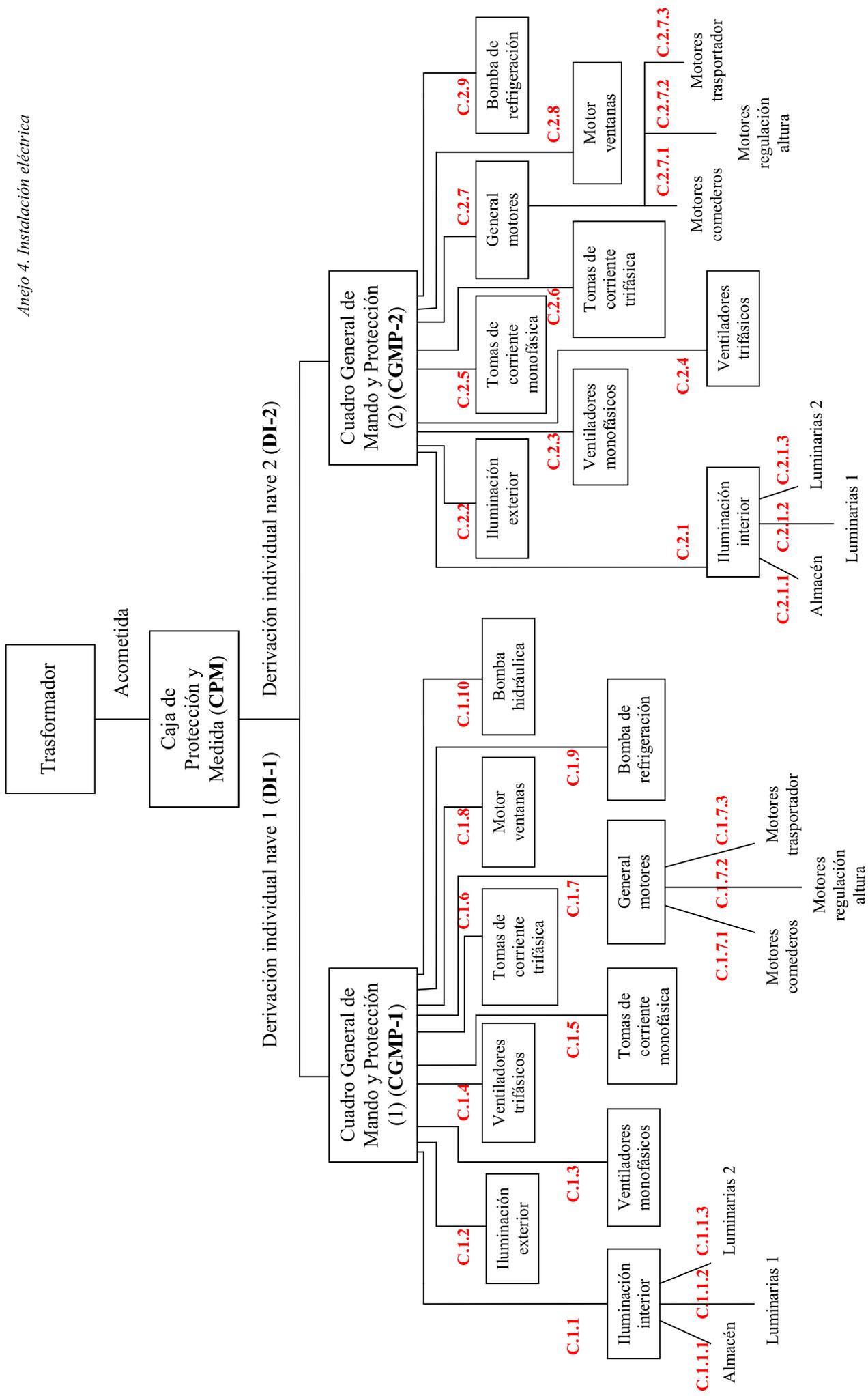
### **7.3. Cálculo de la sección de los conductores**

Antes de calcular las secciones de los conductores se definirá mediante un esquema la instalación eléctrica detallando todos los circuitos que la componen para facilitar el seguimiento de los cálculos.

Se van a ir calculando todos los circuitos tramo a tramo, desde los receptores hasta el transformador. En cada tramo se calculará la sección de los conductores a instalar.

Solo se calculará los circuitos de una de las naves, en este caso la nave 1, ya que los circuitos de la nave 2 son exactamente iguales excepto en el almacén que hay menos luminarias y por lo tanto se podría reducir algo la sección, pero se adopta la misma para simplificar el montaje en obra.

Posteriormente se muestra una tabla a modo de resumen con todos los circuitos.



### Circuito 1.1. Iluminación interior

Este circuito se compone a su vez de tres subcircuitos, uno de los cuales llevara la luz hasta las distintas salas del almacén, otro llevara las luminarias interiores de la nave hasta su mitad y el último las de la mitad más alejada de la nave.

En el almacén se resuelve la iluminación de todas las salas con un solo circuito que alimentará 7 fluorescentes de 36 w cada uno, de los cuales 2 se instalarán en el almacén, 1 en el baño, uno en la oficina, uno en la sala de báscula y los otros 2 en el segundo piso del almacén, esto en la nave 1. En la nave 2 solo hay 3 luminarias, dos en el almacén y uno en la sala de báscula, pero ya hemos dicho que se adopta la misma instalación. Para realizar los cálculos se tendrá en cuenta el punto de luz más alejado, que es el de la sala de báscula.

Los dos últimos circuitos interiores de la nave llevan el mismo número de luminarias por lo que se realizaran del mismo modo, calculando solo uno de ellos, el más desfavorable, que será el más alejado del cuadro general (Luminarias 2).

#### Circuito 1.1.1. Iluminación almacén

- Luminarias monofásicas (7 fluorescentes de 36 w)
- Conductores de Cu con aislamiento de XLPE en montaje superficial
- Longitud del circuito:  $L = 8$  m
- Potencia:  $P = 7 \cdot 36 = 252$  w
- Las fluorescentes se mayoran por 1,8 y se aplica factor de potencia 0,9
- Intensidad circulante:

$$I_c = \frac{P}{U \cdot \cos \varphi} = \frac{252 \cdot 1,8 \cdot 0,9}{230 \cdot 0,9} = 1,97 \text{ A}$$

- Factor de corrección  $t^\circ$  ambiente:  $F_c = 0,9$

$$I = \frac{I_c}{F_c} = \frac{1,97}{0,9} = 2,2 \text{ A}$$

- Tipo de instalación: B2 (2 x XLPE)  $\rightarrow I_{adm} = 18 \text{ A} \rightarrow S = 1,5 \text{ mm}^2$
- Comprobación de caída de tensión:

$$u = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot s \cdot U} = \frac{2 \cdot (252 \cdot 1,8 \cdot 0,9) \cdot 8}{56 \cdot 1,5 \cdot 230} = 0,34 \text{ v}$$

$$\Delta U(\%) = \frac{0,34}{230} \cdot 100 = 0,14\% < 3\% \rightarrow \text{CUMPLE}$$

- Cable a elegir:

**1 fase de 1,5 mm<sup>2</sup> + 1 neutro de 1,5 mm<sup>2</sup> + 1 cable de protección de 1,5 mm<sup>2</sup>**

**Tubo de D<sub>ext</sub> = 16 mm**

### Circuito 1.1.3. Iluminación luminarias 2

- Luminarias monofásicas (19 fluorescentes de 36 w)
- Conductores de Cu con aislamiento de XLPE en montaje superficial
- Longitud del circuito: L = 110 m
- Potencia: P = 19 · 36 = 684 w
- Las fluorescentes se mayoran por 1,8 y se aplica factor de potencia 0,9
- Intensidad circulante:

$$I_c = \frac{P}{U \cdot \cos \varphi} = \frac{684 \cdot 1,8 \cdot 0,9}{230 \cdot 0,9} = 5,35 \text{ A}$$

- Factor de corrección tª ambiente: F<sub>c</sub> = 0,9

$$I = \frac{I_c}{F_c} = \frac{5,35}{0,9} = 5,95 \text{ A}$$

- Tipo de instalación: B2 (2 x XLPE) → I<sub>adm</sub> = 18 A → S = 1,5 mm<sup>2</sup>
- Comprobación de caída de tensión:

$$u = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot s \cdot U'} = \frac{2 \cdot (684 \cdot 1,8 \cdot 0,9) \cdot 110}{56 \cdot 1,5 \cdot 230} = 12,62 \text{ v}$$

$$\Delta U(\%) = \frac{12,62}{230} \cdot 100 = 5,48\% > 3\% \rightarrow \text{NO CUMPLE}$$

Elegimos una sección superior:

$$S = 2,5 \text{ mm}^2 \rightarrow u = \frac{2 \cdot (684 \cdot 1,8 \cdot 0,9) \cdot 110}{56 \cdot 2,5 \cdot 230} = 7,57 \text{ v}$$

$$\Delta U(\%) = \frac{7,57}{230} \cdot 100 = 3,29\% > 3\% \rightarrow \text{NO CUMPLE}$$

Elegimos una sección superior:

$$S = 4 \text{ mm}^2 \rightarrow u = \frac{2 \cdot (684 \cdot 1,8 \cdot 0,9) \cdot 110}{56 \cdot 4 \cdot 230} = 4,73 \text{ v}$$

$$\Delta U(\%) = \frac{4,73}{230} \cdot 100 = 2,05\% < 3\% \rightarrow \text{CUMPLE}$$

- Cable a elegir:

**1 fase de 4 mm<sup>2</sup> + 1 neutro de 4 mm<sup>2</sup> + 1 cable de protección de 4 mm<sup>2</sup>**

**Tubo de D<sub>ext</sub> = 20 mm**

#### Circuito 1.1.2. Iluminación luminarias 1

- Luminarias monofásicas (19 fluorescentes de 36 w)
- Conductores de Cu con aislamiento de XLPE en montaje superficial
- Longitud del circuito: L = 60 m
- Potencia: P = 19 · 36 = 684 w
- Cable a elegir:

**1 fase de 4 mm<sup>2</sup> + 1 neutro de 4 mm<sup>2</sup> + 1 cable de protección de 4 mm<sup>2</sup>**

**Tubo de D<sub>ext</sub> = 20 mm**

**Circuito 1.2. Iluminación exterior**

Este circuito se compone de dos luminarias de vapor de sodio de 150 w en cada nave, una en la pared del almacén y otra encima de la puerta principal de la nave. Esta última es la más alejada del cuadro general, por lo tanto es la limitante para los cálculos.

- Luminarias monofásicas de descarga (3 lámparas de vapor de sodio de 150 w)
- Conductores de Cu con aislamiento de XLPE en montaje superficial
- Longitud del circuito:  $L = 10$  m
- Potencia:  $P = 2 \cdot 150 = 300$  w
- Las lámparas de descargas se mayoran por 1,8 y se aplica factor de potencia 0,9
- Intensidad circulante:

$$I_c = \frac{P}{U' \cdot \cos\varphi} = \frac{300 \cdot 1,8 \cdot 0,9}{230 \cdot 0,9} = 2,34 \text{ A}$$

- Factor de corrección  $t^a$  ambiente:  $F_c = 0,9$

$$I = \frac{I_c}{F_c} = \frac{3,52}{0,9} = 2,6 \text{ A}$$

- Tipo de instalación: B2 (2 x XLPE)  $\rightarrow I_{adm} = 18 \text{ A} \rightarrow S = 1,5 \text{ mm}^2$
- Comprobación de caída de tensión:

$$u = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot s \cdot U'} = \frac{2 \cdot (300 \cdot 1,8 \cdot 0,9) \cdot 10}{56 \cdot 1,5 \cdot 230} = 0,5 \text{ v}$$

$$\Delta U(\%) = \frac{0,5}{230} \cdot 100 = 0,22\% < 3\% \rightarrow \text{CUMPLE}$$

- Cable a elegir:

**1 fase de  $1,5 \text{ mm}^2$  + 1 neutro de  $1,5 \text{ mm}^2$  + 1 cable de protección de  $1,5 \text{ mm}^2$**

**Tubo de  $D_{ext} = 16 \text{ mm}$**

**Circuito 1.3. Ventiladores monofásicos**

- Ventiladores monofásicos (9 ventiladores de 0,75 CV)
- Conductores de Cu con aislamiento de XLPE en montaje superficial
- Longitud del circuito:  $L = 105$  m
- Se mayor a el motor de mayor potencia por 1,25 y se suman los demás
- Potencia:  $P = (1 \cdot 0,75 \cdot 736) \cdot 1,25 + (8 \cdot 0,75 \cdot 736) = 5.106$  w
- Intensidad circulante:

$$I_c = \frac{P}{U' \cdot \cos\varphi} = \frac{5.106}{230 \cdot 0,85} = 26,11 \text{ A}$$

- Factor de corrección  $t^a$  ambiente:  $F_c = 0,9$

$$I = \frac{I_c}{F_c} = \frac{26,11}{0,9} = 29 \text{ A}$$

- Tipo de instalación: B2 (2 x XLPE)  $\rightarrow I_{adm} = 34 \text{ A} \rightarrow S = 4 \text{ mm}^2$
- Comprobación de caída de tensión:

$$u = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot s \cdot U'} = \frac{2 \cdot 5.106 \cdot 105}{56 \cdot 4 \cdot 230} = 20,81 \text{ v}$$

$$\Delta U(\%) = \frac{20,81}{230} \cdot 100 = 9,05\% > 5\% \rightarrow \text{NO CUMPLE}$$

Elegimos una sección superior:

$$S = 6 \text{ mm}^2 \rightarrow u = \frac{2 \cdot 5.106 \cdot 105}{56 \cdot 6 \cdot 230} = 13,88 \text{ v}$$

$$\Delta U(\%) = \frac{13,88}{230} \cdot 100 = 6,03\% > 5\% \rightarrow \text{NO CUMPLE}$$

Elegimos una sección superior:

$$S = 10 \text{ mm}^2 \rightarrow u = \frac{2 \cdot 5.106 \cdot 105}{56 \cdot 10 \cdot 230} = 8,33 \text{ v}$$

$$\Delta U(\%) = \frac{8,33}{230} \cdot 100 = 3,62\% < 5\% \rightarrow \text{CUMPLE}$$

- Cable a elegir:

**1 fase de 10 mm<sup>2</sup> + 1 neutro de 10 mm<sup>2</sup> + 1 cable de protección de 10 mm<sup>2</sup>**

**Tubo de D<sub>ext</sub> = 25 mm**

### Circuito 1.4. Ventiladores trifásicos

- Ventiladores trifásicos (9 ventiladores de 1 CV)
- Conductores de Cu con aislamiento de XLPE en montaje superficial
- Longitud del circuito: L = 100 m
- Se mayor el motor de mayor potencia por 1,25 y se suman los demás
- Potencia:  $P = (1 \cdot 1 \cdot 736) \cdot 1,25 + (8 \cdot 1 \cdot 736) = 6.808 \text{ w}$
- Intensidad circulante:

$$I_c = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} = \frac{6.808}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,85} = 11,56 \text{ A}$$

- Factor de corrección tª ambiente:  $F_c = 0,9$

$$I = \frac{I_c}{F_c} = \frac{11,56}{0,9} = 12,84 \text{ A}$$

- Tipo de instalación: B2 (3 x XLPE)  $\rightarrow I_{adm} = 16 \text{ A} \rightarrow S = 1,5 \text{ mm}^2$
- Comprobación de caída de tensión:

$$u = \frac{P \cdot L}{\gamma \cdot s \cdot U} = \frac{6.808 \cdot 100}{56 \cdot 1,5 \cdot 400} = 20,26 \text{ v}$$

$$\Delta U(\%) = \frac{20,26}{400} \cdot 100 = 5,07\% > 5\% \rightarrow \text{NO CUMPLE}$$

Elegimos una sección superior:

$$S = 2,5 \text{ mm}^2 \rightarrow u = \frac{6.808 \cdot 100}{56 \cdot 2,5 \cdot 400} = 12,15 \text{ v}$$

$$\Delta U(\%) = \frac{12,15}{400} \cdot 100 = 3,04\% < 5\% \rightarrow \text{CUMPLE}$$

- Cable a elegir:

**3 fase de 2,5 mm<sup>2</sup> + 1 neutro de 2,5 mm<sup>2</sup> + 1 cable de protección de 2,5 mm<sup>2</sup>**

**Tubo de D<sub>ext</sub> = 20 mm**

### **Circuito 1.5. Tomas de corriente monofásica**

En la nave 1 habrá 7 tomas de corriente, 2 en el interior de la nave, dos en el almacén, 2 en la oficina y otra en la sala de báscula. En la nave 2 solo habrá 4 tomas, 2 en el interior de la nave, 1 en el almacén y otra en la sala de báscula. Sin embargo se optaran por poner la misma instalación en ambas naves, siendo la de la nave 1 más desfavorable objeto de cálculo.

Para calcular la potencia se estima que la corriente que alimente a las tomas será de 16 A. También se estima un factor de potencia de 0,9 para todas las tomas.

- 7 Tomas de corriente monofásicos
- Conductores de Cu con aislamiento de XLPE en montaje superficial
- Longitud del circuito: L = 8 m
- Potencia:

$$P = U' \cdot I \cdot \cos \varphi = 230 \cdot 16 \cdot 0,9 = 3.312 \text{ w}$$

- Intensidad circulante:

$$I_c = \frac{P}{U' \cdot \cos \varphi} = \frac{3.312 \cdot 7}{230 \cdot 0,9} = 112 \text{ A}$$

- Factor de corrección tª ambiente: F<sub>c</sub> = 0,9

$$I = \frac{I_c}{F_c} = \frac{112}{0,9} = 124,4 \text{ A}$$

- Tipo de instalación: B2 (2 x XLPE) → I<sub>adm</sub> = 131 A → S = 35 mm<sup>2</sup>
- Comprobación de caída de tensión:

$$u = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot s \cdot U'} = \frac{2 \cdot 3.312 \cdot 7 \cdot 8}{56 \cdot 35 \cdot 230} = 0,82 \text{ v}$$

$$\Delta U(\%) = \frac{0,82}{230} \cdot 100 = 0,36\% < 5\% \rightarrow \text{CUMPLE}$$

- Cable a elegir:

**1 fase de 35 mm<sup>2</sup> + 1 neutro de 35 mm<sup>2</sup> + 1 cable de protección de 16 mm<sup>2</sup>**

**Tubo de D<sub>ext</sub> = 40 mm**

### Circuito 1.6. Tomas de corriente trifásica

Tomas de corriente trifásica habrá 1 en cada almacén, por lo que los circuitos serán idénticos en ambas naves. Al igual que antes, para calcular la potencia se estima que la corriente que alimente a las tomas será de 16 A. También se estima un factor de potencia de 0,9 para todas las tomas.

- 1 Toma de corriente trifásica
- Conductores de Cu con aislamiento de XLPE en montaje superficial
- Longitud del circuito: L = 4 m
- Potencia:

$$P = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi = \sqrt{3} \cdot 400 \cdot 16 \cdot 0,9 = 9.977 \text{ w}$$

- Intensidad circulante:

$$I_c = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} = \frac{9.977}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,9} = 16 \text{ A}$$

- Factor de corrección tª ambiente: F<sub>c</sub> = 0,9

$$I = \frac{I_c}{F_c} = \frac{16}{0,9} = 17,8 \text{ A}$$

- Tipo de instalación: B2 (3 x XLPE) → I<sub>adm</sub> = 22 A → S = 2,5 mm<sup>2</sup>
- Comprobación de caída de tensión:

$$u = \frac{P \cdot L}{\gamma \cdot s \cdot U} = \frac{9.977 \cdot 4}{56 \cdot 2,5 \cdot 400} = 0,71 \text{ v}$$

$$\Delta U(\%) = \frac{0,71}{400} \cdot 100 = 1,18\% < 5\% \rightarrow \text{CUMPLE}$$

- Cable a elegir:

**3 fase de 2,5 mm<sup>2</sup> + 1 neutro de 2,5 mm<sup>2</sup> + 1 cable de protección de 2,5 mm<sup>2</sup>**

**Tubo de D<sub>ext</sub> = 20 mm**

### Circuito 1.7. General motores

Este circuito lleva todos los motores dentro de la nave, pero se ha visto oportuno agruparlos en tres subcircuitos debido al gran número de motores que hay, ya que no sería recomendable que estuvieran todos en un mismo circuito por posibles fallos en la instalación. En total son 15 motores monofásicos de 1 CV, todos de idénticas características.

El primero de los subcircuitos tiene los motores propiamente dichos de los comederos, que serán 4 en cada nave (uno por comedero), el segundo circuito lleva los motores destinados a la regulación en altura de los comederos y bebederos, que son 9 motores en total por nave (uno por cada línea de comedero y bebedero) y el último circuito albergará los motores destinados al transportador del pienso, que serán 2, uno en la sala de báscula y otro dentro de la nave.

Estos circuitos serán exactamente iguales en ambas naves, por lo que solo se calculara en una de ellas.

#### Circuito 1.7.1. Motores comederos

- Motores monofásicos (4 motores de 1 CV)
- Conductores de Cu con aislamiento de XLPE en montaje superficial
- Longitud del circuito:  $L = 112$  m
- Se mayor a el motor de mayor potencia por 1,25 y se suman los demás
- Potencia:  $P = (1 \cdot 1 \cdot 736) \cdot 1,25 + (3 \cdot 1 \cdot 736) = 3.128$  w
- Intensidad circulante:

$$I_c = \frac{P}{U \cdot \cos \varphi} = \frac{3.128}{230 \cdot 0,85} = 16 \text{ A}$$

- Factor de corrección  $t^{\text{a}}$  ambiente:  $F_c = 0,9$

$$I = \frac{I_c}{F_c} = \frac{16}{0,9} = 17,8 \text{ A}$$

- Tipo de instalación: B2 (2 x XLPE)  $\rightarrow I_{\text{adm}} = 25 \text{ A} \rightarrow S = 2,5 \text{ mm}^2$
- Comprobación de caída de tensión:

$$u = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot s \cdot U} = \frac{2 \cdot 3.128 \cdot 112}{56 \cdot 2,5 \cdot 230} = 21,76 \text{ v}$$

$$\Delta U(\%) = \frac{21,76}{230} \cdot 100 = 9,46\% > 5\% \rightarrow \text{NO CUMPLE}$$

Elegimos una sección superior:

$$S = 6 \text{ mm}^2 \rightarrow u = \frac{2 \cdot 3 \cdot 128 \cdot 112}{56 \cdot 6 \cdot 230} = 9,07 \text{ v}$$

$$\Delta U(\%) = \frac{9,07}{230} \cdot 100 = 3,94\% > 5\% \rightarrow \text{CUMPLE}$$

- Cable a elegir:

**1 fase de 6 mm<sup>2</sup> + 1 neutro de 6 mm<sup>2</sup> + 1 cable de protección de 6 mm<sup>2</sup>**

**Tubo de D<sub>ext</sub> = 20 mm**

#### Circuito 1.7.2. Motores regulación altura

- Motores monofásicos (9 motores de 1 CV)
- Conductores de Cu con aislamiento de XLPE en montaje superficial
- Longitud del circuito: L = 62 m
- Se mayor el motor de mayor potencia por 1,25 y se suman los demás
- Potencia: P = (1 · 1 · 736) · 1,25 + (8 · 1 · 736) = 6.808 w
- Intensidad circulante:

$$I_c = \frac{P}{U' \cdot \cos \varphi} = \frac{6.808}{230 \cdot 0,85} = 34,82 \text{ A}$$

- Factor de corrección tª ambiente: F<sub>c</sub> = 0,9

$$I = \frac{I_c}{F_c} = \frac{34,82}{0,9} = 38,7 \text{ A}$$

- Tipo de instalación: B2 (2 x XLPE) → I<sub>adm</sub> = 60 A → S = 10 mm<sup>2</sup>
- Comprobación de caída de tensión:

$$u = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot s \cdot U'} = \frac{2 \cdot 6.808 \cdot 62}{56 \cdot 10 \cdot 230} = 6,55 \text{ v}$$

$$\Delta U(\%) = \frac{6,55}{230} \cdot 100 = 2,85\% < 5\% \rightarrow \text{CUMPLE}$$

- Cable a elegir:

**1 fase de 10 mm<sup>2</sup> + 1 neutro de 10 mm<sup>2</sup> + 1 cable de protección de 10 mm<sup>2</sup>**

**Tubo de D<sub>ext</sub> = 25 mm**

### Circuito 1.7.3. Motores transportador

- Motores monofásicos (2 motores de 1 CV)
- Conductores de Cu con aislamiento de XLPE en montaje superficial
- Longitud del circuito: L = 12 m
- Se mayor el motor de mayor potencia por 1,25 y se suman los demás
- Potencia: P = (1 · 1 · 736) · 1,25 + (1 · 1 · 736) = 1.656 w
- Intensidad circulante:

$$I_c = \frac{P}{U \cdot \cos \varphi} = \frac{1.656}{230 \cdot 0,85} = 8,47 \text{ A}$$

- Factor de corrección tª ambiente: F<sub>c</sub> = 0,9

$$I = \frac{I_c}{F_c} = \frac{8,47}{0,9} = 9,41 \text{ A}$$

- Tipo de instalación: B2 (2 x XLPE) → I<sub>adm</sub> = 18 A → S = 1,5 mm<sup>2</sup>
- Comprobación de caída de tensión:

$$u = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot s \cdot U} = \frac{2 \cdot 1.656 \cdot 12}{56 \cdot 1,5 \cdot 230} = 2,06 \text{ v}$$

$$\Delta U(\%) = \frac{2,06}{230} \cdot 100 = 0,9 \% < 5\% \rightarrow \text{CUMPLE}$$

- Cable a elegir:

**1 fase de 1,5 mm<sup>2</sup> + 1 neutro de 1,5 mm<sup>2</sup> + 1 cable de protección de 1,5 mm<sup>2</sup>**

**Tubo de D<sub>ext</sub> = 16 mm**

**Circuito 1.8. Motor ventanas**

- Motor monofásico (1 motor de 1 CV)
- Conductores de Cu con aislamiento de XLPE en montaje superficial
- Longitud del circuito:  $L = 15$  m
- Se mayor el motor por 1,25
- Potencia:  $P = (1 \cdot 1 \cdot 736) \cdot 1,25 = 920$  w
- Intensidad circulante:

$$I_c = \frac{P}{U' \cdot \cos \varphi} = \frac{920}{230 \cdot 0,85} = 4,7 \text{ A}$$

- Factor de corrección  $t^a$  ambiente:  $F_c = 0,9$

$$I = \frac{I_c}{F_c} = \frac{4,7}{0,9} = 5,23 \text{ A}$$

- Tipo de instalación: B2 (2 x XLPE)  $\rightarrow I_{adm} = 18 \text{ A} \rightarrow S = 1,5 \text{ mm}^2$
- Comprobación de caída de tensión:

$$u = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot s \cdot U'} = \frac{2 \cdot 920 \cdot 15}{56 \cdot 1,5 \cdot 230} = 1,43 \text{ v}$$

$$\Delta U(\%) = \frac{1,43}{230} \cdot 100 = 0,62 \% < 5\% \rightarrow \text{CUMPLE}$$

- Cable a elegir:

**1 fase de  $1,5 \text{ mm}^2$  + 1 neutro de  $1,5 \text{ mm}^2$  + 1 cable de protección de  $1,5 \text{ mm}^2$**

**Tubo de  $D_{ext} = 16 \text{ mm}$**

**Circuito 1.9. Bomba de refrigeración**

- Motor monofásico (1 motor de 800 w)
- Conductores de Cu con aislamiento de XLPE en montaje superficial
- Longitud del circuito:  $L = 6$  m
- Se mayor el motor por 1,25
- Potencia:  $P = (1 \cdot 1 \cdot 736) \cdot 1,25 = 1.000$  w
- Intensidad circulante:

$$I_c = \frac{P}{U' \cdot \cos \varphi} = \frac{1.000}{230 \cdot 0,85} = 5,12 \text{ A}$$

- Factor de corrección  $t^a$  ambiente:  $F_c = 0,9$

$$I = \frac{I_c}{F_c} = \frac{5,12}{0,9} = 5,68 \text{ A}$$

- Tipo de instalación: B2 (2 x XLPE)  $\rightarrow I_{adm} = 18 \text{ A} \rightarrow S = 1,5 \text{ mm}^2$

- Comprobación de caída de tensión:

$$u = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot s \cdot U'} = \frac{2 \cdot 1.000 \cdot 6}{56 \cdot 1,5 \cdot 230} = 0,62 \text{ v}$$

$$\Delta U(\%) = \frac{0,62}{230} \cdot 100 = 0,27 \% < 5\% \rightarrow \text{CUMPLE}$$

- Cable a elegir:

**1 fase de 1,5 mm<sup>2</sup> + 1 neutro de 1,5 mm<sup>2</sup> + 1 cable de protección de 1,5 mm<sup>2</sup>**

**Tubo de D<sub>ext</sub> = 16 mm**

### Circuito 1.9. Bomba hidráulica

Este circuito es el que abastece a la caseta que aloja la bomba junto al depósito de agua. Llevará tanto la bomba hidráulica como la luminaria de la caseta, que será un fluorescente de 36 w.

- Motor monofásico (1 CV) y luminaria monofásica (fluorescente de 36 w)
- Conductores de Cu con aislamiento de XLPE en montaje superficial
- Longitud del circuito:  $L = 40 \text{ m}$
- Se mayor el motor por 1,25 y la luminaria por 1,8 y por el factor de potencia
- Potencia motor:  $P = (1 \cdot 1 \cdot 736) \cdot 1,25 = 920 \text{ w}$
- Intensidad circulante motor:

$$I_c = \frac{P}{U' \cdot \cos \varphi} = \frac{920}{230 \cdot 0,85} = 4,7 \text{ A}$$

- Potencia luminaria:  $P = 36 \cdot 1,8 \cdot 0,9 = 58,32 \text{ w}$

- Intensidad circulante luminaria:

$$I_c = \frac{P}{U' \cdot \cos \varphi} = \frac{58,32}{230 \cdot 0,9} = 0,28 \text{ A}$$

- Intensidad circulante total:  $4,7 + 0,28 = 5 \text{ A}$
- Factor de corrección  $t^{\text{a}}$  ambiente:  $F_c = 0,9$

$$I = \frac{I_c}{F_c} = \frac{5}{0,9} = 5,55 \text{ A}$$

- Tipo de instalación: B2 (2 x XLPE)  $\rightarrow I_{\text{adm}} = 18 \text{ A} \rightarrow S = 1,5 \text{ mm}^2$
- Comprobación de caída de tensión:

$$u = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot s \cdot U'} = \frac{2 \cdot 978,32 \cdot 40}{56 \cdot 1,5 \cdot 230} = 4,05 \text{ v}$$

$$\Delta U(\%) = \frac{4,05}{230} \cdot 100 = 1,76 \% < 5\% \rightarrow \text{CUMPLE}$$

- Cable a elegir:

**1 fase de  $1,5 \text{ mm}^2$  + 1 neutro de  $1,5 \text{ mm}^2$  + 1 cable de protección de  $1,5 \text{ mm}^2$**

**Tubo de  $D_{\text{ext}} = 16 \text{ mm}$**

### Derivación individual 1

Al tener dos naves, habrá dos derivaciones individuales, una para cada nave. En nuestro caso serán dos derivaciones individuales constituidas por conductores aislados en el interior de tubos enterrados y según la ITC-BT-15 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión la caída de tensión máxima admisible será del 1,5%, ya que no existe línea general de alimentación.

- Derivación individual trifásica en canalizaciones entubadas
- Cables unipolares de Al XLPE bajo mismo tubo
- Caída de tensión admisible: 1,5%
- $T^{\text{a}}$  terreno:  $30 \text{ }^{\circ}\text{C}$
- $\cos \varphi = 0,85$
- Longitud = 40 m
- Potencia:  $P = 48.431 \text{ w}$
- Intensidad circulante:

$$I_c = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} = \frac{48.431}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,85} = 82,24 \text{ A}$$

- Factor de corrección  $t^a$  ambiente:  $F_c = 0,96$

$$I = \frac{I_c}{F_c} = \frac{82,24}{0,96} = 85,67 \text{ A}$$

- Factor de corrección cables bajo mismo tubo:  $F_c = 0,8$

$$I = \frac{I_c}{F_c} = \frac{85,67}{0,8} = 107,1 \text{ A}$$

-  $I_{adm} = 125 \rightarrow S = 25 \text{ mm}^2$

- Comprobación de caída de tensión:

$$u = \frac{P \cdot L}{\gamma \cdot s \cdot U} = \frac{48.431 \cdot 40}{35,71 \cdot 25 \cdot 400} = 5,42 \text{ v}$$

$$\Delta U(\%) = \frac{5,42}{400} \cdot 100 = 1,35 \% < 1,5 \% \rightarrow \text{CUMPLE}$$

- Cable a elegir:

**3 fases de  $25 \text{ mm}^2$  + 1 neutro de  $16 \text{ mm}^2$  + 1 cable de protección de  $16 \text{ mm}^2$**

**Tubo de  $D_{ext} = 110 \text{ mm}$**

### Derivación individual 2

- Derivación individual trifásica en canalizaciones entubadas

- Cables unipolares de Al XLPE bajo mismo tubo

- Caída de tensión admisible: 1,5%

-  $T^a$  terreno: 30 °C

-  $\cos \varphi = 0,85$

- Longitud = 90 m

- Potencia:  $P = 36.980 \text{ w}$

- Intensidad circulante:

$$I_c = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} = \frac{36.980}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,85} = 62,8 \text{ A}$$

- Factor de corrección  $t^a$  ambiente:  $F_c = 0,96$

$$I = \frac{I_c}{F_c} = \frac{62,8}{0,96} = 65,41 \text{ A}$$

- Factor de corrección cables bajo mismo tubo:  $F_c = 0,8$

$$I = \frac{I_c}{F_c} = \frac{65,41}{0,8} = 81,76 \text{ A}$$

-  $I_{adm} = 180 \rightarrow S = 50 \text{ mm}^2$

- Comprobación de caída de tensión:

$$u = \frac{P \cdot L}{\gamma \cdot s \cdot U} = \frac{36.980 \cdot 90}{35,71 \cdot 50 \cdot 400} = 4,66 \text{ v}$$

$$\Delta U(\%) = \frac{4,66}{400} \cdot 100 = 1,16 \% < 1,5 \% \rightarrow \text{CUMPLE}$$

- Cable a elegir:

**3 fases de 50 mm<sup>2</sup> + 1 neutro de 25 mm<sup>2</sup> + 1 cable de protección de 25 mm<sup>2</sup>**

**Tubo de  $D_{ext} = 110 \text{ mm}$**

### Acometida

- Acometida enterrada
- Cables unipolares de Al XLPE bajo mismo tubo
- Caída de tensión admisible: 5%
- T<sup>a</sup> terreno: 30 °C
- Cos  $\varphi = 0,85$
- Longitud = 2 m
- Potencia: P = 85.411 w
- Intensidad circulante:

$$I_c = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} = \frac{85.411}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,85} = 145 \text{ A}$$

- Factor de corrección t<sup>a</sup> ambiente:  $F_c = 0,96$

$$I = \frac{I_c}{F_c} = \frac{145}{0,96} = 151 \text{ A}$$

- Factor de corrección cables bajo mismo tubo:  $F_c = 0,8$

$$I = \frac{I_c}{F_c} = \frac{151}{0,8} = 188,85 \text{ A}$$

-  $I_{adm} = 220 \text{ A} \rightarrow S = 70 \text{ mm}^2$

- Comprobación de caída de tensión:

$$u = \frac{P \cdot L}{\gamma \cdot s \cdot U} = \frac{85.411 \cdot 2}{35,71 \cdot 70 \cdot 400} = 0,17 \text{ v}$$

$$\Delta U(\%) = \frac{0,17}{400} \cdot 100 = 0,04\% < 5\% \rightarrow \text{CUMPLE}$$

- Cable a elegir:

**3 fases de 70 mm<sup>2</sup> + 1 neutro de 35 mm<sup>2</sup> + 1 cable de protección de 16 mm<sup>2</sup>**

**Tubo de  $D_{ext} = 140 \text{ mm}$**

## 7.4. Resumen de los conductores

Circuito	Configuración cable	Ø tubo XLPE (mm)
<b>Acometida</b>	3F x 70 mm <sup>2</sup> + 1N x 35 mm <sup>2</sup> + 1P x 16 mm <sup>2</sup>	140
<b>Derivación individual 1</b>	3F x 25 mm <sup>2</sup> + 1N x 16 mm <sup>2</sup> + 1P x 16 mm <sup>2</sup>	110
C.1.1 Iluminación interior	1F x 4 mm <sup>2</sup> + 1N x 4 mm <sup>2</sup> + 1P x 4 mm <sup>2</sup>	20
C.1.1.1 Iluminación 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
C.1.1.2 Iluminación luminarias 1	1F x 4 mm <sup>2</sup> + 1N x 4 mm <sup>2</sup> + 1P x 4 mm <sup>2</sup>	20
C.1.1.3 Iluminación luminarias 2	1F x 4 mm <sup>2</sup> + 1N x 4 mm <sup>2</sup> + 1P x 4 mm <sup>2</sup>	20
C.1.2 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
C.1.3 Ventiladores monofásicos	1F x 10 mm <sup>2</sup> + 1N x 10 mm <sup>2</sup> + 1P x 10 mm <sup>2</sup>	25
C.1.4 Ventiladores trifásicos	3F x 2,5 mm <sup>2</sup> + 1N x 2,5 mm <sup>2</sup> + 1P x 2,5 mm <sup>2</sup>	20
C.1.5 T.C. Monofásicas	1F x 35 mm <sup>2</sup> + 1N x 35 mm <sup>2</sup> + 1P x 16 mm <sup>2</sup>	40
C.1.6 T.C. Trifásicas	3F x 2,5 mm <sup>2</sup> + 1N x 2,5 mm <sup>2</sup> + 1P x 2,5 mm <sup>2</sup>	20
C.1.7 General Motores	1F x 10 mm <sup>2</sup> + 1N x 10 mm <sup>2</sup> + 1P x 10 mm <sup>2</sup>	25
C.1.7.1 Motores comederos	1F x 6 mm <sup>2</sup> + 1N x 6 mm <sup>2</sup> + 1P x 6 mm <sup>2</sup>	20
C.1.7.2 Motores regulación altura	1F x 10 mm <sup>2</sup> + 1N x 10 mm <sup>2</sup> + 1P x 10 mm <sup>2</sup>	25
C.1.7.3 Motores 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
C.1.8 Motor ventanas	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
C.1.9 Bomba de 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
C.1.10 Bomba hidráulica	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
<b>Derivación individual 2</b>	3F x 50 mm <sup>2</sup> + 1N x 25 mm <sup>2</sup> + 1P x 25 mm <sup>2</sup>	125
C.2.1 Iluminación interior	1F x 4 mm <sup>2</sup> + 1N x 4 mm <sup>2</sup> + 1P x 4 mm <sup>2</sup>	20
C.2.1.1 Iluminación 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
C.2.1.2 Iluminación luminarias 1	1F x 4 mm <sup>2</sup> + 1N x 4 mm <sup>2</sup> + 1P x 4 mm <sup>2</sup>	20
C.2.1.3 Iluminación luminarias 2	1F x 4 mm <sup>2</sup> + 1N x 4 mm <sup>2</sup> + 1P x 4 mm <sup>2</sup>	20
C.2.2 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
C.2.3 Ventiladores monofásicos	1F x 10 mm <sup>2</sup> + 1N x 10 mm <sup>2</sup> + 1P x 10 mm <sup>2</sup>	25
C.2.4 Ventiladores trifásicos	3F x 2,5 mm <sup>2</sup> + 1N x 2,5 mm <sup>2</sup> + 1P x 2,5 mm <sup>2</sup>	20
C.2.5 T.C. Monofásicas	1F x 35 mm <sup>2</sup> + 1N x 35 mm <sup>2</sup> + 1P x 16 mm <sup>2</sup>	40
C.2.6 T.C. Trifásicas	3F x 2,5 mm <sup>2</sup> + 1N x 2,5 mm <sup>2</sup> + 1P x 2,5 mm <sup>2</sup>	20
C.2.7 General Motores	1F x 10 mm <sup>2</sup> + 1N x 10 mm <sup>2</sup> + 1P x 10 mm <sup>2</sup>	25
C.2.7.1 Motores comederos	1F x 6 mm <sup>2</sup> + 1N x 6 mm <sup>2</sup> + 1P x 6 mm <sup>2</sup>	20
C.2.7.2 Motores regulación altura	1F x 10 mm <sup>2</sup> + 1N x 10 mm <sup>2</sup> + 1P x 10 mm <sup>2</sup>	25
C.2.7.3 Motores 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
C.2.8 Motor ventanas	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
C.2.9 Bomba de 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

## 8. CÁLCULO DE LAS PROTECCIONES

### 8.1. Aparata de seguridad

Cada circuito se protegerá contra sobrecargas mediante un interruptor automático magnetotérmico (P.I.A.). Para su correcta elección se debe cumplir que la intensidad nominal sea mayor o igual que la intensidad nominal de la línea y menor o igual que la intensidad máxima admisible de cada uno de los receptores.

Cada circuito o grupo de circuitos, según el caso, se protegerá contra contactos indirectos mediante la instalación de un interruptor diferencial que abrirá el circuito cuando detecte un fallo de aislamiento con contacto a tierra. Para su elección se debe cumplir que la intensidad nominal del mismo sea mayor que la intensidad de línea cada receptor. Su sensibilidad será de 30 mA en circuitos de alumbrado y tomas de corriente, y de 300 mA en circuitos de fuerza.

Para la protección del conjunto de la instalación se ubicará en cada cuadro general de mando y protección (CGMP) un interruptor de control de potencia (I.C.P.) junto a un interruptor diferencia que proteja la instalación general. En la caja de protección y medida (CPM) se colocará un interruptor general automático de corte omnipolar (I.G.A.) y también un interruptor diferencial general.

### 8.2. Protecciones en la caja de protección y medida

El I.G.A. seleccionado para la instalación general que limitará la potencia contratada a la compañía eléctrica se elige en base a la intensidad que circula, que es la misma que la calculada en la acometida.

$$I = 188,85 \text{ A}$$

Se elegirá un I.G.A. de un catálogo comercial cuyo valor sea superior a la intensidad total que circulará por el circuito, es decir  $I_n > I$ , pero sin sobrepasar la intensidad máxima admisible por el circuito que es de 220 A. En este caso se colocará un IGA de 4 polos de  $I_n$  **200 A**.

El interruptor diferencial elegido será de la misma intensidad que el IGA y con una sensibilidad de 300 mA, ya que existen receptores de fuerza. Por lo tanto elegiremos un interruptor diferencial de 4 polos de  **$I_n$  200 A (300 mA)**.

### **8.3. Protecciones en los cuadros generales de mando y protección**

Como se ha dicho, en los cuadros generales de cada nave se instalara un ICP y un interruptor diferencial dependiendo de la intensidad que llega a cada uno de ellos. Esta intensidad ya se ha calculado en el apartado de los conductores y es la siguiente:

$$I_{DI-1} = 107,1 \text{ A}$$

$$I_{DI-2} = 81,76 \text{ A}$$

Se opta por colocar en ambos cuadros las mismas protecciones, que serán un ICP de 4 polos con una **In = 125 A** y un interruptor diferencial de 4 polos con **In = 125 A (300 mA)**.

### **8.4. Resumen de protecciones**

Para el cálculo de las protecciones de todos los demás circuitos seguiremos el mismo procedimiento que en los casos anteriores, a partir de la intensidad que circula en cada circuito, ya calculada en el apartado de los conductores, se elegirá el PIA y diferencial correspondiente.

En la tabla de la página siguiente se muestra la relación de las distintas protecciones a instalar. Las indicaciones II y IV hacen referencia al número de polos (2 para monofásico y 4 para trifásico).

Circuito	I Cálculo (A)	I Max admisible (A)	PIA	Diferencial
<b>Acometida</b>	188,85	220	IV/200 A (IGA)	IV/200 A (300 mA)
<b>Derivación individual 1</b>	107,1	125	IV/125 A (ICP)	IV/125 A (300 mA)
C.1.1 Iluminación interior				II/16 A (30 mA)
C.1.1.1 Iluminación almacén	2,2	18	II/16 A	
C.1.1.2 Iluminación luminarias 1	5,95	34	II/16 A	
C.1.1.3 Iluminación luminarias 2	5,95	34	II/16 A	
C.1.2 Iluminación exterior	2,6	18	II/10 A	II/10 A (30 mA)
C.1.3 Ventiladores monofásicos	29	60	II/50 A	II/50 A (300 mA)
C.1.4 Ventiladores trifásicos	12,84	22	IV/20 A	IV/20 A (300 mA)
C.1.5 T.C. Monofásicas	124,4	131	II/125 A	II/125 A (30 mA)
C.1.6 T.C. Trifásicas	17,8	22	IV/20 A	IV/20 A (30 mA)
C.1.7 General Motores				II/80 A (300 mA)
C.1.7.1 Motores comederos	17,8	44	II/32 A	
C.1.7.2 Motores regulación altura	38,7	60	II/50 A	
C.1.7.3 Motores trasportador	9,41	18	II/16 A	
C.1.8 Motor ventanas	5,23	18	II/10 A	II/10 A (300 mA)
C.1.9 Bomba de refrigeración	5,68	18	II/10 A	II/10 A (300 mA)
C.1.10 Bomba hidráulica	5,55	18	II/10 A	II/10 A (300 mA)
<b>Derivación individual 2</b>	81,76	180	IV/125 A (ICP)	IV/125 A (300 mA)
C.2.1 Iluminación interior				II/16 A (30 mA)
C.2.1.1 Iluminación almacén	2,2	18	II/16 A	
C.2.1.2 Iluminación luminarias 1	5,95	34	II/16 A	
C.2.1.3 Iluminación luminarias 2	5,95	34	II/16 A	
C.2.2 Iluminación exterior	2,6	18	II/10 A	II/10 A (30 mA)
C.2.3 Ventiladores monofásicos	29	60	II/50 A	II/50 A (300 mA)
C.2.4 Ventiladores trifásicos	12,84	22	IV/20 A	IV/20 A (300 mA)
C.2.5 T.C. Monofásicas	124,4	131	II/125 A	II/125 A (30 mA)
C.2.6 T.C. Trifásicas	17,8	22	IV/20 A	IV/20 A (30 mA)
C.2.7 General Motores				II/80 A (300 mA)
C.2.7.1 Motores comederos	17,8	44	II/32 A	
C.2.7.2 Motores regulación altura	38,7	60	II/50 A	
C.2.7.3 Motores trasportador	9,41	18	II/16 A	
C.2.8 Motor ventanas	5,23	18	II/10 A	II/10 A (300 mA)
C.2.9 Bomba de refrigeración	5,68	18	II/10 A	II/10 A (300 mA)

### 8.5. Cálculo de la intensidad de cortocircuito

Para proteger la instalación frente a cortocircuitos, estos se calculan en los circuitos más desfavorables que son los que tienen una menor resistencia, es decir, aquellos en el que el cociente entre su longitud y sección sea menor. Dicho circuito es el correspondiente a las tomas de corriente monofásica, por lo tanto se calcula la intensidad de cortocircuito para este circuito, y se aplicara esa medida para el resto de circuitos.

Como generalmente se desconoce la impedancia del circuito de alimentación a la red (impedancia del transformador, red de distribución y acometida) se admite que en caso de cortocircuito la tensión en el inicio de las instalaciones de los usuarios se puede considerar como 0,8 veces la tensión de suministro.

Se toma el defecto fase tierra como el más desfavorable, y además se supone despreciable la inductancia de los cables.

Se calcula considerando la impedancia del transformador y la de la red hasta el punto de defecto (suma de ambas).

La intensidad de cortocircuito en el cuadro de protección la calcularemos mediante la fórmula:

$$I_{cc} = \frac{0,8 \cdot U}{R}$$

Donde:

$I_{cc}$ : Intensidad de cortocircuito en amperios

U: Tension de alimentación fase-neutro (230V)

R: Resistencia del conductor de fase entre el punto considerado y la alimentación

Para calcular R se debe tener en cuenta la suma de las resistencias de los conductores entre la Caja General de Protección y el punto considerado. Se considerara que los conductores se encuentran a una temperatura de 20 °C, para obtener así el valor máximo posible de  $I_{cc}$ . La fórmula es la siguiente:

$$R = \rho \cdot \frac{2 \cdot L}{s}$$

Donde:

- $\rho$ : resistividad ( $0,018 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ )
- L: longitud del circuito (m)
- s: sección conductor ( $\text{mm}^2$ )

$$R_{DI-1} = \rho \cdot \frac{2 \cdot L}{s} = 0,018 \cdot \frac{2 \cdot 40}{25} = 0,0576 \Omega$$

$$R_{DI-2} = \rho \cdot \frac{2 \cdot L}{s} = 0,018 \cdot \frac{2 \cdot 90}{50} = 0,0648 \Omega$$

$$R_{C.1.5} = \rho \cdot \frac{2 \cdot L}{s} = 0,018 \cdot \frac{2 \cdot 8}{35} = 0,0041 \Omega$$

$$R_{C.2.5} = \rho \cdot \frac{2 \cdot L}{s} = 0,018 \cdot \frac{2 \cdot 8}{35} = 0,0041 \Omega$$

Por lo que la intensidad de cortocircuito de cada una de las líneas y el poder de corte que deberán tener los interruptores automáticos magnetotérmicos serán de:

$$I_{C.1.5} = \frac{0,8 \cdot 230}{(0,0576 + 0,0041)} = 2.982,17 \text{ A} \rightarrow \mathbf{3 \text{ kA}}$$

$$I_{C.2.5} = \frac{0,8 \cdot 230}{(0,0648 + 0,0041)} = 2670,53 \text{ A} \rightarrow \mathbf{3 \text{ kA}}$$

## 9. PUESTA A TIERRA

La puesta a tierra consiste en la unión eléctrica directa, sin fusibles ni protección alguna, de una parte del circuito eléctrico mediante una toma de tierra con un electrodo o grupo de electrodos.

En nuestro caso haremos dos conexiones a tierra, uno en cada cuadro general de mando y protección. El borne de puesta a tierra, ubicado en el CGMP, debe unir los conductores de protección de todos los circuitos con el conductor de tierra, que concluye en los electrodos.

### 9.1. Resistencia de la toma de tierra

El valor máximo de la resistencia a tierra se calcula según la siguiente expresión:

$$R_t \leq \frac{U_b}{I \cdot \Delta n}$$

Donde:

- $R_t$ : Resistencia máxima de la puesta a tierra ( $\Omega$ )
- $U_b$ : Tensión de contacto máxima admisible (24 V en instalaciones húmedas y 50 V en instalaciones secas)
- $I \cdot \Delta n$ : Sensibilidad del interruptor diferencial (300 mA)

Por tanto:

$$R_t \leq \frac{24}{0,3} = 80 \Omega$$

### 9.2. Cálculo de la longitud del electrodo

Se utilizarán picas consistentes en barras de cobre de  $D_{ext} > 14$  mm a modo de electrodos teniendo en cuenta que su longitud deberá ser superior o igual a 2 m y que la separación entre picas debe ser superior a su longitud.

La longitud de las picas se establece según la fórmula que sigue:

$$L = \rho / R_t$$

Donde:

- L: Longitud de la pica vertical (m)
- $R_t$ : Resistencia máxima de la puesta a tierra ( $\Omega$ )
- $\rho$ : resistividad del terreno (500  $\Omega$  m, considerando terraplenes cultivables poco fértiles)

Por tanto:

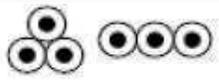
$$L = 500 / 80 = 6,25 \text{ m}$$

Se opta por la colocación de cuatro picas de toma de tierra de 2 m de longitud, separadas una distancia de 2 m como mínimo en cada uno de los cuadros. El conductor de tierra que conectará las picas será de cobre con una sección de 35 mm<sup>2</sup>.

10. TABLAS REBT

			3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR						
<b>A</b>		Conductores aislados en tubos empotrados en paredes aislantes											
<b>A2</b>		Cables multiconductores en tubos empotrados en paredes aislantes	3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR						
<b>B</b>		Conductores aislados en tubos en montaje superficial o empotrados en obra				3x PVC	2x PVC			3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR		
<b>B2</b>		Cables multiconductores en tubos en montaje superficial o empotrados en obra		3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR			3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR		
<b>C</b>		Cables multiconductores directamente sobre la pared				3x PVC	2x PVC			3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR		
<b>E</b>		Cables multiconductores al aire libre. Distancia a la pared no inferior a $0,3D$					3x PVC			2x PVC	3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR	
<b>F</b>		Cables unipolares en contacto mutuo. Distancia a la pared no inferior a $D$						3x PVC				3x XLPE o EPR	
<b>G</b>		Cables unipolares separados mínimo $D$									3x PVC	3x XLPE o EPR	
		mm <sup>2</sup>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<b>Cobre</b>		1,5	11	11,3	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	30	-	34	38	43	-
		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	96	104	110	119	131	144	154	206
		50		94	103	117	125	133	145	159	175	188	250
		70				140	160	171	188	202	224	244	321
		95				180	194	207	230	245	271	296	391
		120				208	223	240	267	284	314	348	455
		150				236	260	278	310	338	363	404	525
		185				268	297	317	354	386	415	464	601
		240				315	350	374	419	455	490	532	711
	300				360	404	423	484	524	565	610	821	

Intensidades admisibles (A) al aire 40°C. N° de conductores con carga y naturaleza del aislamiento (ITC-BT-19).

SECCIÓN NOMINAL mm <sup>2</sup>	Tema de cables unipolares (1) (2)			1 cable tripolar o tetrapolar (3)		
						
	TIPO DE AISLAMIENTO					
	XLPE	EPR	PVC	XLPE	EPR	PVC
6	72	70	63	66	64	56
10	96	94	85	88	85	75
16	125	120	110	115	110	97
25	160	155	140	150	140	125
35	190	185	170	180	175	150
50	230	225	200	215	205	180
70	280	270	245	260	250	220
95	335	325	290	310	305	265
120	380	375	335	355	350	305
150	425	415	370	400	390	340
185	480	470	420	450	440	385
240	550	540	485	520	505	445
300	620	610	550	590	585	505
400	705	690	615	665	645	570
500	790	775	685	-	-	-
630	885	870	770	-	-	-

Intensidad máxima admisible, en amperios, para cables con conductores de cobre en instalación enterrada (servicio permanente) (ITC-BT-07).

Sección nominal de los conductores unipolares (mm <sup>2</sup> )	Diámetro exterior de los tubos (mm)				
	Número de conductores				
	1	2	3	4	5
1,5	12	12	16	16	16
2,5	12	12	16	16	20
4	12	16	20	20	20
6	12	16	20	20	25
10	16	20	25	32	32
16	16	25	32	32	32
25	20	32	32	40	40
35	25	32	40	40	50
50	25	40	50	50	50
70	32	40	50	63	63
95	32	50	63	63	75
120	40	50	63	75	75
150	40	63	75	75	-
185	50	63	75	-	-
240	50	75	-	-	-

Diámetros exteriores mínimos de los tubos en función del número y la sección de los conductores o cables a conducir (Tubos en canalizaciones fijas en superficie) (ITC-BT-21).

Sección nominal de los conductores unipolares (mm <sup>2</sup> )	Diámetro exterior de los tubos (mm)				
	Número de conductores				
	< 6	7	8	9	10
1,5	25	32	32	32	32
2,5	32	32	40	40	40
4	40	40	40	40	50
6	50	50	50	63	63
10	63	63	63	75	75
16	63	75	75	75	90
25	90	90	90	110	110
35	90	110	110	110	125
50	110	110	125	125	140
70	125	125	140	160	160
95	140	140	160	160	180
120	160	160	180	180	200
150	180	180	200	200	225
185	180	200	225	225	250
240	225	225	250	250	--

Diámetros exteriores mínimos de los tubos en función del número y la sección de los conductores o cables a conducir (Tubos en canalizaciones enterradas) (ITC-BT-21).

# **ANEJO 5**

## **Fontanería**

## ÍNDICE

<b>1. ABASTECIMIENTO DE AGUA.....</b>	<b>3</b>
<b>2. CONSUMO DE AGUA EN LA EXPLOTACIÓN .....</b>	<b>3</b>
<b>2.1. Necesidades hídricas .....</b>	<b>3</b>
<b>2.2. Dimensionado del depósito.....</b>	<b>4</b>
<b>3. INSTALACIÓN INTERIOR.....</b>	<b>4</b>
<b>3.1. Equipo de tratamiento de aguas .....</b>	<b>5</b>
<b>4. CÁLCULO DE LAS CONSUCCIONES.....</b>	<b>6</b>
<b>4.1. Cálculo del diámetro de las tuberías de aspiración e impulsión.....</b>	<b>6</b>
<b>5. DIMENSIONADO DE LA INSTALACIÓN DE BOMBEO.....</b>	<b>7</b>
<b>5.1. Potencia necesaria en la instalación de bombeo .....</b>	<b>10</b>
<b>5.2. Elección del equipo de bombeo .....</b>	<b>11</b>
<b>6. CÁLCULO DEL GOLPE DE ARIETE EN LA INSTALACIÓN DE BOMBEO .....</b>	<b>11</b>
<b>6.1. Cálculo de tiempo de parada de la bomba.....</b>	<b>11</b>
<b>6.2. Cálculo de la celeridad de la onda y de la longitud crítica.....</b>	<b>12</b>
<b>6.3. Cálculo de la sobrepresión debida al golpe de ariete .....</b>	<b>13</b>
<b>6.4. Elección del timbraje .....</b>	<b>14</b>

## 1. ABASTECIMIENTO DE AGUA

El abastecimiento de agua de la explotación se garantiza mediante una toma de agua en parcela proveniente del término municipal de Robres, mediante una conducción hidráulica enterrada a lo largo de todo el camino desde el núcleo de población hasta la explotación. Para asegurarnos del suministro continuo y evitar posibles cortes de agua, instalaremos un depósito de chapa galvanizada en nuestra parcela, desde el cual se abastecerá toda la explotación. Para dimensionar dicho depósito se tendrá en cuenta que el canal que abastece al pueblo de Robres, Canal de Los Monegros, tiene cortes de agua durante tres semanas en invierno, por lo que tendremos que tener reserva de agua como mínimo durante este periodo de tiempo para evitar ser abastecidos por los propios depósitos del pueblo.

Así pues se considerara la hipótesis del mes más crítico, y el depósito se dimensionara para poder abastecer a toda la explotación durante un mes entero con las mayores demandas posibles de agua.

## 2. CONSUMO DE AGUA EN LA EXPLOTACIÓN

### 2.1. Necesidades hídricas

Se considera que:

- El consumo a los 49 días de vida del animal es de 0,3 l/día
- Existe la máxima cantidad de pollos, 50.000 pollos
- Que el equipo de refrigeración funcionará un máximo de 5 horas diarias en los periodos de máxima calor, consumiendo 7.300 l/h
- Para las tomas auxiliares se necesitan 1.000 l/día

USOS	CONSUMOS DIARIOS (litros)
Pollos	$0,3 \cdot 50.000 = 15.000$
Refrigeración	$5 \cdot 7.300 = 36.500$
Tomas auxiliares	1.000
<b>TOTAL</b>	<b>52.500</b>

El consumo máximo de agua en un mes será de:

$$52.500 \text{ l/día} \cdot 31 \text{ días} = 1.627.500 \text{ l/mes} = \mathbf{1.628 \text{ m}^3/\text{mes}}$$

De esta manera queda muy sobredimensionado el depósito de agua, ya que se ha tenido en cuenta para el consumo de agua de los animales el día que más consumen y se ha multiplicado por todos los días, al igual que la refrigeración, que solo funcionara los últimos días de cada crianza y solo en las de verano, y también se ha multiplicado por todos los días del mes crítico. Por lo tanto no es necesario realizar el cálculo de la evaporación de agua que hay en el depósito porque nos sobra mucha agua.

## **2.2. Dimensionado del depósito**

Así pues, el depósito tendrá las siguientes dimensiones:

- 12 m de radio
- 4 m de altura

$$12^2 \cdot \pi \cdot 4 = \mathbf{1809,55 \text{ m}^3}$$

Suficiente para cubrir la demanda de agua en el mes más crítico (1628m<sup>3</sup>).

El depósito se situará sobre el terreno debidamente allanado y compactado antes de su colocación. Quedara enterrado de manera que la parte superior del depósito este a la cota del terreno. De este depósito una bomba impulsará el agua hasta los depósitos de poliéster, desde los cuales se distribuirá al interior de las naves.

## **3. INSTALACIÓN INTERIOR**

La configuración de la fontanería es la siguiente: se pretende elevar toda el agua hasta el segundo piso del almacén 1 donde se encontraran 5 depósitos de poliéster, y desde ahí se distribuirá el agua para las dos naves de la forma que se describe a continuación.

La tubería procedente de la bomba subirá a al piso de arriba del almacén 1, donde se encuentran los 5 depósitos de poliéster de 2.000 litros cada uno. Cuando la tubería llegue al piso superior colocaremos una llave de mariposa para poder cortar el suministro.

A continuación irán dos filtros para evitar la entrada de partículas al agua, ya que las tetinas son muy delicadas, después de ellos colocaremos el contador de agua y el clorador, que mediante impulsos irá inyectando la cantidad de cloro que nosotros estimemos.

Desde ese punto la instalación se dividirá en cinco tuberías, una para cada depósito, a cuya entrada irá instalada una válvula de boya, que pondrá en marcha la bomba cuando falte agua.

La instalación de cinco depósitos tiene la misión de que se usen dos para cada nave para el agua que vaya a los bebederos, y por lo tanto se pueda medicar en ellos; el otro depósito alimentará al baño, a las dos bombas de nebulización y a las tomas auxiliares de ambas naves. Los dos depósitos de cada nave destinados a abastecer los bebederos irán por separado, pero habrá un by-pass por si necesitamos unir los dos circuitos. Antes de que estos circuitos lleguen a los bebederos pasarán por unos filtros.

Por último, tendremos las conducciones que van desde los depósitos de poliéster hasta los bebederos, el baño, las bombas de nebulización y tomas auxiliares, que constaran de tantas bifurcaciones y llaves de paso como sea necesario.

### **3.1. Equipo de tratamiento de aguas**

Se instala un “inyector porcentual hidráulico” para tratar el agua de la explotación, en lo que se refiere a:

- Cloración: A partir de hipoclorito de sodio líquido.
- Medicación: Los medicamentos, presentados en solución líquida, se aportarán a la red de agua directamente por succión.

#### Características técnicas:

- No precisa electricidad. Funciona en relación al caudal circulante, variando sus revoluciones según aumente o disminuya el caudal.
- Inyecta el producto de tratamiento directamente en la línea de bebederos.
- El volumen de la inyección será siempre el % fijado en el pistón dosificador. Este % siempre es respecto al caudal circulante.
- Ante las variaciones de caudal y presión en la red, variará el volumen inyectado, no el % predeterminado.

## 4. CÁLCULO DE LAS CONDUCCIONES

Como ya hemos dicho anteriormente, la configuración de las tuberías constara de tres tramos principales. El primero desde el depósito de chapa o balsa hasta la bomba (tramo de aspiración), el segundo desde la bomba a los depósitos de poliéster de la almacén 1 (tramo de impulsión) y el tercero comprenderá desde éstos depósitos hasta la nave 2, tanto para la bomba de nebulización, como los bebederos y las tomas auxiliares.

Quedara un último tramo que va desde los depósitos de poliéster hasta los bebederos, bomba de nebulización y tomas auxiliares de la nave 1, puesto que los de la nave 2 son el tramo 3 propiamente dicho. Como serán muy similares, usaremos los mismos materiales en uno y otro tramo, sin necesidad de analizar este último tramo por separado.

### 4.1. Cálculo del diámetro de las tuberías de aspiración e impulsión (tramo 1 y 2)

Se establece como buen criterio, que para tuberías de impulsión o aspiración de longitud pequeña (menos de 100 metros) se puede trabajar con velocidades en torno a 1,2 m/s.

Teniendo en cuenta que el caudal a impulsar en el mes más crítico es de 52.500 l/día que equivale a  $6,08 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$  y la velocidad dentro de la tubería sea de 1,2 m/s, aplicando la fórmula:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot v}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,000608}{\pi \cdot 1,2}} = 0,0196 \text{ m}$$

Se obtiene un diámetro teórico de 19,67 mm. Por lo que se usará una tubería de **PEAD Ø 32 PN10 (diámetro interior de 28 mm)**.

La velocidad real con la tubería elegida será de 0,987 m/s.

## 5. DIMENSIONADO DE LA INSTALACIÓN DE BOMBEO

Para calcular los elementos que constituyen la instalación de bombeo se hace necesario conocer:

- Caudal a impulsar:  $0,06538 \text{ m}^3/\text{s}$  (52.500 l/día).
- Densidad del agua ( $\rho$ ):  $1.000 \text{ kg/m}^3$
- Cota de aspiración: - 4
- Cota de la bomba: 0
- Cota de descarga: 6,5
- Longitud de la tubería de aspiración: 5
- Diámetro de la tubería de aspiración (D): 28 mm
- Longitud de la tubería de impulsión: 50
- Diámetro de la tubería de impulsión (D): 28 mm
- Temperatura de cálculo:  $15^\circ\text{C}$
- Velocidad media del agua: 1 m/s
- Altura de presión necesaria en el punto de descarga: 0

El primer paso para dimensionar la instalación es determinar la altura manométrica de elevación. Esta altura se expresa como:

$$H_{me} = H_a + h_a + H_i + h_i$$

Donde:

- $H_a$ : altura geométrica de aspiración.
- $h_a$ : pérdidas de carga producidas en la aspiración.
- $H_i$ : altura geométrica de la impulsión.
- $h_i$ : pérdidas de carga producidas en la impulsión.

$$H_a = 4 \text{ m}$$

Conociendo que  $h_a$  es la suma de las pérdidas producidas por rozamiento continuo ( $h_{ra}$ ) y singulares ( $h_{sa}$ ) en la tubería del tramo 1, se procede al cálculo de estas.

Cálculo de  $h_{ra}$ :

Se calcula el n° de Reynolds a partir de los datos de velocidad (1 m/s), diámetro de la tubería (0,028 m) y de la viscosidad del agua a  $15^\circ\text{C}$  ( $1,14 \cdot 10^{-6}$ ):

$$R = \frac{D \cdot V}{\nu} = \frac{0,028 \cdot 1}{1,14 \cdot 10^{-6}} = 24.561,4$$

Una vez calculado Reynolds, se procede al cálculo del factor de fricción (f) mediante la fórmula logarítmica de Jain (para el polietileno, K = 0,002 mm):

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left( \frac{5,73}{R^{0,9}} + \frac{K}{3,71 \cdot D} \right) \Rightarrow f = 0,0247$$

Ahora se pasa al cálculo de las pérdidas de carga por rozamiento continuo ( $h_{ra}$ ) mediante la fórmula universal de Darcy-Weisbach:

$$h_{ra} = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2g} = 0,0247 \cdot \frac{5}{0,028} \cdot \frac{1^2}{2 \cdot 9,81} = 0,225 \text{ m}$$

#### Cálculo de $h_{si}$ :

Las pérdidas de carga singulares se estiman en un 10% de las pérdidas debidas al rozamiento continuo cuando la equidistancia media entre piezas singulares es menos que mil veces el diámetro de la tubería.

De esta forma tenemos unas  $h_{sa} = 0,0225 \text{ m}$

Así pues las pérdidas de carga producidas por la impulsión son:

$$h_a = h_{ra} + h_{sa} = 0,225 + 0,0225 = \mathbf{0,2475 \text{ m}}$$

#### **$H_i = 5 \text{ m}$**

Conociendo que  $h_i$  es la suma de las pérdidas producidas por rozamiento continuo ( $h_{ri}$ ) y singulares ( $h_{si}$ ) en la tubería del tramo 2, se procede al cálculo de estas.

#### Cálculo de $h_{ri}$ :

Se calcula el n° de Reynolds a partir de los datos de velocidad (1 m/s), diámetro de la tubería (0,028 m) y de la viscosidad del agua a 15°C ( $1,14 \cdot 10^{-6}$ ):

$$R = \frac{D \cdot V}{\nu} = \frac{0,028 \cdot 1}{1,14 \cdot 10^{-6}} = 24.561,4$$

Una vez calculado Reynolds, se procede al cálculo del factor de fricción (f) mediante la fórmula logarítmica de Jain (para el polietileno, K = 0,002 mm):

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left( \frac{5,73}{R^{0,9}} + \frac{K}{3,71 \cdot D} \right) \Rightarrow f = 0,0247$$

Ahora se pasa al cálculo de las pérdidas de carga por rozamiento continuo ( $h_{ri}$ ) mediante la fórmula universal de Darcy-Weisbach:

$$h_{ri} = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2g} = 0,0247 \cdot \frac{50}{0,028} \cdot \frac{1^2}{2 \cdot 9,81} = 2,24 \text{ m}$$

Cálculo de  $h_{si}$ :

Las pérdidas de carga singulares se estiman en un 10% de las pérdidas debidas al rozamiento continuo cuando la equidistancia media entre piezas singulares es menos que mil veces el diámetro de la tubería.

De esta forma tenemos unas  $h_{si} = 0,224$  m.c.a.

Así pues las pérdidas de carga producidas por la impulsión son:

$$h_i = h_{ri} + h_{si} = 2,24 + 0,224 = \mathbf{2,464 \text{ m}}$$

Ahora se puede pasar a determinar la altura manométrica de elevación ( $H_{me}$ ), que resulta de:

$$\mathbf{H_{me} = H_a + h_a + H_i + h_i = 4 + 0,2475 + 5 + 2,464 = 11,71 \text{ m}}$$

Comprobación de la tubería del tramo 3:

El último tramo de tuberías que va desde la nave 1 a la nave 2 se realizara con la misma tubería, teniendo una longitud de 40 metros y un caudal medio de la mitad del caudal en los primeros tramos, puesto que solo alimenta a una nave. La presión que hay es de 5 m, la altura a la que están los depósitos de poliéster en el segundo piso la caseta 1. La presión que necesitan los bebederos (que son los limitantes ya que las tomas auxiliares y la bomba de nebulización no necesitan presión alguna) es de 0,6 m.

Las pérdidas de carga en la tubería son:

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{0,000304}{\pi \cdot 0,028^2} = 0,123 \text{ m/s}$$

$$R = \frac{D \cdot V}{\nu} = \frac{0,028 \cdot 0,123}{1,14 \cdot 10^{-6}} = 3.021,05$$

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left( \frac{5,73}{R^{0,9}} + \frac{K}{3,71 \cdot D} \right) \Rightarrow f = 0,0444$$

$$h_{ri} = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{V^2}{2g} = 0,0444 \cdot \frac{40}{0,028} \cdot \frac{0,123^2}{2 \cdot 9,81} = 0,049 \text{ m}$$

$$5 \text{ m} - 0,049 \text{ m} = 4,951 \text{ m} > 0,6 \text{ m} \rightarrow \text{CUMPLE}$$

Por lo tanto se usará una tubería de **PEAD Ø 32 PN10 (diámetro interior de 28 mm)** para toda la instalación, tanto para la exterior enterrada como para la instalación interior.

### 5.1. Potencia necesaria en la instalación de bombeo

Lo primero a realizar es calcular la potencia útil del grupo electrobomba que viene dada por la siguiente expresión:

$$N_u = \frac{\rho \cdot Q \cdot H_{mc}}{75}$$

Donde:

- $N_u$ : Potencia del grupo de bombeo, en C.V.
- $Q$ : Caudal a elevar por cada bomba, en  $\text{m}^3/\text{s}$ .
- $H_{mc}$ : Altura manométrica de elevación, en m.
- $\rho$ : Densidad del agua, en  $\text{Kg}/\text{m}^3$ .

De esta forma:

$$N_u = \frac{1.000 \cdot 0,000608 \cdot 11,71}{75} = 0,095 \text{ CV}$$

Para que la bomba pueda aportar la potencia útil al flujo es necesario que reciba una potencia algo superior en su eje de accionamiento de tal manera que se puedan compensar los rendimientos. Así surge la potencia en el eje de la bomba, que es la que deja disponible el motor para ser aprovechada por la bomba a la hora de transmitir la potencia útil y vencer rozamientos y pérdidas de carga. De esta manera:

$$N_{eje} = \frac{N_u}{\eta_B} = \frac{0,095}{0,80} = 0,1187 \text{ CV}$$

Para que el motor de accionamiento deje disponible una potencia en el eje igual a la calculada anteriormente, es necesario que absorba una potencia eléctrica superior de manera que se compensen los rozamientos mecánicos y las pérdidas eléctricas en ese motor. Esos rozamientos y pérdidas se evalúan a través del rendimiento del motor ( $\eta_m$ ) y se calcula como:

$$N_{\text{motor}} = \frac{N_{\text{eje}}}{\eta_m} = \frac{0,1187}{0,75} = \mathbf{0,158 \text{ CV}}$$

## 5.2. Elección del equipo de bombeo

Para cubrir las necesidades de la instalación tanto en caudal como en altura manométrica, se necesita una equipo de bombeo que proporcione un caudal total de 2,19 m<sup>3</sup>/h y una altura de 11,71 m.c.a., así como un motor que desarrolle aproximadamente 0,15 CV.

Con estos datos se elige de los diferentes catálogos comerciales un grupo electrobomba con la siguiente potencia:

$$1 \text{ CV} \cdot 0,736 = 0,736 \text{ KW} \rightarrow 0,736 \text{ KW} / 0,8 = \mathbf{0,92 \text{ Kva}}$$

## 6. CÁLCULO DEL GOLPE DE ARIETE EN LA INSTALACIÓN DE BOMBEO

Con la parada del grupo de impulsión, y el cierre violento de válvulas se produce en la tubería de impulsión una sobrepresión denominada golpe de ariete, para compensar esta sobrepresión deben dimensionarse mecanismos que lo amortigüen e instalar en lo posible elementos singulares que reduzcan la producción del mismo.

### 6.1. Cálculo de tiempo de parada de la bomba

Según la expresión de E. Mendiluce se define el tiempo de parada de la bomba como:

$$T = \frac{K \cdot L(m) \cdot V(m/s)}{g \cdot H_{me}(m)} + C$$

Donde:

- K: Coeficiente de ajuste que depende de la longitud de la tubería de impulsión.

- C: Coeficiente de ajuste que depende de la pendiente hidráulica de la impulsión.
- V: Velocidad del agua, en m/s.
- L: longitud de la tubería de impulsión, en m.
- g: aceleración de la gravedad,  $9,81 \text{ m/s}^2$ .
- $H_{mc}$ : altura manométrica de impulsión, en m.

K	Longitud tubería (m)
2	< 500
1,75	= 500
1,5	$500 < L < 1500$
1,25	= 1500
1	> 1500

$$T = \frac{2 \cdot 30 \cdot 1}{9,81 \cdot 10,73} + 0,6 = 1,17 \text{ segundos}$$

## 6.2. Cálculo de la celeridad de la onda y de la longitud crítica

La celeridad de la onda o velocidad a la cual se propaga se define con la expresión:

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48,3 + K \frac{D}{e}}}$$

Donde:

- D: Diámetro interior del tubo, en mm.
- e: Espesor del tubo, en mm.
- K: Coeficiente que depende del material de la tubería, para esta caso  $K=33,3$ .

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48,3 + 33,3 \cdot \frac{28}{2}}} = 436,46 \text{ m/s}$$

Así pues:

- Si  $T < \frac{2L}{a}$ , siendo L la longitud de la tubería en m, se trata de un cierre rápido y se utiliza la fórmula de Allievi.
- Si  $T > \frac{2L}{a}$ , siendo L la longitud de la tubería en m, se trata de un cierre lento y se utiliza la fórmula de Michaud.

En este caso  $\frac{2 \cdot 30}{436,46} = 0,137$  segundos, y  $T = 1,17$  segundos, por lo tanto  $T > \frac{2L}{a}$  y se trata de un cierre lento por lo que se utiliza la fórmula de Michaud.

La longitud crítica de la onda viene dada por la siguiente expresión:

$$L_c = \frac{a \cdot T}{2} = \frac{436,46 \cdot 1,17}{2} = 255,33 \text{ m}$$

Se trata pues de una impulsión corta, ya que la longitud de la impulsión es menor que la longitud crítica.

### 6.3. Cálculo de la sobrepresión debida al golpe de ariete

Utilizando la fórmula de Michaud resulta:

$$\Delta H = \frac{2 \cdot L \cdot V}{g \cdot T}$$

Donde:

- L : longitud de la tubería de impulsión, en m.
- V: velocidad del agua, en m/s.
- T: tiempo de parada de la bomba.
- g: aceleración de la gravedad, 9,81 m/s<sup>2</sup>.

$$\Delta H = \frac{2 \cdot 30 \cdot 1}{9,81 \cdot 1,17} = 5,22 \text{ m}$$

Con lo que la presión máxima que se produzca en la tubería cuando se paren las bombas será:

$$P_{\max} = H_{me} + \Delta H = 10,73 + 5,22 = \mathbf{15,95 \text{ m}}$$

#### **6.4. Elección del timbraje**

La válvula de retención se sitúa al inicio de la tubería de impulsión, por ello la presión estática máxima coincide con la diferencia de cota que ha de vencer la bomba. Disponiendo de un timbraje PN 10, es decir de 100 mca, sería suficiente para que no hubiera problemas de figuración causados por un exceso de presión, dado que la presión máxima que se produce en la tubería cuando se paren las bombas es de 15,95 m.

# **ANEJO 6**

## **Ventilación y refrigeración**

## ÍNDICE

<b>1. CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS DE LA ZONA.....</b>	<b>3</b>
<b>2. AISLAMIENTO .....</b>	<b>4</b>
<b>2.1 Características del material aislante.....</b>	<b>4</b>
<b>2.2. Aislante elegido.....</b>	<b>5</b>
<b>2.3. Cálculo del aislante .....</b>	<b>5</b>
<b>3. VENTILACIÓN .....</b>	<b>7</b>
<b>3.1. Objetivos de la ventilación.....</b>	<b>7</b>
<b>3.2. Control de la temperatura.....</b>	<b>8</b>
<b>3.3. Control de la humedad .....</b>	<b>9</b>
<b>3.4. Control del dióxido de carbono.....</b>	<b>10</b>
<b>3.5. Control del amoníaco.....</b>	<b>10</b>
<b>3.6. Control del polvo.....</b>	<b>12</b>
<b>3.7. Diseño de la instalación.....</b>	<b>13</b>
<b>3.8. Tipos y características de los ventiladores .....</b>	<b>16</b>
<b>3.9. Ventiladores elegidos .....</b>	<b>18</b>
<b>3.10. Necesidades de los ventiladores.....</b>	<b>18</b>
<b>3.11. Cálculo de las entradas de aire .....</b>	<b>20</b>
<b>3.12. Sistemas de emergencia .....</b>	<b>23</b>
<b>4. REFRIGERACIÓN.....</b>	<b>24</b>
<b>4.1. Generalidades .....</b>	<b>24</b>

<b>4.2. Sistemas de refrigeración .....</b>	<b>25</b>
<b>4.3. Dimensionado del equipo.....</b>	<b>29</b>
<b>4.4. Grupo de presión.....</b>	<b>31</b>

## 1. CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS DE LA ZONA

Para la realización de este anejo necesitaremos conocer los datos de las condiciones climáticas en Robres, sobre todo los saltos térmicos que se puedan producir y la humedad del aire expresada como humedad relativa.

Los datos climáticos se han tomado de la estación meteorología de Sariñena, dado que es la más cercana a Robres y cuyas coordenadas son 0° 09 minutos de Longitud Oeste y 41° 47 minutos de Latitud Norte, a una altura de 281 metros sobre el nivel del mar. La serie de datos termoplumiométricos tomada corresponde a un periodo de 20 años, de 1989 a 2008, que será suficiente para obtener una buena precisión en el estudio.

Como características termométricas básicas de esta zona y para las diferentes estaciones del año, cabe destacar:

- Inviernos: Largos y con frecuentes heladas que pueden superar con facilidad los 0°C, las temperaturas medias son menores de 10° C de Noviembre a Marzo.

- Primaveras: Irregulares pero bastante templadas, aunque con muchas oscilaciones de temperaturas, las temperaturas medias oscilan entre 10 y 15° C y las máximas pueden superar los 30° C en Abril y Mayo. Destacar que las heladas primaverales las podemos encontrar hasta las primeras semanas de Mayo.

- Veranos: Muy calurosos y secos de Mayo a Septiembre, las temperaturas medias fácilmente superan los 25° C. Se pueden llegar a temperaturas de 35 - 40° C.

### RESUMEN DE LAS TEMPERATURAS (°C)

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MEDIA
<b>tmm</b>	4,9	6,9	10,7	12,7	17,6	21,7	24,2	24	19,2	14,5	8,5	5,9	<b>14,2</b>
<b>Tm</b>	9,7	12,5	17,1	19,2	23,8	28,6	31,6	30,7	24,8	20	13,5	9,3	<b>20</b>
<b>tm</b>	0,7	1,2	3,9	6,8	11	15	17,1	16,9	13,2	9,5	3,9	1,4	<b>8,4</b>
<b>TMa</b>	15,9	17,5	23,5	25,6	30,7	35,1	36,6	35,9	30,7	25,4	19,4	16,1	<b>26</b>
<b>tma</b>	-4,7	-4,2	-2	1,9	4,5	9,2	12,4	12,5	8,2	3,8	-1,5	-4,5	<b>2,8</b>

- tmm: temperatura media mensual
- Tm: temperatura media máxima
- tm: temperatura media mínima
- TMa: temperatura máxima absoluta
- tma: temperatura mínima absoluta

**HUMEDAD RELATIVA (%)**

<b>MES</b>	<b>MÍNIMA</b>	<b>MEDIA</b>	<b>MÁXIMA</b>
<b>Enero</b>	68,4	78,9	83,4
<b>Febrero</b>	61	69,9	81,7
<b>Marzo</b>	48,5	62,1	76,5
<b>Abril</b>	50,3	58,9	77,1
<b>Mayo</b>	47,2	55,7	75,9
<b>Junio</b>	40,7	49,2	70,3
<b>Julio</b>	37,4	48	66,3
<b>Agosto</b>	38,3	50,9	67,9
<b>Septiembre</b>	44,1	58,5	75,3
<b>Octubre</b>	57,1	68,4	80,3
<b>Noviembre</b>	68,1	77,3	84,7
<b>Diciembre</b>	71,8	82	86,5

**2. AISLAMIENTO****2.1. Características del material aislante**

Una de las cosas más importante en una nave destina a pollos broilers es el aislante, ya que una buena refrigeración y ventilación depende de él. Si la nave esta mal aislada tendremos muchos problemas en el manejo y perderemos mucho dinero en calefacción innecesariamente.

Por eso es imprescindible que la nave este bien aislada, y para ello hay que elegir el material correcto para su instalación.

Hay que tener en cuenta varios factores antes de elegir un aislante:

- Bajo coeficiente de conductividad: Tiene que tener una alta resistencia al paso del calor y del frío ya que se trata de dos factores inversos.

- Alta resistencia a la humedad: Un material aislante que tenga un cierto poder de absorción de humedad habrá perdido una parte importante de su valor aislante con el tiempo.

- Incombustibilidad: Las diferencias al respecto entre los distintos materiales aislantes son muy considerables, habiendo 5 categorías distintas según la norma UNE

23727 a efectos de su reacción al fuego, desde M0 (incombustibles) hasta M4 (fácilmente inflamables).

- Resistencia a roedores e insectos: Su destrucción física lleva consigo una pérdida importante de sus propiedades aislantes. Los vectores de esta destrucción pueden ser ratones que realizan sus nidos en el aislamiento o coleópteros que viven en la yacija y cuando esta es retirada suben a las paredes.

- Bajo peso y alta resistencia mecánica: Es importante en aislantes a placas, donde la luz entre sus apoyos no debe ser grande debido a problemas de pandeo.

- Facilidad de limpieza: Tiene que ver mucho con la porosidad y rugosidad del material, ya que uno rugoso albergará más polvo y será más difícil de limpiar que otro liso.

- Facilidad de colocación: Puede ser colocado en placas, mantas, proyectándolo, etc.

- Bajo coste: Aunque es obvio no debe valorarse por encima de otros.

## **2.2. Aislante elegido**

Se elegirán 2 tipos de aislante, una para los cerramientos y otro para la cubierta de las naves.

El material elegido para aislar térmicamente la cubierta es la espuma rígida de poliuretano en placas machihembradas para la cubierta, por considerarlo como el material con las mejores propiedades de aislamiento e impermeabilización para granjas y por su fácil colocación. Además posee una capa de papel de aluminio que actúa como barrera de vapor.

Para los cerramientos se elige la espuma de poliestireno, ya que éstos serán prefabricados e incluirán entre el hormigón una capa de 5 cm de grosor de poliestireno, que impedirá el ataque de insectos a dicho material.

## **2.3. Cálculo del aislante**

### Cerramientos:

Al ser los cerramientos prefabricados ya nos vienen de fabrica con un grosor

determinado de aislante en su interior, en nuestro caso son muros de 16 cm de grosor con 5 cm de poliestireno como aislante. Con estos datos calculamos el valor de K del cerramiento.

Para determinar el valor de K determinamos antes R que es la inversa de K mediante la siguiente fórmula:

$$R = 1/a_e + e_1 / l_1 + e_2 / l_2 + 1 / a_i$$

Siendo:

- $a_i$  y  $a_e$ : coeficientes de convección debidos al aire en contacto con las superficies interior y exterior del muro respectivamente.
- $a_i$ : 7 Kcal /h °C m<sup>2</sup>
- $a_e$ : 20 Kcal /h °C m<sup>2</sup>
- $e_x$ : espesor de los distintos materiales que componen el muro, medido en m
- $l_x$ : coeficiente de conductibilidad de los diferentes materiales
- 1 hormigón armado = 0,63 Kcal /h °C m<sup>2</sup>
- 1 poliestireno = 0,027 Kcal /h °C m<sup>2</sup>

$$R = 1/20 + 0,05/0,027 + 0,11/0,63 + 1/7 = 2,219 \text{ h } ^\circ\text{C m}^2 / \text{Kcal}$$

$$K = 1/R = 1 / 2,219 = \mathbf{0,45 \text{ Kcal /h } ^\circ\text{C m}^2}$$

Según la bibliografía consultada nos dice que un buen cerramiento debe tener una K de entre 0,4 y 0,7 con lo que estamos dentro del margen.

#### Cubierta:

El aislamiento que adoptamos para la cubierta es poliuretano en placas protegido por una lámina de aluminio, que impedirá que se acumule la suciedad y que sea estropeado por insectos o ratones, para calcular el espesor necesario necesitaremos conocer la K de la cubierta.

La bibliografía consultada habla de que el valor de K para una cubierta bien aislada tiene que estar entre 0,4 y 0,5 preferentemente y nunca sobrepasar el valor de 0,7; con lo que adoptamos para nuestra cubierta el valor de 0,45 y así sacamos el espesor de poliuretano a colocar.

$$R = 1/a_e + e_1 / l_1 + e_2 / l_2 + 1 / a_i$$

- $e_1$ : espesor del fibrocemento granonda = 0,005 m.
- $e_2$  : espesor del poliuretano a implantar en m
- Coeficientes de conductividad:
- $l_{\text{fibrocemento}} = 0,65 \text{ Kcal /h } ^\circ\text{C m}^2$
- $l_{\text{poliuretano}} = 0,019 \text{ Kcal /h } ^\circ\text{C m}^2$

$$2,22 = 1/20 + 0,005/ 0,65 + e_2 /0,019 + 1/7$$

Espesor del poliuretano ( $e_2$ ) = 0,038 m  $\approx$  **40 mm**

Si el espesor son 4 cm, tendremos una  $K = 0,433$ .

La superficie de la cubierta que también necesitaremos para perdidas de calor será de  $1462 \text{ m}^2$  en cada nave, contando con la pendiente del 30% de la misma.

### 3. VENTILACIÓN

#### 3.1. Objetivos de la ventilación

El llevar a cabo un equilibrio térmico-dinámico en el interior de la nave es uno de los objetivos que se persigue con la ventilación (junto con la calefacción).

Mediante la ventilación, vamos a conseguir controlar el ambiente en el interior de la nave controlando los denominados factores de control de las aves, como son:

1. Control de la temperatura
2. Control de la humedad
3. Control del dióxido de carbono
4. Control del amoniaco
5. Control del polvo

De antemano, hay que advertir de la complejidad del problema, si se intenta resolver de una forma perfecta, puesto que la interacción entre los distintos factores hace que al modificar uno de ellos, se altere uno u otros.

Así por ejemplo, incrementando la ventilación, bajarán los niveles de humedad y amoniaco que es lo que pretendíamos, pero consecuentemente también bajará la temperatura. Esto es algo que el avicultor experimentado conoce, pero que aún así en muchos casos se le escapa de las manos.

Por eso en esta explotación se recurre a la utilización de un autómata que coordine ventilación y calefacción para dar la mejor solución a cada uno de los casos.

A continuación se dará una idea de las maneras de las que disponemos para actuar sobre los factores de confort antes enumerados.

### **3.2. Control de la temperatura**

En toda la granja, las fuentes de calor de que se puede disponer son las siguientes:

Las propias aves mediante su emisión permanente de un calor sensible, principalmente por la radiación y convección. Generalmente es el único medio con que se cuenta en el caso de pollos en edad adulta.

El calor solar que pueda entrar en la nave, bien de forma directa por las ventanas o por los muros y tejado. Su importancia es pequeña puesto que la nave se encuentra aislada por muros y tejado.

Los aparatos de calefacción (pantallas a gas propano) que se tengan en funcionamiento, en el caso de los pollitos a fin de compensar su baja producción de calor en las primeras semanas de vida.

Dejando para más adelante el caso del verano, lo fundamental es procurar depender lo menos posible de la climatología del lugar, ya que así se podrán dominar mejor las condiciones del medio ambiente interior.

Esto significa que para rentabilizar los costes generados por la ventilación artificial y los de calefacción principalmente, se hace indispensable contar con un buen aislamiento térmico que mantenga lo mejor posible las condiciones interiores de la nave, en definitiva, el calor de las aves.

Por lo tanto, sin un buen material aislante, es prácticamente imposible ventilar bien, y a la larga, el balance de lo que se haya podido ahorrar contra los perjuicios ocasionados a las aves saldrá totalmente negativo para el avicultor.

Además, permite ahorrar mucho en calefacción, como veremos más adelante, amortizándose en pocos años.

De esta forma, minimizando el calor solar y manteniendo lo producido dentro de la nave, por las aves y la calefacción, nos hallaremos en la mejor situación posible para mantener una temperatura adecuada en la misma.

Para el control de esta temperatura se requiere, además, contar con la ventilación más adecuada al lugar y al tipo de ave y/o explotación.

Como veremos también en su momento, esta ventilación debe poder ajustarse con facilidad a fin de aumentarla o reducirla según las condiciones cambiantes del día, con lo cual complementaremos la acción del aislamiento.

Ambos aspectos, aislamiento y ventilación, son materia fundamental para las crías de verano, en cuyo momento la preocupación es el mantenimiento de la temperatura más baja posible en el interior de la nave.

<b>Evolución de las necesidades ambientales</b>										
DIAS	Temperaturas óptimas, °C			Emplume	H.R., %	Ventilación, m <sup>3</sup> /h/Kg			Luz: Horas, Wt/m <sup>2</sup>	
	Calefac. central	Bajo focos	Resto nave			Min INV	Max VER	Max VER *		
0 - 3	31 - 33	38	> 28	Plumón	70	---	---	---	24	3
3 - 7	30 - 32	35	28	Plumón + Alas	70	0,3	1	1	18	2
7 - 14	29 - 31	32	28	Plumón + Alas	70	0,5	2	2	18	2
14 - 21	26 - 28	29	28	Alas + Dorso	60	0,6	2	2	18	1,5
21 - 28	24 - 26	27	22-28	Alas + Dorso	60	0,7	3	3	18	1
				+ Pechuga						
28 - 35	23 - 25	24	21-22		60	0,9	4	4	18	0,5
35 - 42	20 - 22		18-21		50	1,0	5	6	18	0,5
42 - 49	19 - 21		18-21		50	1,5	6	8	18	1
49 - 56	19 - 21		18-21		50	1,5	6	8	18	1

\* HR > 50%

*Aumentar ventilación 10-20% en alta densidad, ventiladores defectuosos, etc  
Necesidades máximas en verano + 10-30% si aislamiento es deficiente*

### 3.3. Control de la humedad

Este control se lleva a cabo actuando sobre tres factores como son:

1- El ajuste de la ventilación de acuerdo con la edad de las aves, las dimensiones de la nave, el gradiente térmico que suponga el tener las aves a unas determinadas

condiciones en relación con el exterior,...

2- El mantenimiento de una buena yacija que consiga ser y estar lo más absorbente posible, de forma que no se produzcan cortezas de humedad, ni que ésta pueda mojar al animal, pues de ésta forma se podría provocar la proliferación de hongos en la cama, con los consecuentes problemas que acarrearían.

3- La elección y el manejo de los bebederos, a fin de trabajar con un tipo a prueba de derrames y cuya regulación en altura y caudal también contribuye a evitarlos.

### **3.4. Control del dióxido de carbono**

Se lleva a cabo por medio de la ventilación, encargada simultáneamente de aportar la cantidad precisa de oxígeno para las aves y de eliminar este gas como producto de su respiración.

El CO<sub>2</sub> es un gas inodoro y más denso que el aire, por lo que en locales muy mal ventilados tiende a acumularse en las capas de aire más bajas. No es un gas tóxico por si mismo para las aves, por lo que el peligro que entrañan las altas concentraciones del mismo en el ambiente de la granja radica en la cantidad de oxígeno que desplaza en un volumen determinado de aire.

Sin embargo, el caudal de ventilación necesario para realizar éste intercambio gaseoso es muy inferior que el que, en la práctica se requiere para eliminar la humedad producida por las aves y el amoníaco formado en el interior de la nave.

Así para mantener un nivel de CO<sub>2</sub> inferior al 1 %, bastaría con ventilar la ridícula cantidad de 0,015 litros/minuto y kg de PV, cantidad que como se verá en los cálculos de ventilación, está muy por debajo de lo que se requiere para mantener una humedad correcta, e insignificante si tratamos el caudal de aire necesario para mantener una buena temperatura en verano.

Por tanto puede concluirse que el control de este gas no debe suponer una preocupación para el avicultor.

### **3.5. Control del amoníaco**

Es el gas contaminante más importante de los gallineros, pudiendo llegar a causar problemas más o menos serios, lo que está en dependencia de su concentración en la atmósfera de éstos y del tiempo de exposición de las aves.

El  $\text{NH}_3$  proviene de la descomposición de las deyecciones de las aves, cuyo nitrógeno se combina con la humedad del medio para formar este gas y siendo esta reacción directamente proporcional a la cantidad de agua contenida en la yacija. Cuando la yacija supera una humedad relativa del 35% comienza la liberación del amoníaco.

El amoníaco es un gas incoloro, de olor fuerte e irritante para las mucosas. Es más ligero que el aire, por lo que al desprenderse de las deyecciones tiende a subir, aunque en las granjas su concentración máxima se encuentra en los niveles bajos ya que el que se eleva se diluye gracias a la ventilación.

Los factores que intervienen en un aumento de la concentración de  $\text{NH}_3$  son muy numerosos pudiendo citar:

- Una ventilación insuficiente para retirar lo que se está produciendo continuamente.
- Una elevada humedad ambiental en la nave que favorece el deterioro de la yacija según el tiempo que esté actuando.
- Las altas densidades de población, hecho muy frecuente en la cría de broilers.
- Todo proceso entérico que, incrementando el consumo de agua, favorezca las diarreas, con lo que la yacija se humedece más rápidamente.
- Los derrames de agua de los bebederos, ocasionando, como mínimo, zonas de yacija húmeda alrededor suyo, con una alta producción de amoníaco.
- La colocación de una capa insuficiente de yacija.

Por lo tanto, la mejor prevención para evitar un aumento de la concentración de amoníaco en una granja debe consistir en vigilar todos estos aspectos y, muy en particular, el primero de ellos.

Como vemos el nivel de ventilación que se requeriría en una granja para cubrir simplemente las necesidades fisiológicas de las aves es muy inferior que lo que se requiere para retirar la humedad producida por las aves y evitar una alta concentración de amoníaco, lo que significa que son éstos, y no el aporte de oxígeno, los factores limitantes de la ventilación.

Este nivel de ventilación debe permitir que el nivel de amoníaco no supere en ningún momento las 20-25 ppm que se recomienda como nivel superior. A partir de

éstas concentraciones, los daños producidos, se manifiestan por la inapetencia de los animales y por una mayor sensibilidad a las enfermedades respiratorias, que en definitiva se traduce en una menor productividad.

Estos efectos nocivos se incrementan con la presencia de polvo en suspensión y fundamentalmente de vapor de agua condensado, pues en éste caso, el amoníaco disuelto es oxidado a nitrato, al condensarse en contacto con las superficies frías: los efectos de la ingestión de agua con nitritos o bien con nitratos es letal para las aves.

### **3.6. Control del polvo**

Aunque no tenga la importancia de los gases antes estudiados, se trata de un contaminante de las granjas, su procedencia es muy variada:

- Las mismas aves, como consecuencia de la caspa procedente de los folículos de las plumas, así como escamas y piel.

- El pienso, cuyas partículas más finas, especialmente si se trata de harina, tienden a flotar en el aire de la granja.

- La yacija, con las deyecciones acumuladas sobre ella, especialmente si se trata de un material muy seco y polvoriento.

La humedad y la ventilación tienen una enorme importancia en la cantidad de polvo presente en un gallinero, en cuanto a la primera, cuanto más baja sea mayor es el número de partículas de polvo en la nave. En cuanto a la ventilación, el movimiento del aire no favorece la acumulación de polvo, de lo que se deduce que todo lo que sea cerrar más una nave hará que éste aumente.

En cuanto a los peligros del polvo, recordemos que, aparte de su incomodidad para el hombre, lo es también para las aves por irritar sus vías respiratorias, disminuyendo su resistencia a las enfermedades que afectan a este aparato, y sirviendo de vector de numerosas enfermedades y organismos patógenos.

Desde el punto de vista mecánico, la acumulación de polvo interfiere en la eficacia de la ventilación, pudiendo llegar a obstruir casi algunas telas metálicas, afectando a la velocidad de los ventiladores al depositarse en las palas de éstos.

### **3.7. Diseño de la instalación**

Para diseñar un sistema de ventilación que nos permita actuar sobre los factores de confort antes mencionados, modificándolos según los requerimientos de la crianza, vamos a tener en cuenta los siguientes aspectos.

- Esquema de flujos de ventilación en la nave
- Cálculo y diseño de las entradas de aire
- Sistemas de control de funcionamiento
- Sistemas de emergencia

#### Esquemas de ventilación:

Para empezar diremos que existe ventilación natural, y ventilación forzada, como nuestra explotación va a ser en sistema forzado, vamos a hacer un esquema de los posibles sistemas de ventilación forzada, en función a la disposición de los ventiladores y de las entradas de aire, que en definitiva repercutirán de diversas formas sobre los objetivos que antes nos marcábamos con la ventilación. Así tenemos:

#### A) SISTEMAS DE INYECCIÓN:

- Por la cubierta, con salida de aire por los costados
- Por los costados, con salida de aire por los mismos
- Por canalizaciones especiales

#### B) SISTEMAS DE EXTRACCIÓN:

- Por la cubierta, con entrada de aire por los costados
- Por los costados, con entrada de aire por la cubierta
- Por un costado, con entrada por el lado opuesto
- Por un extremo de la nave, con entrada de aire por el opuesto

#### C) SISTEMAS REVERSIBLES:

- Con inyección o extracción según la época del año

#### D) SISTEMAS DE PRESIÓN CONSTANTE:

- Con inyección y extracción de forma simultanea

Los sistemas de inyección de aire, también llamados de "presión positiva" o "sobrepresión", basados en la entrada forzada de aire en la nave, tienen la ventaja de

poder actuar sobre éste, controlando la calidad del mismo (a base de filtrarlo, calentarlo, humedecerlo, etc.)

Sin embargo, tienen el problema de las posibles condensaciones sobre la estructura a causa de la tendencia del aire húmedo interior a buscar su salida hacia el exterior. Además, necesita de unos ventiladores de tipo centrífugo o axial de mayor gasto, por lo que es un sistema poco utilizado en avicultura.

El sistema de ventilación por extracción de aire o "de depresión", es el más utilizado en las explotaciones avícolas.

Al crear un vacío en el interior de la nave, el aire es fácilmente controlable, y a diferencia del sistema anterior, no se producen excesivas corrientes de aire en el interior de la nave, que en cambio sí se crean cuando inyectamos aire, sobre todo en las proximidades de los ventiladores.

El tercer sistema de ventilación "reversible" consistiría en una serie de ventiladores trifásicos, o bien monofásicos a los que se les da la vuelta, según la época del año en la que interese inyectar o extraer aire. Es un sistema poco implantado en las explotaciones avícolas.

Por último están los "sistemas de presión constante", que inyectan y extraen a la vez. Raramente se utilizan, debido a que es necesario el doble de ventiladores, para hacer la misma función que si se tuviesen la mitad.

#### Requisitos de la ventilación:

Todo buen sistema de ventilación, sea cual sea, debe cubrir los 3 siguientes objetivos básicos:

1. Uniformidad en el reparto de aire
2. Correcta velocidad del aire a nivel de las aves
3. Versatilidad de ajuste a las condiciones climáticas

1. La uniformidad significa que el aire a renovar en la granja se reparta por igual por todas las zonas de la misma, en las cuales, en contrapartida, debe existir la misma mínima concentración de gases perjudiciales y de humedad.

Esto implica la evitación de las llamadas "zonas muertas", que pueden ser tanto en el sentido superficial de la nave como en el vertical. Un ejemplo de lo primero son aquellas granjas de gran longitud que, por exigencias del terreno, tienen un extremo

situado al lado de un talud y por cuyas ventanas, entra una cantidad menor de aire que por el otro. Y un ejemplo de la buena uniformidad que debe existir en lo vertical son las naves con baterías de múltiples pisos.

Una buena uniformidad es independiente del caudal de ventilación, el cual puede ser correcto, mientras que ésta no. Por eso en naves de ambiente controlado se necesita un estudio minucioso de las entradas de aire, colocación de ventiladores, y velocidad de los mismos.

2. Una correcta velocidad del aire sobre las aves implica la conveniencia de evitar las llamadas "corrientes de aire".

Como se puede entender, el concepto de velocidad es muy elástico ya que sus efectos dependen de la temperatura ambiente, de la edad de las aves... Se puede comprender como el pollito pequeño, de menos de 10-15 días, provisto solo de plumón y que no ha llegado todavía a una situación de homeotermia, el efecto de una velocidad demasiado elevada de aire tiene que producir un enfriamiento proporcional a dicha velocidad. Por eso en pollitos pequeños se recomiendan velocidades de 0,16 - 0,25 m/s.

En cambio, en el pollo ya crecido o en las aves adultas, un aumento de la velocidad del aire facilita un incremento del intercambio de calor que, por convección, tiene lugar entre la superficie corporal y el medio ambiente más inmediato, ejerciéndole un efecto refrescante, por ello se pueden alcanzar de 2,5 a 3,33 m/s en aves adultas.

3. Adecuada versatilidad a los cambios climatológicos, significa la necesidad de adaptar los caudales y hasta la forma de ventilar un gallinero en dependencia de la temperatura exterior, de los efectos del viento, etc.

En las naves de ambiente controlado es en donde todo ello se halla más perfeccionado ya que, mediante termostatos o termistores por una parte y ventiladores de velocidad regulable o bien conectados por grupos por otra, el control del medio ambiente se puede llevar a cabo de forma casi perfecta.

En tales casos el ajuste de la ventilación suele comprender tanto el caudal de aire como el sentido del flujo de éste, variando tanto una cosa como la otra en función de lo que requieran las aves (por su edad, peso, etc.) y de las condiciones climatológicas (día o noche, invierno o verano), todo esto regulado por un ordenador.

#### Tipo de ventilación elegido:

De todos los sistemas de ventilación descritos, el elegido para la nave del proyecto

es un sistema de depresión o extracción de aire por un costado, con entrada de aire por el contrario, comúnmente llamado sistema de ventilación cruzada.

Se trata de un sistema ya clásico en avicultura, pero sin lugar a dudas uno de los más eficaces, si se hace un buen diseño de lo que van a ser entradas de aire y elección de los ventiladores, así como su distribución, aspectos que se detallarán a continuación.

### 3.8. Tipos y características de los ventiladores

- *Ventiladores centrifugos:* son aquellos en los que la salida del aire es perpendicular al eje. Debido a las altas presiones que consiguen, en la práctica no tienen uso en avicultura, además son muy ruidosos.

- *Ventiladores axiales:* son los considerados de media presión, siendo en ellos la salida del aire, al igual que en los helicoidales, paralela a su eje. Suelen tener transmisión directa, con muchas y estrechas palas y a veces ajustables en ángulo.

- *Ventiladores helicoidales:* han sólido considerarse de baja presión ya que son diseñados para mover pequeños caudales. Suelen tener tres o cuatro palas, las cuales no son ajustables, y pueden tener transmisión directa o mediante polea. Aspectos fundamentales que identifican a un ventilador:

#### El caudal:

Es obvio que el primer aspecto a tener en cuenta sea el caudal, ya que hay que adquirir el número de ventiladores que, multiplicado por la potencia de cada uno, nos proporcione el volumen total de ventilación requerido en la nave en pleno verano. Sin embargo, el aportar de un 10 a un 20 % más para cubrir cualquier eventualidad (un aparato estropeado, un día anormalmente caluroso) puede ser muy recomendable.

#### La presión estática:

En lo que se refiere al concepto de la "presión estática", conviene explicar el concepto de resistencia del aire. Para hacernos una idea, en un local con grandes ventanales abiertos en un costado y unos ventiladores en marcha en el opuesto: al no hallar éstos ninguna resistencia, trabajarán sin restricciones y sin crear ningún vacío perceptible en la nave, es decir, bajo lo que se conoce como presión estática nula o a "descarga libre".

El diámetro del aparato:

Un diámetro mayor dará más caudal de aire por hora, pero con el inconveniente de que las corrientes de aire serán más pronunciadas y la distribución de aire será menos uniforme a lo largo de la nave.

Por otro lado, el colocar ventiladores de mayor diámetro abaratará la instalación, puesto que el número de aparatos será menor.

El motor del ventilador:

Un motor trifásico, tiene la ventaja que puede ser reversible, esto es, cambiando las fases del motor, permite cambiar el sentido de giro de las aspas, pudiendo utilizarse tanto para inyectar como para extraer aire de la nave. En nuestra nave con ventilación cruzada no tiene ningún sentido.

El inconveniente que tienen, consiste en que para ser regulados electrónicamente necesitan un regulador de frecuencia de funcionamiento que es un accesorio muy caro. Sin esto, siempre van a funcionar a su régimen máximo.

Los caudales de aire que ofrecen dependen exclusivamente del diámetro de las aspas que se instalen y la potencia del motor. Generalmente ofrecen caudales desde los 15.000 hasta los 48.000 m<sup>3</sup>/h, con aspas que van desde los 90 cm hasta los 130 cm y potencias que oscilan entre 0,5 y 2 CV.

El inconveniente principal de los ventiladores con motor trifásico radica en que, a pesar de ser muy útiles en las crías de verano, cuando las aves ya son adultas, son muy problemáticos en crías de invierno, cuando lo único que se busca es una renovación mínima.

Los motores monofásicos intentan evitar muchos de éstos inconvenientes. Son muy interesantes de cara fundamentalmente al manejo, puesto que ofrecen la posibilidad de ser regulados en cuanto a caudal mediante el regulador, al modificar éste el número de revoluciones del motor.

Los ventiladores monofásicos más comunes que hay en el mercado, ofrecen según el modelo, caudales que oscilan entre los 4.000 y los 12.000 m<sup>3</sup>/h, para unas aspas que van entre 50 y 75 cm y potencia en sus motores variable entre 150 y 500 W.

El inconveniente que presentan, es que al ser aparatos de pequeño diámetro, su caudal de aire es menor que los ventiladores de mayor diámetro (trifásicos), con lo cual

se necesitan más número de ventiladores monofásicos para conseguir el mismo volumen de ventilación con el consiguiente encarecimiento.

Una vez indicadas estas características técnicas de los ventiladores, se deberá elegir que tipo de ventilador se elige, en función del tipo de ventilación que se persiga para conseguir un determinado número de renovaciones de aire por hora (como se verá más adelante), así como asegurar una eficaz ventilación en las crías de verano.

Colocar ambos tipos de ventiladores, en lo que sería un sistema mixto: ventiladores monofásicos regulables en caudal, junto con ventiladores trifásicos de mayor diámetro como apoyo en las crías de verano.

### **3.9. Ventiladores elegidos**

El sistema elegido para el proyecto que nos ocupa, es el tercero antes mencionado, a base de un sistema mixto de ventiladores trifásicos y monofásicos.

Los aparatos elegidos son:

- Ventiladores trifásicos de caudal máximo 38.000 m<sup>3</sup>/h y potencia 1 CV
- Ventiladores monofásicos de caudal máximo 12.000 m<sup>3</sup>/h y potencia 0,75 CV

Para evitar pérdidas de calor a través de las aberturas de los ventiladores cuando éstos no estén en funcionamiento, se dispondrán de unas "persianas de sobrepresión" lo suficientemente eficaces que garanticen además un óptimo rendimiento del ventilador.

### **3.10. Necesidades de ventiladores**

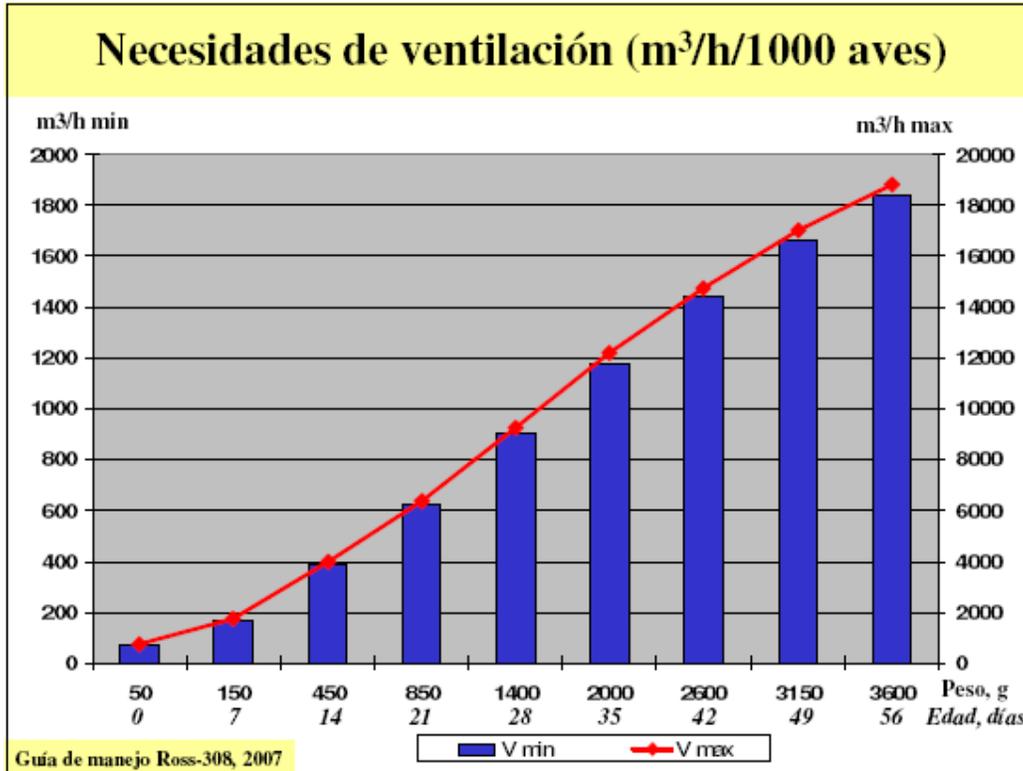
El número de aparatos que se instalen, irán en función de la cantidad de aire que será necesario extraer para un número determinado de renovaciones de aire por hora.

Para estas necesidades de ventilación influyen tanto las temperaturas exteriores como el peso del animal. Así con temperaturas exteriores bajas, habrá que ventilar el mínimo causado por necesidades de confort, para eliminar amoníaco y humedad.

Se tendrá en cuenta para el cálculo del número de ventiladores, las condiciones más desfavorables, estos es, las crías de verano con los animales en estado adulto.

A continuación se presenta una gráfica de las necesidades de ventilación a lo largo de toda la crianza según el peso del animal. Las barras azules indican la

ventilación mínima, que se daría en invierno y se mide en el eje de la izquierda, y los puntos rojos indican la ventilación máxima medida en el eje de la derecha y que se daría en verano. Estos datos están referidos a 1000 animales, por lo que habrá que dividirlos para mil y para el peso de los animales según en qué semana de la crianza estemos.



En el caso más desfavorable, a las 7 semanas (49 días) la ventilación máxima será de 17.000 m³/100 aves y h, que equivale a unos 5,5 m³/kg PV y h.

Puesto que las dimensiones de cada nave son de 1.400 m², con una densidad de 18 aves/m², las necesidades de ventilación en la época más desfavorable será:

$$18 \text{ aves /m}^2 \cdot 1.400 \text{ m}^2 \cdot 5,5 \text{ m}^3/\text{h y kg PV} \cdot 3,15 \text{ kg PV} = \mathbf{436.590 \text{ m}^3/\text{h}}$$

Este volumen a renovar lo tenemos que conseguir entre ventiladores trifásicos de 38.000 m³/h y ventiladores monofásicos 12.000 m³/h, y éstos los distribuiremos de forma uniforme para que así también lo sea la ventilación.

Colocaremos por cada nave:

**9 ventiladores trifásicos** que renovarán:  $38.000 \text{ m}^3/\text{h} \cdot 9 = 342.000 \text{ m}^3/\text{h}$

**9 ventiladores monofásicos** que renovarán:  $12.000 \text{ m}^3/\text{h} \cdot 9 = 108.000 \text{ m}^3/\text{h}$

**Total: 450.000 m<sup>3</sup>/h**

Como  $450.000 \text{ m}^3/\text{h} > 436.590 \text{ m}^3/\text{h}$ , el planteamiento efectuado es algo superior pero parece el más correcto a la hora de mejorar así la homogeneidad de la ventilación. La disposición de los ventiladores en los distintos pórticos se vera en el plano de alzados correspondiente.

La decisión de disponer tanto de ventiladores monofásicos como trifásicos se ha realizado pensando en las grandes diferencias de temperaturas que se dan entre el invierno y el verano, cambiando así sustancialmente los volúmenes de ventilación.

Así en invierno o cuando las temperaturas sean bajas funcionaremos con los ventiladores monofásicos regulables, y en verano se sumaran los grandes extractores trifásicos. Con todo esto conseguimos disminuir gastos de instalación (ya que si todos los ventiladores hubieran sido monofásicos hubiéramos necesitado más) y de consumo eléctrico, ya que los trifásicos tienen un rendimiento mayor.

Todo este complejo planteamiento irá gobernado por un autómata que leerá mediante sondas temperaturas interiores y exteriores, así como humedades relativas, y todo esto irá unido con el sistema de refrigeración y el de calefacción, así como con las ventanas.

### **3.11. Cálculo de las entradas de aire**

Tan importante como hacer una buena elección de los ventiladores, es conseguir un diseño óptimo de las entradas de aire.

Así para obtener una eficaz ventilación, se va a tener que jugar con dos factores igual de importantes que son:

- Caudal de ventilación
- Velocidad del aire

En cuanto al caudal de ventilación, ya se han calculado las necesidades máximas para una crianza de verano con pollos de 7 semanas de vida.

Con respecto a la velocidad ya vimos que ésta podía variar entre los 0,16 - 0,25

m/s de la primera semana de vida y los 3,33 m/s cuando son adultos, por eso podemos calcular la superficie necesaria de ventanas, para la época de verano, tanto en la primer día como en la séptima semana de vida.

Primer día

Caudal de ventilación:

$$Q = 18 \text{ aves/m}^2 \cdot 1.400 \text{ m}^2 \cdot 5,5 \text{ m}^3/\text{h kg PV} \cdot 0,042 \text{ kg} = 5.821 \text{ m}^3/\text{h}$$

Velocidad:

$$v = 0,25 \text{ m/s}$$

Superficie:

$$S = \frac{Q}{v} = \frac{5.821}{0,25 \cdot 3600} = 6,5 \text{ m}^2$$

Séptima semana

Caudal de ventilación:

$$Q = 18 \text{ aves/m}^2 \cdot 1.400 \text{ m}^2 \cdot 5,5 \text{ m}^3/\text{h kg PV} \cdot 3,150 \text{ kg} = 436.590 \text{ m}^3/\text{h}$$

Cogemos el máximo caudal que pueden extraer los ventiladores que es mayor que el que necesitan las aves para su confort, y de esta manera se podrá utilizar en caso extraordinario todo el potencial de los mismos:

$$Q = 45.000 \text{ m}^3/\text{h}$$

Velocidad:

$$v = 3,33 \text{ m/s}$$

Superficie:

$$S = \frac{Q}{v} = \frac{450.000}{3,33 \cdot 3600} = 37,5 \text{ m}^2$$

Por tanto con una superficie de 37,5 m<sup>2</sup> habría suficiente para ventilar, no obstante, y adoptando un margen de seguridad importante, y puesto que el hecho de ampliar la superficie de ventanas no encarecerá significativamente el precio final de la obra, se ha considerado apropiado destinar a ventanas para la entrada del aire una superficie de 40 m<sup>2</sup>, las ventanas serán de 2 m de longitud por 1 m de altura, habrá una ventana por pórtico y estarán 1,5 m separadas del pilar. Las ventanas están fabricadas de poliéster, además hay una malla para evitar la entrada de animales.

Estas ventanas irán también gobernadas por el autómata, que conforme sean los caudales de ventilación a evacuar abrirá más o menos las ventanas a través de un motorreductor. El autómata se gobernará además con dos sondas de temperatura que habrá a la entrada de aire.

Las ventanas irán colocadas en el lado opuesto al de los ventiladores, y tendrá un sistema de elevación mediante un motorreductor que actúa sobre una sirga principal de 3 mm de diámetro a la que irá unida cada ventana, montada ésta sobre cada una de las poleas de plástico de las ventanas.

### **3.12. Sistemas de emergencia**

Al decantamos por un sistema de ventilación forzado, en el cual los mecanismos de apertura y cierre de las ventanas, así como del sistema de refrigeración (que a continuación se detallará) funcionan automáticamente, resulta imprescindible el disponer de algún mecanismo que ante los cortes imprevistos del suministro eléctrico, sobre todo en las situaciones críticas del verano ante un golpe de calor, permitan restablecer la situación rápidamente, evitando así lo que sería un desastre para la crianza.

Es por esto, que para éste proyecto, y dado que todo el sistema de funcionamiento en general de la nave es automático, se ha optado por colocar un grupo electrógeno, capaz de generar una potencia simultánea suficiente (ver anejo de electricidad) para restablecer la situación general de la nave en caso de imprevisto.

Se instala un grupo electrógeno fijo de motor diesel, colocado en el interior del almacén, capaz de suministrar una corriente alterna de 80 KW.

Dicho grupo electrógeno deberá hallarse permanentemente a punto disponiendo de un mantenimiento adecuado, de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.

## **4. REFRIGERACIÓN**

### **4.1. Generalidades.**

Uno de los aspectos que distinguen a la avicultura Española de la de muchos otros países europeos, es la problemática que tienen planteada frente al calor del verano.

Ya se ha tratado el tema de la temperatura como uno de los "factores de confort", sin duda el factor más importante a controlar en la crías de verano, pues de él se deriva el llamado "estrés térmico", que repercutirá notablemente en los índices de transformación, puesto que con las altas temperaturas, la ingesta de pienso de las aves es sustancialmente menor.

Desde un punto de vista puramente anatómico, las aves tienen un sistema termorregulador que les ayuda a mantener un funcionamiento óptimo de las funciones fisiológicas de las aves en cada una de las etapas de su crecimiento, con lo que el calor producido por ellos debe equilibrarse con el perdido y viceversa.

Las aves parecen mejor adaptadas a conservar su calor corporal, gracias al poder aislante de las plumas, que a perderlo puesto que en estado adulto, las plumas se encuentran formadas por una capa interior de plumón que retiene grandes cantidades de aire, y otra exterior, de verdaderas plumas, que forma una barrera muy eficaz para preservar la pérdida de éste.

En el pollito de menos de una semana de edad éstas no existen, iniciándose a partir de entonces y completándose a los 30 días (dependiendo de extirpe).

Examinando las pérdidas de calor de las aves, las podemos desglosar en cuatro:

- Por radiación a través de ondas que se disipan en el aire.
- Por convección, el aire entra en contacto con el ave, se calienta y se eleva, dejando sitio para que ocupe su lugar aire más frío. Es la fuente más importante de pérdidas de calor de las aves.
- Por conducción al entrar en contacto las patas con el suelo. Poco importante.
- Por evaporación, del vapor de agua a nivel pulmonar, esto es, mediante la respiración (hay que apuntar un dato importante, y es que las aves no tienen glándulas sudoríparas).

Esta pérdida es relativamente constante dentro de unas temperaturas moderadas, pero aumentando considerablemente al sobrepasarse los 28-30° C a causa de la necesidad de las aves por refrigerarse gracias al "jadeo".

A efectos de hacer un cálculo para llegar a un equilibrio termo-dinámico de la nave, interesa cuantificar la cantidad de calor perdido por las aves (en el caso de hablar de calefacción, porque se trata de un calor recuperable), en el caso de la refrigeración, para saber las calorías que producen las aves en estado adulto.

## **4.2. Sistemas de refrigeración**

Cabe hacer una clasificación de los recursos de que disponemos para la lucha contra el calor, que son:

### Por actuación exterior:

1. Con riego de la cubierta
2. Aumentando la reflectividad

### Por refrigeración evaporativa:

3. Mediante nebulización (alta presión o baja presión)
4. Con paneles húmedos

#### 4.2.1. Actuación exterior:

1. Mediante el riego o la aspersion de la cubierta de la nave-cebadero, se trata de cubrir la mayor parte del tejado con una fina capa de agua, que al evaporarse, reduce su temperatura y consecuentemente la del interior de la nave.

Con una buena aspersion, se puede llegar a una reducción de la temperatura interior del orden de 2-3° C, aunque con un buen aislamiento, el salto térmico que se produce es casi inexistente.

Pese a que la instalación tiene un coste reducido, el problema que plantea es el de elevado gasto de agua, considerando su escasez en época estival, sobretodo para conseguir únicamente los descensos de temperatura antes mencionados.

2. La reducción de calor mediante reflexión, se consigue mediante el encalado del tejado de la nave.

Es un sistema muy antiguo, que consigue descensos de 2-3° C, con el inconveniente de que es poco duradero, habiendo que repetir el encalado al poco tiempo.

De todas formas, el hecho de pintar las paredes de la nave de color blanco, junto con una cubierta de color rojo, y sobre todo, disponiendo de un buen aislante, hacen que las aportaciones de calor por parte de la nave, sean pequeñas.

#### 4.2.2. Refrigeración evaporativa:

Es lo más efectivo que existe en el mercado para conseguir una reducción efectiva de la temperatura.

La refrigeración evaporativa, no tiene nada que ver con el concepto de aire acondicionado, puesto que éste último, consigue una disminución de la temperatura a raíz de una disminución de la humedad ambiental.

Este sistema de disminución de la temperatura del interior de la granja mediante la refrigeración evaporativa, se consigue absorbiendo calorías del medio a partir de la vaporización de agua, basado en el principio físico de que el agua en estado líquido necesita 570 Kcal./l para pasar a vapor. Estas calorías, tiene que adquiridas del aire de la granja.

Con esta evaporación, el calor absorbido por el agua consigue enfriar el aire al mismo tiempo que aumenta el grado higrométrico del local y esto sin variar la temperatura del termómetro de "bulbo húmedo".

Así pues la eficacia de este sistema dependerá de:

- La cantidad de agua que se pueda llegar a evaporar sin mojar la yacija.
- La humedad relativa exterior que haya, y de la interior que se pueda alcanzar.
- De la distribución del aire húmedo producido en el interior de la nave.

Por consiguiente, con la refrigeración evaporativa debería poder reducirse la temperatura de la nave (la del bulbo seco), hasta alcanzarse, con el 100% de humedad

relativa, la temperatura del termómetro de bulbo húmedo.

Sin embargo, a esto no se podrá llegar nunca, además no interesa pasar de un 70-75% de humedad relativa, puesto que si es mayor, la evacuación de calor del cuerpo de los animales por transpiración y respiración disminuye mucho produciendo efectos dañinos sobre las aves.

Es difícil generalizar sobre la reducción de temperatura que se podrá conseguir con cualquier sistema de refrigeración evaporativa. A modo práctico se puede decir que disminuye 1° C por cada 5 puntos de aumento de humedad relativa.

Por lógica, en un ambiente muy húmedo, no se podrá incorporar al aire tanta cantidad de agua como en uno más seco.

Lo que ocurre es que, durante una misma jornada, ni la temperatura ni la humedad son constantes. Por lo tanto, todo estriba en la aplicación de la refrigeración evaporativa en los momentos en que la humedad relativa sea más baja, que coincide con los de temperaturas más elevadas.

#### *4.2.2.1. Nebulización evaporativa.*

Los mejores resultados se dan en las naves de ventilación forzada como la que nos atañe en este proyecto, puesto que la distribución de las partículas de agua es más rápida y completa.

Así, el montaje de las conducciones de agua se realizará lo más cerca posible de las entradas de aire, y el número de líneas irá en función de la anchura de la nave.

Hay que tener en cuenta una serie de aspectos a la hora de decantarse por un sistema de alta o baja presión:

- La calidad del agua, y más concretamente su contenido en sólidos, interesa que sea el mínimo posible, debiéndose emplear a menudo, en el caso de alta presión, filtros adecuados y productos descalcificadores.

- La presión del agua. Diferenciará entre lo que es un sistema de alta o baja presión.

- Alta presión: pulverizan agua a una presión de 45-80 atm., mediante un equipo de bomba a presión y filtros, que conducen el agua a través de conducciones de cobre, y distribuidas por medio de boquillas pulverizadoras.

- Baja presión: El equipo es similar al que se utiliza en riego por microaspersión, compuesto por un sistema hidráulico que emite caudales de entre 3-10 l/h a través de los microaspersores o nebulizadores, colocados por simple pinchazo a una tubería de polietileno de 12-16 mm.

El de baja presión es un método alternativo a la pulverización a alta presión, más barato en su instalación, pero, como es lógico, algo menos eficaz, al conseguirse tamaños de gota mayores.

Es importante considerar, antes de decantarse por un sistema de alta o baja presión, la zona donde se sitúe la explotación, desde el punto de vista de las temperaturas (medido en °C con termómetro de bulbo seco) en las crianzas de verano, puesto que al ser los sistemas de refrigeración utilizados muy pocos días al año (de ahí según que zonas), van a tener que amortizarse precisamente esos pocos días que estén en funcionamiento.

#### *4.2.2.2. Paneles húmedos.*

La base del sistema es conseguir una difusión lo más rápida posible en la nave del aire que se humedece en su paso por unos paneles de celulosa por los que se hace recircular agua.

Lo más normal es utilizarlos en sistemas de depresión, en la fachada opuesta a los extractores.

Unos factores críticos, son la velocidad del aire de entrada a través de los paneles (aproximadamente 2,5 m/s), y el rendimiento de los extractores de transmisión por correa.

En la capacidad refrigerante de los paneles influyen, factores como su tipo, superficie, grosor, limpieza, temperatura del agua...

En resumen, en comparación con la refrigeración evaporativa mediante nebulización de agua (alta presión), el sistema de refrigeración mediante paneles, tiene una serie de aspectos en pro y contra:

**1.-** Puede conseguir un enfriamiento superior de la nave en tanto la instalación esté bien concebida y el mantenimiento de los paneles sea el correcto.

2.- No se humedece la cama, como podría suceder en algunos casos con las boquillas de nebulización.

3.- El coste de la instalación con paneles es bastante superior respecto al de instalar el sistema de nebulización a alta presión (del orden de cuatro veces más), y muy por encima del de baja presión (sobre 8 veces más), sin considerar los rendimientos.

En vista de estos factores, y de la localización de la nave, se ha optado por instalar un sistema de refrigeración por nebulización a alta presión, controlado por ordenador central y con limitador de la humedad relativa mediante sondas.

#### 4.3. Dimensionado del equipo.

Para el cálculo de la refrigeración adoptamos una densidad de 18 aves /m<sup>2</sup> y quedándonos del lado de la seguridad, ya que dijimos que en las crías de verano la densidad sería de 17 aves/m<sup>2</sup>.

La UNE 100-001-85 fija unos valores para la provincia de Huesca de 29,8° C de temperatura seca y de 19,5° C de temperatura húmeda, lo que corresponde con una humedad del 40% transformándolo en el diagrama de Psicrométrico.

La temperatura deseada en el interior de la granja es de 22° C con lo que el salto térmico será:

$$S_t = 29,8 \text{ °C} - 22 \text{ °C} = 7,8 \text{ °C}$$

#### Calor total a disipar

- El calor producido por las aves (4,8 Kcal/h kg PV) que será:

$$3,150 \text{ kg/ave} \cdot 4,8 \text{ Kcal/h kg PV} \cdot 25.000 \text{ aves} = \mathbf{378.000 \text{ kcal/h}}$$

- El calor recogido por los cerramientos y cubierta debido a radiación:

$$K_{\text{cerramientos}} = 0,45 \text{ Kcal/h °C m}^2$$

$$K_{\text{cubierta}} = 0,433 \text{ Kcal/h °C m}^2$$

$$C_{\text{rad}} = (S_{\text{cubierta}} \cdot K_{\text{cubierta}} + S_{\text{cerramientos}} \cdot K_{\text{cerramientos}}) \cdot S_t =$$

$$C_{\text{rad}} = (1.462 \text{ m}^2 \cdot 0,433 + 772 \text{ m}^2 \cdot 0,45) \cdot 7,8^\circ \text{ C} = 7.647,5 \text{ Kcal/h}$$

$$C_t = 378.000 \text{ kcal/h} + 7.647,5 \text{ kcal/h} = 385.647,5 \text{ kcal/h}$$

Este calor llevará asociado un caudal de aire necesario para poderlo evacuar, que se calcula mediante la expresión:

$$Q = C_t / 0,3 \cdot St$$

Siendo:

- 0,3: el calor específico del aire
- St: el salto térmico entre dentro y fuera.

$$Q = C_t / 0,3 \cdot St = 385.647,5 / 0,3 \cdot 7,8 = 164.807 \text{ m}^3/\text{h}$$

Este valor está muy por debajo del caudal de aire que se extrae del interior de la nave para renovar el aire ( $436.590 \text{ m}^3/\text{h}$ ) tal como se ha calculado antes, en el apartado de ventilación, por lo tanto, no existen problemas en cuanto a las necesidades de ventilación a la hora de refrigerar la nave.

Ese gradiente de temperaturas de  $7,8^\circ \text{ C}$  que en teoría se produciría, no tiene una traducción real directa en la práctica, puesto que es la humedad relativa del aire es la que juega un papel determinante.

Como hemos visto la UNE determinaba para Huesca una temperatura de  $29,8^\circ \text{ C}$  para una humedad relativa del 40%; entrando con estos datos en el diagrama Psicrometrico leeremos que el contenido de agua en la atmósfera es de 10,5 gramos de agua por kilo de aire seco.

Ahora miramos cuanta agua hay en la atmósfera para la misma temperatura y una humedad del 75% (condiciones que nunca se deben superar para no causar estrés al pollo). Con estos datos en el diagrama Psicrometrico leemos 20 gramos de agua por kilo de aire seco, con lo que habrá que aportar:

$$20 \text{ g} - 10,5 \text{ g} = 9,5 \text{ gramos de agua por kg de aire seco}$$

Siendo la densidad del aire  $1,2 \text{ kg/m}^3$  hay que aportar:

$$9,5 \text{ g agua/kg aire} \cdot 1,2 \text{ kg/m}^3 = 11,4 \text{ g agua/m}^3 \text{ aire}$$

Puesto que el caudal de aire a renovar es de 436.590 m<sup>3</sup>/h para que constantemente haya una humedad del 75% habrá que aportar en forma de nebulización:

$$11,4 \text{ g/m}^3 \cdot 436.590 \text{ m}^3/\text{h} = 4.977.126 \text{ g agua/h}$$

que pasados a litros son **4.980 litros/h** de agua a nebulizar en las horas más calurosas.

El equipo de nebulización trabajando a 80 atm, sus boquillas echan 6 litros /h, con lo que serán necesarias:

$$4.980 \text{ (l/h)} / 6 \text{ (l/h boquilla)} = 830 \text{ boquillas}$$

Se instalarán dos hileras junto a las entradas de aire, una a mitad de la nave y otra más cerca de la entrada de aire, en las que se colocarán 20 boquillas por pórtico lo que significa que estarán separadas 0,25 m, estarán orientadas a favor de la entrada de aire y con una inclinación de 45°.

Al final se colocaran **800 boquillas por nave**, que se considera más que suficiente ya que los cálculos iniciales están sobredimensionados y la distribución queda mejor y más uniforme de esta manera.

Cada línea sobre la que se coloquen las salidas de agua, serán de tubo redondo de cobre de 15 mm de diámetro, a la que irán soldadas unas tres hembras donde irá roscada la boquilla, para poder sacarla para mantenimiento.

Pese a la instalación de filtros, las boquillas se suelen obturar con facilidad o bien por la cal o bien por la acumulación de diminutos limos, con lo que es frecuente que cada 2 o 3 crianzas haya que desmontar las boquillas para limpiarlas.

#### **4.4. Grupo de presión**

Se instalará un grupo de presión en cada nave de 3 pistones que trabaje en un rango de 40 a 80 atmósferas, accionado por un motor eléctrico de 800 w, además de otros elementos, como un filtro, un regulador de presión un manómetro y un amortiguador.

Dispone de un depósito de 100 litros de fibra de vidrio con una tapa encima y boya que asegura el suministro.

# **ANEJO 7**

## **Calefacción**

## ÍNDICE

<b>1. INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN.....</b>	<b>3</b>
<b>1.1. Normas y reglamentaciones .....</b>	<b>3</b>
<b>1.2. Características del depósito.....</b>	<b>4</b>
<b>1.3. Emplazamiento de la instalación .....</b>	<b>5</b>
<b>1.4. Zona de estación de G.L.P. y distancias de seguridad .....</b>	<b>5</b>
<b>1.5. Elementos de seguridad, control y maniobra .....</b>	<b>6</b>
<b>1.6. Toma tierra .....</b>	<b>7</b>
<b>1.7. Defensa contra incendios .....</b>	<b>7</b>
<b>1.8. Rótulos de protección.....</b>	<b>7</b>
<b>1.9. Red de distribución del gas .....</b>	<b>7</b>
<b>1.10. Anclaje del depósito a la cimentación .....</b>	<b>8</b>
<b>1.11. Pruebas, ensayos y verificaciones .....</b>	<b>8</b>
<b>1.12. Ventilación mínima .....</b>	<b>9</b>
<b>2. CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN.....</b>	<b>9</b>
<b>2.1. Necesidades de calefacción .....</b>	<b>9</b>
<b>2.2. Apartado de consumo .....</b>	<b>11</b>
<b>2.3. Reacción de los productos de consumo .....</b>	<b>11</b>
<b>3. UTILIZACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA INSTALACIÓN.....</b>	<b>13</b>
<b>3.1. Pantallas de infrarrojos .....</b>	<b>13</b>

## 1. INSTALACIÓN DE CALEFACCIÓN

Los siguientes requisitos son los factores a considerar al elegir un sistema de calefacción:

1. Que la instalación sea económica
2. Que su coste de funcionamiento también lo sea
3. Que la regulación de la temperatura sea fácil
4. Que tenga seguridad en su empleo

Dentro de la gran variedad de sistemas de calefacción a considerar en las granjas, se pueden hacer dos grandes grupos:

1. Los de calefacción central o ambiental. Son aquellos que se basan en calentar más o menos por igual todo el volumen de los mismos. Entre ellos se hallan los siguientes:

- Las estufas de cáscara de almendra
- Las estufas de carbón
- Las criadoras sistema "gloria"
- Los sistemas de agua caliente
- Los sistemas de aire caliente
- Las estufas u hornos de gallinaza
- Los sistemas de apoyo mediante energía solar

2. Los de calefacción local. Con ellos se caldea únicamente la superficie del local en la que hacen su vida los pollos. Entre ellos se hallan los siguientes:

- Las pantallas con resistencia eléctrica.
- Las pantallas de infrarrojos eléctricos.
- Las criadoras de petróleo
- Las pantallas de infrarrojos a gas

Comparando éstos grandes grupos a través de las referencias prácticas, no podemos llegar a ninguna conclusión definitiva en cuanto a la superioridad de uno de ellos sobre el otro.

Así pues, se redacta este anejo de calefacción con el objetivo de definir y calcular el sistema de calefacción elegido para la explotación avícola en la cual se ha recurrido a instalar **pantallas de infrarrojos a gas**, por ser uno de los sistemas locales de calefacción más cómodos de los que se puede disponer en una explotación ganadera, pudiendo funcionar tanto con gas propano como con gas natural.

Será necesario realizar una instalación del Gas Licuado de Petróleo (G.L.P.) con depósito fijo aéreo (alquilado a la empresa de suministro) de gas propano comercial y subsiguiente red de distribución de cobre mediante uniones soldadas para abastecer los servicios de calefacción de la explotación.

### 1.1. Normas y reglamentaciones

En la redacción de este anejo, así como en la ejecución de la instalación, se cumplirán las siguientes reglamentaciones y normas:

- Reglamento sobre Instalaciones de Almacenamiento de Gases Licuados de Petróleo (G.L.P.) en depósitos fijos O.M. del 20-1-86 (ROE de 22-6-86).
- Normas Básicas de Instalaciones de Gas en edificios habitados (B.O.E. 30-3-74).
- Reglamento General de Servicios Públicos de Gases Combustibles (B.O.E. 21-11-73).
- Reglamento de aparatos que usan gas como combustible. Real decreto 494 del 20-5-74.
- Reglamento de Aparatos a Presión (B.O.E. 29-5-79).
- Reglamento de Redes y Acometidas de Combustibles Gaseosos. O.M. de 18-11-74.
- Orden del 29 de diciembre de 1985.

## **1.2. Características del depósito**

### Datos de fabricación y características

El "depósito aéreo", para almacenamiento de gas a granel, estará fabricado de acuerdo con la normativa vigente, estando oficialmente homologado por la Dirección General de Industrias Siderometalúrgicas y Navales.

Una de las ventajas de la utilización de tanque aéreo para el suministro a granel, es el aprovechamiento de la mayor capacidad de vaporización de gas, al ser mayor la superficie de contacto de chapa con el exterior, se consigue mayor caudal de gas.

En el tanque, siempre se va a encontrar un equilibrio entre la masa líquida y la de gas. El líquido, por efecto del calor absorbido, pasa a estado de vapor seco no saturado. Cuando alcanza el vapor una presión determinada se equilibra con el líquido para evitar su vaporización, siendo entonces un vapor saturado y a la presión que alcanza se le denomina tensión de vapor.

Esa vaporización o cambio de estado, de líquido a gas o vapor (digamos que es gas mientras es no saturado o invisible y vapor cuando es saturado o visible por las gotitas en suspensión), exige la absorción de una determinada cantidad de calor, es el llamado calor latente de vaporización, y es variable con la temperatura.

El paso del calor desde el entorno del tanque hasta la masa de líquido se hace a través de la chapa del depósito. En el tanque aéreo desde el aire ambiente a la cara exterior del depósito por convección y radiación, y a través de aquella por conducción alrededor de 9,8 Kcal./h m<sup>2</sup>.

### Datos constructivos

El depósito que debe instalarse es del tipo LP-8334, cuyos datos constructivos vendrán suministrados por la empresa que nos suministre el gas, la cuál también se

encargará del diseño de la instalación de la misma.

El depósito será nuevo y vendrá directamente de fábrica, es necesario un mantenimiento de tipo preventivo, consistente en que el depósito esté perfectamente pintado de color blanco, con objeto de proteger su superficie de la posible corrosión.

#### Presiones de prueba y de trabajo

De acuerdo con la reglamentación vigente, el depósito se fabricará para poder soportar, sin deformaciones, las siguientes presiones:

Presión de prueba ..... 26 Kg./cm<sup>2</sup>

Presión de trabajo ..... 20 Kg./cm<sup>2</sup>

### **1.3. Emplazamiento de la instalación**

Queda reflejada en los planos correspondientes la situación del depósito en relación con los caminos de acceso a la granja.

La distancia del depósito a la nave queda determinada en los planos.

### **1.4. Zona de estación de G.L.P. y distancias de seguridad**

Se muestra en los planos la especificación de las dimensiones de la instalación. La zona donde se sitúe el depósito estará ubicada al aire libre, en zona abierta y ventilada.

La zona estará protegida por una cerca de malla metálica con una altura de 2 m, con una puerta abriendo al exterior.

Puesto que la finca en la cual se va a instalar el depósito está totalmente vallada, se podrá prescindir de dicho cerramiento (colocando en su defecto las oportunas protecciones de hormigón).

El acceso de los camiones cisterna a la zona del depósito está exenta de todo obstáculo, pudiéndose hacer el trasvase de acuerdo con la distancia mínima exigida.

La descarga de gas propano en fase líquida se realizará directamente sobre la boca de trasvase equipada con todos los accesorios necesarios para su buen funcionamiento.

Las distancias mínimas de seguridad que dicta la normativa son:

- A límites de propiedad, aberturas de inmuebles, focos fijos de inflamación, motores de explosión, vías públicas, férreas o fluviales, proyección de líneas aéreas de alta tensión, equipos eléctricos no protegidos, sótanos, alcantarillas y desagües: **6 metros**.

- A aberturas de edificios de uso docente, uso sanitario, de hospedaje, de culto, de esparcimiento o espectáculo, de acuartelamiento, de centros comerciales, museos, bibliotecas o lugares de exposición públicos. Estaciones de servicio. (Bocas de

almacenamiento y puntos de distribución): **3 metros**.

- **1,25 metros** a la cerca metálica.

### **1.5. Elementos de seguridad, control y maniobra**

#### Sobre el depósito

- *Válvula de seguridad*: Permite en el caso fortuito de sobrepresión, dejar salir a la atmósfera el sobrante de gas para que nunca haya dentro del depósito una presión de gas superior a la que está tarada. Estará tarada a  $20 \text{ kg/cm}^2$ . La capacidad de descarga se definirá mas adelante.

- *Multiválvula* salida fase gaseosa con las funciones de corte, limitación de caudal y manómetro de lectura directa.

- *Indicador de punto alto de llenado*.

- *Indicador magnético de nivel*: Informa del grado de llenado del depósito en % de su capacidad geométrica.

- *Válvula de fase líquida* permite salir al exterior propano en fase líquida en lugar de gas.

- *Válvula de llenado*. Permite acoplar la manguera de llenado del camión que suministra el gas.

- *Válvula de purga*: Destinada al eventual vaciado del agua con que se hace la prueba de estanqueidad o para la limpieza del mismo, irá colocada en la generatriz inferior.

- *Arqueta de registro* con tapa protectora y cerradura que impida toda manipulación a personas extrañas y evite que la humedad deteriore los accesorios.

#### Sobre la red

- *Regulador de presión* encargado de reducir una presión de gas comprendida entre dos valores determinados a otra constante de  $1,70 \text{ kg/cm}^2$ .

- *Limitador de presión* tarado a  $1,75 \text{ kg/cm}^2$ .

- *Llave de corte* general colocada en el exterior de los locales y antes de entrar en éstos la tubería.

- *Llave de corte general interior* colocada inmediatamente después de entrar la tubería en la nave.

- *Manómetro* con escala hasta  $6 \text{ kg/cm}^2$ .

- *Llave de corte y regulador de presión* para los aparatos, con destino a maniobra y regulación.

### **1.6. Toma de tierra**

El depósito y todas las partes metálicas estarán conectados a tierra. La conexión entre la toma de tierra y el depósito se hará a través de un conductor de cobre desnudo con una sección mínima de 35 mm<sup>2</sup>.

La toma de tierra tendrá la resistencia mínima que el terreno permita, no excediendo en ningún caso de los 20 ohmios y estará provista de bornes destinados a la conexión con la toma del camión cisterna.

### **1.7. Defensa contra incendios**

En la zona próxima al depósito y en lugar accesible se colocarán extintores de polvo seco, con manómetro de comunicación directa y válvulas de cierre cónico.

Como esta instalación es del tipo A-1, serán necesarios 2 extintores de 12 kg.

### **1.8. Rótulos de protección**

Como medida de prevención, se colocarán en lugares visibles y en la zona del depósito, letreros con la inscripción de "GAS INFLAMABLE. PROHIBIDO FUMAR", con objeto de resaltar que se está en una zona de riesgo

### **1.9. Red de distribución del gas**

#### Tuberías enterradas

La tubería será de cobre según las normas UNE 37.747-75, equivalente a DIN 1.786 y según el diámetro calculado mas adelante.

El espesor de la pared de la tubería de cobre será de 1,50 mm.

Los empalmes de tramos de tubería se harán con soldadura. Las uniones desmontables y eventuales llaves de corte serán siempre accesibles.

La profundidad mínima de enterramiento será de 80 cm, la tubería estará envuelta en arena de río, llevará una protección indicativa de aviso hecha de ladrillos y un relleno posterior de tierra del que se eliminarán aquellos objetos extraños que pudieran dañarla.

Si en la excavación de la zanja apareciera roca u obstáculos similares, puede disminuirse la profundidad hasta los 50 cm cuidando, con una protección conveniente, de proteger aquellos tramos que hubieran de soportar el paso de personas u otras cosas.

Esta tubería deberá llevar un encintado con cinta autoadhesiva de polietileno como protección para la corrosión.

La presión de trabajo de esta tubería será de 1,70 kg/cm<sup>2</sup>, haciéndose las diferentes pruebas de estanqueidad a 5 kg/cm<sup>2</sup>.

### Tuberías aéreas

La tubería exterior aérea será de cobre y de 1,50 mm de espesor de pared hasta la llave de corte general exterior y en el caso de que exista tubería enterrada será también de cobre y de 1 mm de espesor. Estas tuberías no se empotrarán en ninguna parte de su recorrido, ni se dispondrán a nivel de suelo, irán sujetas con abrazaderas a un mínimo de 5 cm bajo la parte alta de las paredes.

Cuando las conducciones atraviesen paredes se protegerán con un tubo manguito (pasamuros) cuyo diámetro exterior será superior en 20 mm del diámetro de la conducción, el espacio interior se rellenará con masilla plástica y no habrá empalmes de tubería dentro del manguito.

- Se respetarán las distancias a otras instalaciones de acuerdo con lo indicado por el Reglamento.

- Las fijaciones de las tuberías asegurarán su alineación, estabilidad y resistencia.

- Las uniones de las tuberías de cobre se harán por medio de soldadura fuerte.

- Las tuberías aéreas irán protegidas con una mano de pintura anticorrosiva y un acabado de pintura en color amarillo.

- La presión de trabajo será de  $1,70 \text{ kg/m}^2$  y las pruebas se harán a  $5 \text{ kg/m}^2$ .

### **1.10. Anclaje del depósito a la cimentación**

En los planos se muestra el detalle del anclaje del depósito. Las medidas del anclaje están calculadas por el fabricante para tensiones del terreno menores a  $2 \text{ kg/cm}^2$ , que es la tensión de nuestro terreno, luego estas medidas están realizadas desde el lado de la seguridad.

Los anclajes se realizarán con hormigón HA-250 y el armado con acero B500S.

### **1.11. Pruebas, ensayos y verificaciones**

Las pruebas a las que se someterá la instalación son las siguientes:

Una vez terminada la instalación y sin dejar fuera del circuito ningún elemento de regulación, se someterá ésta a una prueba de estanqueidad con el mismo gas propano a una presión de  $5 \text{ kg/cm}^2$  y durante una hora.

a) La comprobación de fugas será efectuada siempre con una solución jabonosa.

b) Estará absolutamente prohibido fumar.

c) Si se detectan fugas hay que repararlas y para ello debe purgarse la tubería con aire o gas inerte.

Se realizará una prueba de tipo visual consistente en que la instalación se ajusta al proyecto presentado, así como una prueba general de funcionamiento de todos los elementos de control y maniobra que componen la instalación, comprobando que actúan dentro de los límites especificados en este Proyecto.

### 1.12. Ventilación mínima

Se considera esta explotación ganadera como local visitable pero no habitable.

Por otra parte las necesidades de ventilación de la granja, tanto por lo que respecta a cantidad de oxígeno como el necesario arrastre de gases nocivos para los animales son tan superiores a las exigidas por las instalaciones de gas propano en locales habitables, que hace innecesario el tomar medidas especiales ya que aseguran la combustión e impiden el almacenamiento de gas en el suelo de la nave.

## 2. CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN

Para el cálculo de la instalación de calefacción, se expone a continuación una tabla resumen de las temperaturas de la zona en los últimos 20 años, datos obtenidos de la estación meteorológica de de Sariñena, dado que es la más cercana a Robres

### RESUMEN DE LAS TEMPERATURAS (°C)

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MEDIA
<b>tmm</b>	4,9	6,9	10,7	12,7	17,6	21,7	24,2	24	19,2	14,5	8,5	5,9	<b>14,2</b>
<b>Tm</b>	9,7	12,5	17,1	19,2	23,8	28,6	31,6	30,7	24,8	20	13,5	9,3	<b>20</b>
<b>tm</b>	0,7	1,2	3,9	6,8	11	15	17,1	16,9	13,2	9,5	3,9	1,4	<b>8,4</b>
<b>TMa</b>	21,1	21,5	27,7	30,1	35,3	39,7	38,5	38,4	33,6	29,3	23,3	19,3	<b>29,8</b>
<b>tma</b>	-13,1	-13,7	-10,7	-1,2	1,8	6,2	9	9,5	4,9	0,9	-6,1	-12,8	<b>-2,1</b>

- tmm: temperatura media mensual
- Tm: temperatura media máxima
- tm: temperatura media mínima
- TMa: temperatura máxima absoluta
- tma: temperatura mínima absoluta

### 2.1. Necesidades de calefacción

Para calcular la cantidad de calor que debemos aportar mediante las pantallas de gas propano, se deben tener en cuenta las pérdidas y ganancias de calor que se producen en la nave. Los factores a tener en cuenta son:

- Se debe calentar el aire de la nave, ya que se está renovando continuamente.
- Se deben reponer las pérdidas de calor que se pierden a través de la construcción.

Además se debe descontar el aporte de calor que producen las aves.

De esta manera obtenemos la siguiente fórmula, que nos sirve para realizar el balance de las pérdidas y ganancias de calor, y saber así el calor que debemos aportar.

$$E = v + q - a$$

Donde:

- E = calor suministrado por la calefacción en Kcal/h.
- v = calor que es necesario para el caldeoamiento del aire renovado.
- q = pérdidas de calor producidas por transmisión en cerramientos y cubierta.
- a = calor producido por los animales.

Vamos a calcular la instalación de calefacción para el supuesto más desfavorable, que se dará cuando se tengan en la nave pollitos de un día (de 42 g de peso) y tienen que estar a 33° C cuando en el exterior se dé la temperatura más desfavorable, que a lo largo de los 20 años de estudio climático ha sido de -13,7 °C.

Cálculo de la calefacción para un pollito de un día:

Tª exterior (°C)	Caudal (m³/h y kg PV)
≤ -5	0,4
0	0,8
5	1,2
10	1,6
15	2
20	2,2
25	2,6
30	3
35	3,6
40	4,2

- Cálculo de v:

El caudal de ventilación necesario para una temperatura exterior de -13,7 °C (teniendo en cuenta que la renovación del aire solo es empleada para la eliminación de amoníaco y humedad) es de 0,4 m³ / h kg PV, según la bibliografía consultada. Por tanto:

$$Q = 18 \text{ aves/m}^2 \cdot 1.400 \text{ m}^2 \cdot 0,4 \text{ m}^3 / \text{h kg PV} \cdot 0,042 \text{ kg PV /ave} = 423,4 \text{ m}^3/\text{h}$$

Aplicamos la fórmula:

$$v = Q \cdot c_{\text{esp aire}} \cdot (T_{\text{int}} - T_{\text{ext}})$$

$$v = 423,3 \text{ m}^3/\text{h} \cdot 0,3 \cdot (33 - (-13,7)) = 5.930,45 \text{ Kcal/h}$$

Por tanto se necesitarán **7.315 Kcal/h** para calentar el aire renovado.

- Cálculo de q:

$$q = (K_{\text{cubierta}} \cdot S_{\text{cubierta}} \cdot (T_i - T_e)) + (K_{\text{cerramientos}} \cdot S_{\text{cerramientos}} \cdot (T_i - T_e))$$

Siendo:

- K = 0,45 Kcal./m<sup>2</sup> h °C para cerramientos
- K = 0,433 Kcal./m<sup>2</sup> h °C para cubierta
- S = 1.472 m<sup>2</sup> de cubierta
- S = 772 m<sup>2</sup> de cerramientos

$$Q = [0,433 \cdot 1.472 \text{ m}^2 \cdot (33 - (-13,7))] + [0,45 \cdot 772 \text{ m}^2 \cdot (33 - (-13,7))] = 45.989 \text{ Kcal/h}$$

Por tanto se necesitarán **45.989 Kcal/h** para compensar las pérdidas que se producen por transmisión a través de paredes y cubierta.

- Cálculo de a:

El calor producido por un pollito en los primeros días es de 5,5 Kcal / h kg PV, por lo que obtendremos el aporte de calor total producido por los pollos.

$$a = 5,5 \text{ Kcal/h kg PV} \cdot 0,042 \text{ kg} \cdot 18 \text{ aves/m}^2 \times 1.400 \text{ m}^2 = 5.821 \text{ Kcal/h}$$

Por tanto el calor aportado por los pollos es de **5.821 Kcal/h**.

- Cálculo de E:

Por tanto aplicando la fórmula, hallaremos la potencia en forma de calor que debe ser suministrada a la nave en el caso más desfavorable:

$$E = V + q - a = 7.315 \text{ Kcal/h} + 45.989 \text{ Kcal/h} - 5.821 \text{ Kcal/h} = 47.483 \text{ Kcal/h}$$

Por tanto se deberán aportar a la nave mediante la calefacción **47.483 Kcal/h**.

**2.2. Apartado de consumo**

Todos los aparatos de consumo proyectados, estarán debidamente homologados por el Ministerio de Industria y Energía, según el Reglamento de Aparatos que Utilizan Combustibles gaseosos, llevarán su placa de identificación y las correspondientes instrucciones de manejo, instalación y conservación.

**2.3. Reacción de los productos de consumo**Características de los aparatos:

Son pantallas de propano - butano 4/4C

Dichas pantallas están equipadas con un quemador totalmente metálico con

posibilidad de regulación progresiva de la potencia, mediante un regulador mod. 755-1.

- Consumo de propano: 0,360 kg/h
- Potencia: 4.300 Kcal/h y pantalla o 5 Kw.
- N° aparatos:  $47.483 / 4.300 = 11,04 = 11$  pantallas por nave

Colocaremos 20 pantallas en cada nave, una por pórtico, colocándolas en el lado de las ventanas y cuando trabajemos con mitad nave en el arranque de la crianza se pondrán diez a cada lado, con lo que conseguiremos una temperatura más homogénea al comienzo de la crianza y así una mejor uniformidad del crecimiento de los pollos, además como el calor que proporcionan las pantallas es regulable, podremos conseguir una temperatura adecuada durante toda la crianza.

Las pantallas serán del tipo infraconic por los siguientes motivos:

- Quemador totalmente metálico
- Regulación progresiva de potencia.
- Doble cámara de combustión que permite emitir radiación infrarroja incluso a baja potencia y funcionar en ambientes pulverulentos sin disponer de filtro de aire.
- Tienen válvula de seguridad termo-eléctrica (seguridad fría) y un fusible térmico (seguridad caliente) que cortan el paso del gas en caso de fallo de suministro, por una elevación anormal de la temperatura o bien por un retroceso de la llama (calado de combustión). Ambos sistemas de seguridad, pueden verse en el mismo plano anterior.

La altura de colocación de las pantallas será de 1,6 m sobre el suelo con una inclinación máxima de 5° con la horizontal, evitando colocarlas frente a las ventanas. Dichas pantallas se amarrarán al techo con una cadena fina cuyos eslabones permitan regular tanto en altura como en inclinación.

Consumo máximo en aparatos:

$$0,360 \text{ Kg/hora} \cdot 20 \text{ aparatos} = 7,2 \text{ kg/hora}$$

Con un consumo de 0,360 kg/hora, se estarán consumiendo cada hora en la nave 7,2 kg de propano. Puesto que existe un coeficiente de simultaneidad entre los aparatos, se aplica a continuación para obtener el consumo medio de propano en la nave por cada hora.

Consumo medio en aparatos:

$$7,2 \text{ kg/h} \cdot 0,75 = \mathbf{5,4 \text{ kg/h}}$$

A partir de estos datos de consumo de gas por hora en el caso más desfavorable, será la empresa suministradora de gas la que realizará el dimensionado del depósito de gas para nuestro caso concreto. Se encargará pues de calcular la capacidad de almacenamiento, la autonomía mínima de consumo que debemos disponer en nuestra explotación, del cálculo de las canalizaciones interiores y exteriores de gas, así como los cálculos referentes a seguridad como son el cálculo de la vaporización natural mínima y el cálculo de la válvula de seguridad del depósito.

### 3. UTILIZACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA INSTALACIÓN

#### 3.1. Pantallas de infrarrojos

##### Colocación de las pantallas:

Las pantallas de gas, como se dijo anteriormente, son móviles y permiten mediante un manguito de goma, cambiar su distribución en la nave según convenga, puesto que se dispone de tomas a la canalización general de gas cada 5 m por el lado de las ventanas y por el otro lado sólo en media nave, también cada 5 m para cuando empieza la crianza.

Dichas tomas, no serán más que llaves de paso, dotadas de un tapón a rosca cuando estas no sean utilizadas, a fin de que no se acumule polvo en las llaves que pudieran ir al interior de las pantallas.

La distribución adoptada en el plano correspondiente a la distribución de la calefacción, es un tipo genérico que logra una buena uniformidad de calor a lo largo de la nave, cuando ésta esté en plena utilización.

La distribución de las pantallas irá en función de:

a) El estado de desarrollo de las aves:

Cuando las aves tengan una semana, será conveniente disminuir la densidad de las pantallas por metro cuadrado, a medida que se vaya dando más longitud de nave a las aves.

b) Según la época del año:

Aunque los primeros días de crianza, la uniformidad de distribución de las pantallas será la misma en invierno que en verano, es obvio que a medida que se avance en la cría, el aporte de calor procedente de las propias aves, exigirá de menor aporte de calorías mediante las pantallas.

El sistema de calefacción irá regulado mediante dos termostatos colocados a 0,75 cm del suelo, que mandarían las señales al ordenador-controlador central que operará interrelacionando temperaturas-calefacción-ventilación-HR, manteniendo un equilibrio adecuado en cada estado de desarrollo del ave.

##### Encendido de las pantallas y funcionamiento:

Para la puesta en marcha de las pantallas, se procederá como sigue:

- Abrir la llave de corte individual de gas, situada en el extremo del manguito donde se encuentre la toma de gas.

- Regular la presión de régimen principal a 1,4 kg/cm<sup>2</sup>

- Mantener apretado a fondo el pulsador de la válvula termoeléctrica y encender el radiador acercando una llama en el interior del cono.

- Programar la temperatura en el control, los aparatos se regularán por medio de los

termostatos de control de ambiente.

Mantenimiento y limpieza de las pantallas:

El radiador debe mantenerse en unas condiciones mínimas de limpieza que garanticen su buen funcionamiento.

Para ello, conviene tener en cuenta una limpieza preventiva durante la crianza, consistente en colocar la pantalla boca arriba, sacudiendo el cono del tubo, a fin de que el polvo se desprenda de las paredes del tubo, el cual se eliminará de su interior a través de la entrada de aire situada al final del codo.

La frecuencia de la limpieza preventiva dependerá de las condiciones ambientales de la granja, pero por lo general deberán hacerse al inicio de cada crianza.

Es normal que al final de la crianza el radiador tenga un pequeño depósito de cenizas en el extremo del cono pequeño del quemador. Por esto, al finalizar la crianza se recomienda lavar el radiador con manguera de agua, proyectando la misma contra los conos, y teniendo los aparatos en posición vertical con la entrada de aire hacia abajo.

Una vez lavado, conectar de nuevo y encender la pantalla unos minutos, a fin de que se sequen las partes internas del aparato.

Cuando se realice la desinfección de la nave, al final de la crianza, se recomienda proteger los aparatos con plásticos a fin de evitar la acción de posibles agentes corrosivos de los desinfectantes, o simplemente descolgarlas y así hacer más fácil el tránsito de los vehículos.

# **ANEJO 8**

## **Instalaciones de alimentación**

## ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>3</b>
<b>2. DISTRIBUCIÓN DE LA BEBIDA.....</b>	<b>3</b>
<b>2.1. Generalidades.....</b>	<b>3</b>
<b>2.2. Tipo de bebedero .....</b>	<b>3</b>
<b>2.3. Necesidades de bebederos.....</b>	<b>4</b>
<b>3. DISTRIBUCIÓN DE LA COMIDA.....</b>	<b>6</b>
<b>3.1. Generalidades.....</b>	<b>6</b>
<b>3.2. Tipo de comedero .....</b>	<b>6</b>
<b>3.3. Componentes del comedero .....</b>	<b>7</b>
<b>3.4. Funcionamiento del sistema de alimentación.....</b>	<b>7</b>
<b>3.5. Necesidades de comederos.....</b>	<b>8</b>
<b>3.6. Características de los silos.....</b>	<b>8</b>

## **1. INTRODUCCIÓN**

En este anejo se va a describir los sistemas de alimentación de de las naves, es decir, el equipamiento necesario para la distribución de la comida y bebida para los animales dentro de las naves.

## **2. DISTRIBUCIÓN DE LA BEBIDA**

### **2.1. Generalidades**

En primer lugar, es necesario que se suministre agua a los pollitos tan pronto como éstos lleguen a la granja, por eso debe haber agua en los bebederos para que esta se temple con la calefacción, especialmente en invierno.

También es importante ir regulando la presión del agua a medida que van creciendo los pollitos, dejando el agua lo más alta posible, sin que se derrame, durante los primeros días y durante las siguientes semanas ir bajando el nivel hasta la última semana, para evitar así el desperdicio y humedecimiento de la cama. A medida que modificamos la presión del agua, modificaremos también la altura de los bebederos acorde con el crecimiento de los pollos.

### **2.2. Tipos de bebederos**

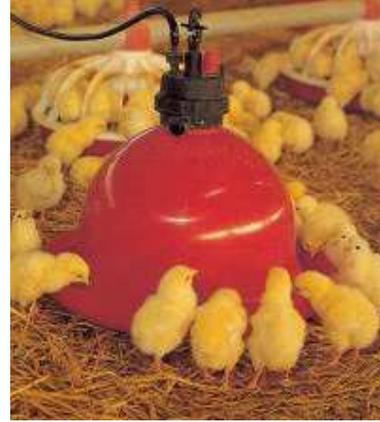
Existen principalmente dos tipos de bebederos, aunque hoy en día solo se instala uno de ellos como veremos a continuación:

- De campana: Se usan normalmente por ser de fácil mantenimiento, sin embargo se ensucian con facilidad, el ajuste suele ser incorrecto y son insuficientes para los primeros días de la pollada, por lo que es necesario poner bebederos de primera edad.

- De tetina: Son los bebederos de baja presión. Son los más empleados, ya que muchas empresas integradoras obligan a ello por no producir ningún desperdicio de agua, por poderse utilizar como bebederos de primera edad y por no tener que limpiarlos, ya que no se contamina el agua por contacto con la suciedad. Además no tienen que ser retirados al final de la crianza por tener un sistema conjunto de elevación.



Bebedores de tetina



Bebedores de campana

Por todo lo comentado anteriormente elegiremos los bebederos de tetina.

Cabe destacar, que es conveniente tener depósitos auxiliares con el fin de prevenir carencias en el suministro y hay que tener en cuenta que las necesidades de agua aumentan 6,5% por cada °C que esté por encima de los 21°C.

### 2.3. Necesidades de bebederos

Los consumos de agua de los pollos a los 49 días de vida es de 0,3 l/ día y pollo, por lo que el máximo consumo de agua al día será de:

$$0,3 \text{ l/día} \cdot 1.400 \text{ m}^2 \cdot 19 \text{ aves/m}^2 = 7.980 \text{ l/día} = 332,5 \text{ l/h}$$

Las necesidades de bebederos para nuestra nave serán de 1 tetina por cada 15 pollos por lo que necesitaremos:

$$(1.400 \text{ m}^2 \cdot 19 \text{ aves/m}^2)/15 \text{ aves/tetina} = 1.774 \text{ tetinas}$$

Dichas tetinas van colocadas en tubos de PVC de diámetro 25 y de 3 m de longitud, a razón de 12 tetinas por tubo. Con una longitud de 96 m de bebedero, cada hilera contará con 384 tetinas, teniendo que colocar 5 hileras para abastecer de agua a los pollitos de nuestra granja.

El caudal medio que deberán dar las tetinas cuando las necesidades sean máximas, será:

$$(332,5 \text{ l/h})/(5 \text{ líneas} \cdot 384 \text{ tetinas/línea}) = 0,17 \text{ l/h cada tetina}$$

Cada línea dispondrá de un regulador de presión en medio de ella para poder vaciar el agua de la línea para su limpieza y para poder comprobar la presión (máximo 3 mca).

El conjunto de la línea irá suspendido del techo por cuerdas de nylon que se sujetan a una sirga por medio de poleas colgadas a un cable galvanizado tenso. Al enrollar la sirga mediante un torno manual se eleva toda la línea de comederos pudiéndose ajustar a la altura de los comederos.

Como es lógico, todo equipamiento necesita su mantenimiento, y los bebederos necesitan una cierta limpieza que se especifica en la tabla siguiente:

**Tabla 2. Guía de limpieza de bebederos de tetina (\*)**

Tipo de agua	Solución	Concentración	Dosificación	Frecuencia
Alcalina	Vinagre	0,2%	200 ml vinagre + 800 ml agua	Después de una vacunación o medicación
Alcalina	Vinagre	0,4%	400 ml vinagre + 800 ml agua	Entre lote y lote
Ácida	Amoniaco	0,025%	25 ml amoniaco + 975 ml agua	Después de una vacunación o medicación
Ácida	Amoniaco	0,05%	50 ml amoniaco + 950 ml agua	Entre lote y lote

(\*) Notas:

1. Las dosificaciones serán hechas con el dosificador regulado al 1%.
2. El vinagre se considera está disuelto al 10% (si se trata de vinagre puro, disminuir un decimal).
3. No permitir la permanencia de agua clorada en la tubería durante el período entre lote y lote pues puede dañar las membranas del regulador.

### **3. DISTRIBUCIÓN DE LA COMIDA**

#### **3.1. Generalidades**

Es muy importante que la comida se reparta uniformemente por toda la nave para que cuando el pollo llegue la tenga disponible inmediatamente y no tenga que desplazarse para comer. De ahí que se impescindible poner sistemas de distribución o comederos de primera edad, que luego retiraremos para dejar los definitivos.

También hay que destacar que a lo largo de una crianza se suministraran 3 o 4 tipos de piensos distintos a los pollos. En los primeros días de vida, daremos a los pollitos pienso de arranque en forma de migas, para ir aumentando su granulometría a medida que van creciendo hasta acabar con el pienso de retirada que es totalmente granulado.

#### **3.2. Tipos de comederos**

Como ya hemos dicho anteriormente, distinguiremos entre los comederos de primera edad y los definitivos. Ambos se utilizaran desde el primer día.

##### Comederos de primera edad:

Laminas de papel extendido a lo largo de toda la nave de unos 60-70 cm de anchura que se extienden generalmente a lo largo de las líneas de los bebederos y sobre las que se aporta directamente el pienso. Este sistema será el que menos mano de obra precise y por tanto el elegido, ya que el papel es biodegradable y al cabo de una semana está totalmente desintegrado. Además, el ruido del pisoteo del papel, servirá de guía a los pollitos para encontrar la línea de bebederos, dejando el pienso fácilmente localizable para los pollitos.

##### Comederos definitivos de reparto automático:

Serán de reparto en platos y arrastre mediante sinfín, que a diferencia de otros modelos el reparto se realiza por líneas y no por circuitos, reduciendo en gran medida el desgaste de las piezas que constituían los circuitos. Siendo este el elegido para nuestra explotación.

### 3.3. Componentes del comedero

- 
- Tolva de alimentación.
- Tuvo sinfín de distribución.
- Platos de distribución.
- Motor reductor trifásico de 1 CV de potencia.
- Conmutador automático de reparto.

### 3.4. Funcionamiento del sistema de alimentación



Del silo a la tolva.



De la tolva al comedero.



Detalle sinfín.

Para la distribución automática de pienso, colocaremos un conmutador en la tolva de distribución que haga parar el sinfín distribuidor de pienso (accionado por un motor de 1 CV) desde los silos, cuando esta se llene y que lo ponga en marcha cuando baje el nivel de pienso de dicha tolva. Dicha distribución se realizará con un tubo sinfín de PVC de 90 mm con espiral flexible en su interior que irá colgado del techo de la nave con cadenas delgadas, este tubo une los dos silos que pueden ser cerrados con una tajadera de guillotina. Por su parte la tolva irá suspendida mediante una sirga enrollada a una polea móvil, la cual deberá quitarse para subir o bajar el nivel de los comederos.

Colocaremos otro conmutador en el último comedero, para que se ponga en marcha el sinfín cuando este se vacíe y se pare al estar lleno. Por su parte la línea de comederos irá suspendida mediante sirgas de 2 mm de sección ancladas mediante carruchas a otra sirga central (que recorrerá longitudinalmente la nave) de acero galvanizado de 4 mm de sección e irá provista de una serie de tensores que permitan bajar o subir la línea de comederos.

Este sistema consta de un tubo recto de acero galvanizado de 50 mm de diámetro con una espiral flexible en su interior (el tubo estará formado por elementos de 4 m que

vendrán perforados de fábrica con 4 ranuras dispuestas cada 75 cm donde irán colocadas los platos de pienso, dicho tubo partirá de una tolva con capacidad para 150 litros) encargada de distribuir el pienso a cada uno de los platos con una capacidad de 2 o 3 kg de pienso.

Estos platos llevan una bandeja de plástico con centro en forma de cono que distribuye uniformemente el pienso a su alrededor y facilita el acceso a los pollos. Llevan una especie de rejilla de protección para evitar el desperdicio de pienso debido a la costumbre de los pollos de rebuscar y picotear el pienso, además estas platos tienen un mecanismo de regulación de la altura de pienso apto para las diferentes etapas de crecimiento de los pollos, pasando de más a menos la cantidad de pienso dentro del plato a medida que avanza la crianza. No obstante y con el objetivo de ahorrar mano de obra, se dejarán los platos a media altura durante toda la crianza.

### **3.5. Necesidades de comederos**

Puesto que la nave tiene 1.400 m<sup>2</sup> se pretenden criar a:

- 19 aves/m<sup>2</sup> en crianzas de invierno (26.600 pollos).

Los platos elegidos son de 38 cm de diámetro y tienen capacidad para unos 52 pollos aproximadamente (en estado adulto), por lo que necesitaremos:

$$26.600 \text{ pollos} / 52 \text{ pollos por plato} = 511 \text{ platos necesitaremos.}$$

Puesto que hay un plato cada 75 cm y como la longitud del comedero es de 96 m tendremos un total de 128 platos por hilera y 512 para toda la nave, para mejorar la uniformidad de los pollos colocaremos 4 hileras de comederos.

### **3.6. Características de los silos**

Se instalarán dos silos por nave, y ambos serán de chapa lisa galvanizada de una pieza, con cono y techo centrados y tape con sistema de apertura desde el suelo.

La escalera será también de chapa galvanizada para los pasamanos, tubo galvanizado para los peldaños y con protección con aros quitamiedos.

Ambos silos estarán conectados por un mismo tubo sinfín de PVC 90 mm con espiral flexible en su interior (flexauger), conectada a un motor de 1 CV que se encarga de pesar el pienso que entra en la nave y mandar los datos diariamente al ordenador

central para supervisar que los consumos sean los apropiados según vaya avanzando la crianza. Posteriormente otro motor de 1 CV conducirá el pienso hasta los platos de alimentación dentro de la nave.

Una tajadera de guillotina, en cada uno de los silos, permitirá tener cerrado uno de ellos cuando el otro esté siendo utilizado.

Los silos tendrán una capacidad de 18,5 m<sup>3</sup>, o lo que es lo mismo de 11.800 kg un diámetro de 2,1 metros y una altura de 8 metros.

Uno de ellos se utilizará para la acumulación de piensos de primera edad, mientras que el otro se utilizará para almacenar el pienso definitivo.

La empresa integradora será la encargada de suministrar pienso cuando sea necesario.

# **ANEJO 9**

## **Recomendaciones en el manejo**

## ÍNDICE

<b>1. MANEJO GENERAL .....</b>	<b>3</b>
<b>1.1. Densidad de las aves.....</b>	<b>3</b>
<b>1.2. El manejo de la cama .....</b>	<b>3</b>
<b>1.3. Calidad del pollo.....</b>	<b>4</b>
<b>1.4. Preparación de la llegada del pollito .....</b>	<b>4</b>
<b>1.5. Alojamiento del pollito.....</b>	<b>5</b>
<b>1.6. Manejo de la cría.....</b>	<b>6</b>
<b>1.7. Manejo general.....</b>	<b>6</b>
<b>1.8. Terminación del pollo y carga.....</b>	<b>7</b>
<b>1.9. Bases de iluminación para broilers.....</b>	<b>9</b>
<b>1.10. Programas de iluminación.....</b>	<b>9</b>
<b>1.11. Objetivos de la modificación de los programas de luz.....</b>	<b>11</b>
<b>1.12. Calidad del aire .....</b>	<b>12</b>
<b>1.13. Calidad del agua.....</b>	<b>13</b>
<b>1.14. Sistemas de alimentación.....</b>	<b>14</b>
<b>2. MANEJO DEL ESTRÉS POR CALOR .....</b>	<b>15</b>
<b>3. PROGRAMAS DE ALIMENTACIÓN PARA BROILERS .....</b>	<b>19</b>
<b>4. HIGIENE Y SANIDAD.....</b>	<b>21</b>
<b>4.1. Limpieza y desinfección.....</b>	<b>21</b>
<b>4.2. Bioseguridad .....</b>	<b>26</b>
<b>4.3. Eliminación de las aves muertas .....</b>	<b>27</b>

## **1. MANEJO GENERAL**

### **1.1. Densidad de aves**

La superficie ocupada por cada pollo dependerá de los siguientes factores:

- Del peso final del pollo o su edad de sacrificio.
- Del estado de la yacija.
- Del equipo de la nave, donde los bebederos y comederos deben ser proporcionales a los pollos instalados.
- El tipo de ventilación, natural o forzada.
- Del clima y de la estación del año.

En la práctica se usan densidades que rondan las 18 pollos/m<sup>2</sup>, 17 en verano y 19 en invierno, por encima de esta cifra, para nuestro clima, puede influir negativamente en la uniformidad, en el rendimiento, en el índice de crecimiento, en la calidad de la carne, en la mortalidad y por lo tanto en la reducción de la rentabilidad de nuestra explotación. También se puede detectar exceso de aves por el mal estado de la yacija, por presencia de magulladuras y defectos en las patas.

### **1.2. El manejo de la cama**

La cama debe tener un espesor de 5 a 10 cm., 10 si queremos conseguir una buena conformidad de la canal, pero para ello la cama tiene que tener las siguientes propiedades:

- Tener una buena capacidad de absorción de la humedad
- Ser biodegradable
- Que no produzca polvo
- Libre de contaminantes, como agentes químicos o micotoxinas
- De fácil disponibilidad

Es conveniente que la cama esté siempre seca (humedad menor del 50%) y que no llegue a apelmazarse durante la vida del lote, ya que aumenta substancialmente las necrosis en pechugas y las quemaduras en los tarsos.

Dado que en la zona se cultiva mucho cereal de invierno, utilizaremos paja de cebada para la cama debido a su gran disponibilidad, y además por sus buenos resultados como cama. La paja se picara para que quede una cama más uniforme y con mayor capacidad de absorción. Se colocara un espesor de 5 a 8 cm de paja picada.

Factores que influyen en una mala calidad de la cama:

- Calidad pobre del material o material insuficiente.
- Humedad alta.
- Densidades elevadas.
- Diseño de los bebederos.
- Ventilación insuficiente.

<b>Material</b>	<b>Litros absorbidos/ 100 kg</b>
Cáscara de cacahuete	203
Viruta de pino troceada	186
Cascarilla de arroz	171
Trozos de corteza de pino	160
Zuro de maíz troceado	123
Serrín de pino	102
Paja de cereales	85

### **1.3. Calidad del pollito**

La rentabilidad y el estado final del pollo depende de tener especial precaución en los temas de sanidad, buen manejo del lote de reproductoras, cuidadosa incubación y posterior manejo del pollito de manera que permitan obtener una buena calidad y uniformidad.

Durante el almacenamiento y transporte de los pollitos mantendremos a estos con una temperatura ambiente de 24° C y un 75% de humedad ambiental, en un ambiente perfectamente controlado.

A su llegada a la granja las cajas que contienen los pollitos deben descargarse inmediatamente y distribuir las uniformemente por el interior de la granja, que debe de estar caldeado adecuadamente y con suficientes bebederos y comederos de primera edad, es necesario comprobar el peso, el número y el estado de las aves antes de liberarlas tomando algunas cajas de muestra.

Unas buenas condiciones de higiene minimizan las infecciones del saco vitelino y una correcta administración de las vacunas, vacunando a todos los pollitos por igual.

### **1.4. Preparación de la llegada del pollito**

Será necesaria una buena planificación para asegurar que la granja donde se alojen

los pollitos cumpla con los requisitos necesarios para ese lote.

- Trabajaremos con pollitos de una misma edad, aplicando el método de manejo de todo dentro todo fuera, para garantizar que los programas de limpieza y vacunación se realizan correctamente. En el caso de tener pollitos de diferentes lotes de reproductoras los colocaremos en naves diferentes y si no es posible mezclaremos los lotes transcurridos los 5 primeros días de edad.

- Antes de la llegada de los pollitos deberemos limpiar y desinfectar la granja y sus alrededores, así como toda la maquinaria.

- La cama deberá distribuirse de forma homogénea por toda la nave y deberá ser compactada adecuadamente para que no quede restringido el acceso al agua y al pienso.

- Las naves deberán precalentarse 24 horas antes de la llegada de los pollitos para mantener una temperatura y humedad adecuada para los pollitos y conseguir así una buena uniformidad.

- Tras la llegada de los pollitos se recomienda suministrar agua clara y a una temperatura correcta, a la que se le puede aportar agua azucarada (10-45 g/l) para reducir el stress producido por el transporte, que puede provocar hipoglucemia y electrolitos como Na, K y Cl para evitar una posible deshidratación de los mismos.

- El pienso debe de estar libre de polvo, en migas o trozos cribados en comederos de bandeja o papel, de manera que el área de alimentación ocupe más del 25% del área de cría. Evitaremos poner los comederos y los bebederos bajo fuentes de calor.

### **1.5. Alojamiento del pollito**

Es conveniente conocer la hora de entrega de los pollitos, para que no estén dentro de las cajas más tiempo del estrictamente necesario, ya que puede provocar la deshidratación de los mismos y por lo tanto producir una mayor mortalidad y una reducción del potencial de crecimiento de los mismos.

Se deben dejar en calma a los pollitos durante 1 o 2 horas para que se acostumbren a su nuevo ambiente y después se debe observar que todos los pollitos tengan fácil acceso al agua y al pienso. Se harán entonces los ajustes necesarios de humedad y temperatura.

A partir de los 2 o 3 días se ajustaran los bebederos y comederos a los pollos y estos se irán añadiendo a medida que se van incrementando las zonas iluminadas.

## **1.6. Manejo de la cría**

Se pueden usar dos sistemas básicos de cría, en cercos o en toda la nave.

- La cría en cercos se basa en montar unos comederos y unos bebederos adicionales alrededor de la pantalla de calefacción. La temperatura se puede medir en el exterior de la campana, a 2 m de esta y en el resto de la nave. El comportamiento del pollito es una buena guía para conseguir una temperatura adecuada para la cría, ya que estos se amontonan alrededor de las pantallas cuando tienen frío y se dispersan cuando tienen calor.

- Para la cría en toda la nave se suele partir la misma por la mitad con un toldo, para evitar calentar la granja entera con pantallas o campanas, con el consiguiente desperdicio de energía. Antes de llegar los pollos se puede ayudar a calentar el ambiente con un quemador de gasóleo.

Se suelen extender tiras de papel con pienso por encima, a la vez que se distribuyen los comederos homogéneamente a lo largo de toda la nave, para que el alimento este lo más próximo posible al pollito desde el primer día de vida.

Utilizaremos este tipo de cría porque es el método más eficaz y con él se consiguen buenos resultados.

## **1.7. Manejo general**

La calidad del aire es importantísima durante la cría, el objetivo de la ventilación es mantener la temperatura adecuada de la nave y evacuar gases nocivos como el dióxido de carbono y el amoníaco. Se puede usar la circulación interna de los ventiladores para optimizar el aire a la altura del pollito.

La humedad relativa debe mantenerse entre el 50 y el 70% para que la cama se mantenga en buen estado y no se quede seca y pulverulenta. Durante los 10 primeros días de cría es aconsejable subir la humedad hasta el 65-70% para evitar la deshidratación de las mucosas de los pollitos y reducir así el riesgo de muertes por enfermedades de corazón y de pulmón.

Si la temperatura de la nave bajara de los 20° C después del periodo de cría se podría producir un aumento del consumo de pienso para mantener su calor corporal, empeorando así el índice de conversión.

### 1.8. Terminación del pollo y carga

Nuestro objetivo será optimizar la calidad del producto en el matadero, para ello tendremos que tomar una serie de medidas:

- Si usamos programas de iluminación para modificar el crecimiento, será necesario volver a 23 horas de luz, al menos una semana antes del sacrificio.

- Se debe utilizar pienso de finalización durante 5 días antes del sacrificio para evitar la presencia de residuos coccidiostáticos.

- La contaminación bacteriana de la canal se produce por el contacto de las patas y las plumas con los excrementos del pollo durante el transporte o también en la evisceración, por lo que retiraremos el pienso unas pocas horas antes de la carga (8-10 horas antes del sacrificio) y si se usa grano entero de trigo habrá que retirarlo al menos 2 días antes de la carga.

- Si el tiempo de retirada del pienso es excesivo, el agua se extraerá del tejido muscular pasando al tracto digestivo por lo que los niveles de contaminación fecal aumentarán y disminuirá sensiblemente el rendimiento.

- Se debe permitir al máximo, el acceso de agua a los pollos durante la carga.

- Es inevitable que ocurran pérdidas de peso durante el periodo de retirada del pienso, debido a las pérdidas del pienso en el tracto digestivo por lo que el rendimiento mejorará. Se debe mostrar especial atención a que el periodo de ayuno no sea demasiado prolongado, ya que la deshidratación repercute en pérdidas de carne.

Ayuno, horas	Pérdida de peso, %
4	1,5 - 3,3
6	2,0 - 3,6
8	2,7 - 4,0
10	3,5 - 4,5
12	4,0 - 4,8
14	4,5 - 5,2
16	5,0 - 5,5
20	5,5 - 6,0
24	6,0 - 6,5

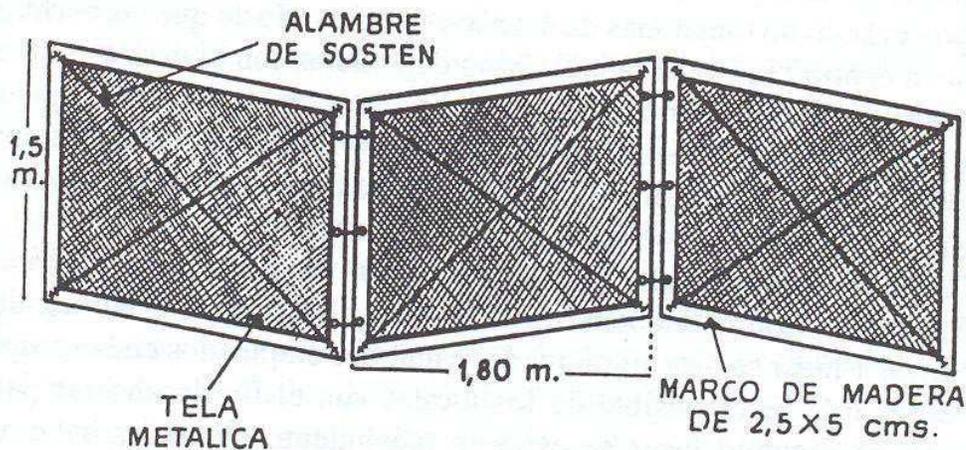
- La carga manual o a máquina de aves se debe llevar a cabo por personal entrenado y competente para evitar la lucha entre aves y a así, la aparición de segundas (arañazos, magulladuras, etc.)

- Todo el equipo de alimentación deberá levantarse por encima de la altura de la cabeza, retirado de la nave o colocado para evitar la obstrucción de las aves o del personal.

- El uso de divisiones en las naves grandes evitará amontonamientos innecesarios lo que permitirá el acceso al agua de las aves que no sean cargadas hasta el final.

- La iluminación de las naves deberá reducirse al mínimo, de forma que permita la carga de una manera segura y cuidadosa. Los mejores resultados cuando las aves están calmadas y la iluminación ha disminuido.

- Es beneficioso el uso de cortinas sobre las puertas principales siendo recomendable utilizarlas durante las horas de luz natural. La apertura de las puertas de la nave afecta a la ventilación de la misma que se controla mediante termostatos, teniendo que ser ajustados cuidadosamente por personal especializado.



- Las aves se deben coger por las patas, nunca por el muslo. Cogerlas y sostenerlas por ambas patas reduce el estrés que puede producirse por el aleteo y forcejeo de las aves. Las aves deben ser colocadas cuidadosamente en contenedores o jaulas, los contenedores producen menos estrés y daños que las jaulas.

- Los contenedores o jaulas nunca deben llenarse demasiado, reduciendo el número de aves por contenedor cuando haya altas temperaturas.

- Durante la carga, transporte y espera al sacrificio se deben proteger adecuadamente a las aves, usando calefacción o ventilación extra si fuera necesario. Se ha demostrado que los camiones con laterales cerrados dan mejor protección de las aves y un control ambiental óptimo durante el transporte.

### **1.9. Bases de iluminación para broilers**

El objetivo final de toda crianza de broilers es conseguir el máximo peso de carne al mínimo coste posible, por lo que tendremos que estimular el apetito de las aves por todos los medios, siendo uno de ellos el suministro de luz artificial para prolongar la actividad de los pollos. El broiler se aprovecha de la luz para consumir agua y pienso.

En naves con ventanas se aplica la iluminación continua con la variante de introducir una hora diaria de oscuridad, para que las aves estén acostumbradas a esta y no se produzcan asfixias por amontonamiento, a causa de un movimiento masivo de pánico en el caso de un corte del suministro eléctrico.

La fuente de iluminación puede ser fluorescente o incandescente sin que se hayan demostrado diferencias significativas en el crecimiento de los broilers, por lo que escogeremos los fluorescentes por el ahorro de energía que éstos conllevan. En cambio parece haber una interacción entre longitud de onda y crecimiento de los pollos, siendo el verde y el azul los más beneficiosos.

El control del consumo en los pollos requiere un manejo cuidadoso y especializado, es necesario conocer los rendimientos normales y potenciales en cada caso, así como vigilar las consecuencias de cada cambio y poder así conseguir un equilibrio óptimo entre conformación y peso vivo, lo cual nos permitirá evitar patologías y desequilibrios de nuestra crianza.

### **1.10. Programas de iluminación**

Los pollos se crían con 23/24 horas de luz al día, aunque se ha demostrado que programas con menos de 23 horas de luz pueden llegar a ser beneficiosos.

Los programas de luz para pollos se resumen en tres tipos principales:

- Incremento del fotoperiodo:

La duración máxima del periodo de oscuridad y el cambio en la duración del día dependerá de la latitud y estación del año. En naves abiertas es más difícil conseguir una mínima duración de las horas de luz. El amanecer y el anochecer tendrán unos efectos

beneficiosos. El amanecer evita el amontonamiento de las aves en comederos y bebederos, mientras que el anoecer favorecerá el embuchamiento.

La luz que se usa para ampliar la duración del día tendrá al menos el 30% de la intensidad de la luz natural, existiendo una clara transición de la oscuridad a la luz.

Programas de incremento del fotoperiodo para lotes de machos con crecimiento superior a 3,3 kg en naves abiertas.		
	LUZ (horas)	OSCURIDAD (horas)
0-3 días	23	1
4-21 días	10	14
21-28 días	14	10
29-35 días	18	6
36 días - sacrificio.	23	1

- Reducción del fotoperiodo:

Combina cortas duraciones de luz en el periodo crítico de 4-21 días con aumentos de la duración de la iluminación en los últimos días. Es más sencillo de utilizar favoreciendo los lotes de hembras o de mixtos.

Si existe riesgo de deshidratación se debe suministrar una hora de luz a la mitad del periodo de oscuridad entre los 4 y 7 días de oscuridad.

Programa de reducción del fotoperiodo para lotes de hembras de hasta 2 kg.		
	LUZ (horas)	OSCURIDAD (horas)
0 – 3 días	23	1
4 – 21 días	12	12
22 días al sacrificio	23	1

- Iluminación intermitente:

A pesar de que no se conoce el mecanismo exacto, se ha visto, que dar a los pollitos periodos cortos de iluminación seguidos de periodos cortos de oscuridad conlleva un mejor aprovechamiento del pienso. Estos programas se utilizan para evitar apariciones de segundas y de alteraciones en las patas.

Los programas de luz intermitente pueden ayudar en la reducción de los efectos que el estrés por calor causa sobre los rendimientos del pollo. La actividad extra inducida por los cambios regulares entre los periodos de luz y oscuridad ayuda a disipar

la acumulación de calor de las aves. En climas extremos se combina un programa de luz y alimentación intermitente haciendo coincidir la alimentación con las partes más frescas del día.

Ciertas investigaciones indican que la duración mínima del periodo de iluminación debe de ser de una hora, de lo contrario los rendimientos pueden reducirse.

Cuando se usen programas de luz intermitente se deberá aumentar el espacio de comedero y bebedero por ave, para permitir que en un periodo corto de tiempo este disponible el pienso y la bebida necesarios.

### **1.11. Objetivos de la modificación de los programas de luz**

Generalmente, cuando se encienden las luces después de largos periodos de oscuridad, aumenta la actividad del pollo. Esto no suele causar problemas, pero para prevenir el amontonamiento de las aves debe haber una adecuada disponibilidad de agua y pienso.

La intensidad de luz debe mantenerse entre 20-30 lux desde un día de edad hasta los 7-14 días. Después puede reducirse a 10 lux, de acuerdo al comportamiento de éstas, e incrementar otra vez 20-30 lux si las aves van a ser cargadas durante el día.

Durante los primeros días puede ser necesario dar una hora de luz entre el periodo oscuro, especialmente con periodos largos de oscuridad (>8 horas). Esto evitará la deshidratación de los pollitos cuando el suministro de agua es inadecuado o la humedad ambiental es baja (<40%).

La regulación de la intensidad lumínica sirve para simular el amanecer y el anochecer. El anochecer actúa como una señal para las aves cuyo periodo de oscuridad es inminente. El amanecer evita el amontonamiento en los bebederos y comederos.

La transición de la claridad a la oscuridad y viceversa debe completarse en 40-50 minutos al menos en 5 escalones.

Ejemplo:

oscuridad-0.4-0.8-1.6-3.2-6.4-20 lux

La densidad no debe exceder las limitaciones de guías de manejo ni las limitaciones prácticas de espacio de comedero y bebedero.

Para la retirada del pienso, es preferible subir los comederos antes de que estos estén vacíos. Esto reduce los daños por arañazos. Cuando los comederos no se pueden subir, se debe reducir la intensidad lumínica.

Los efectos sobre la nutrición y programas de alimentación por parte del programa de luz deberán ser mínimos. Las raciones estándar estarán de acuerdo con las recomendaciones de la estirpe.

Los datos de lote son herramientas esenciales para lograr un buen manejo del lote.

Controlar los pesos, al menos una vez por semana, realizar los ajustes necesarios en la duración de luz, para asegurar que se alcancen los objetivos de peso para esa edad.

Al menos se necesitan 3 ciclos de repetición de un programa para definir el programa correcto para una nave o lugar.

Bajo algunas circunstancias puede hacerse necesario un ajuste en el programa de alimentación. Las aves no serán capaces de compensar una reducción de peso si la nutrición es el factor limitante. Los cambios cualitativos y cuantitativos en la ingesta de pienso pueden afectar a la respuesta de las aves a los programas de iluminación. Se asume que las aves tendrán acceso *ad limitum* con un pienso adecuado.

### **1.12. Calidad del aire**

Los pollos durante su crecimiento producen gases nocivos, que alteran la calidad del aire del interior de la nave, los principales contaminantes son el amoníaco, el dióxido de carbono, el polvo y el vapor de agua. Estos gases deben de ser regulados mediante la ventilación, creando un equilibrio entre ventilación y temperatura.

Los efectos desfavorables de estos contaminantes son:

- Efecto directo que tienen algunas sustancias como el amoníaco y el polvo sobre la superficie pulmonar que pueden llegar a dañar físicamente al ave si se encuentran en altas concentraciones. El daño del pulmón provoca una menor resistencia frente a enfermedades e incluso puede llegar a afectar al crecimiento y al rendimiento del pollo.

- La presencia de altas concentraciones de gases nocivos puede disminuir la absorción de oxígeno por simple competencia química, es el caso del dióxido de carbono que en concentraciones altas limita la entrada de oxígeno. Con concentraciones bajas de oxígeno la ascitis puede llegar a ser un problema.

TABLA 1: Efectos de los contaminantes más comunes en el aire.	
Amoniaco	Puede detectarse por olor a partir de 20 ppm > 10 ppm puede dañar la superficie del pulmón. > 20 ppm puede incrementar el riesgo a enfermedades respiratorias. > 50 ppm puede reducir la tasa de crecimiento.
Dióxido de carbono	0.35% causan nódulos cartilagosos en el pulmón, que pueden estar asociados a Ascitis. En grandes concentraciones causa la muerte.
Polvo	Daños en la superficie del pulmón. Incrementa la susceptibilidad a enfermedades.
Humedad	Los efectos varían con la temperatura. A 29°C, 70% de HR puede limitar el crecimiento. La calidad de la cama empeora con niveles altos de HR, por lo que puede aumentar el problema de la coccidiosis.

### 1.13. Calidad del agua

La composición corporal de un pollito de un día está formada por un 80% de agua, para su crecimiento necesita 4 litros de agua por cada kg de ganancia de peso, de los cuales el 75% proviene del agua de la bebida y el resto del pienso.

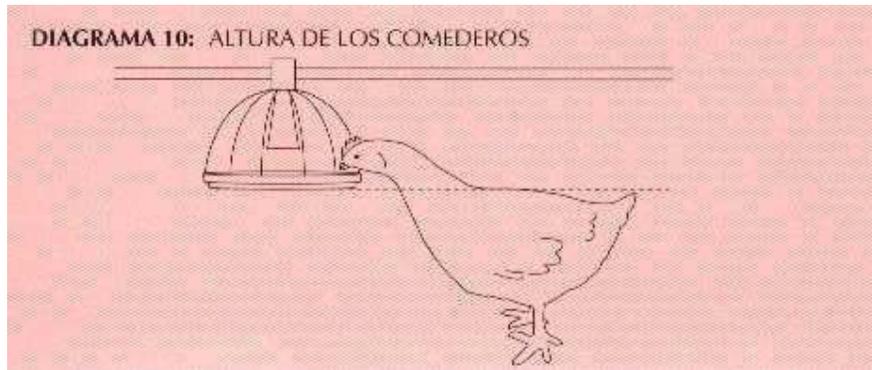
Si el agua es un factor limitante se reducirá la tasa de crecimiento, los requerimientos de agua aumentan con las altas temperaturas y con altos niveles de sal o proteína en el pienso, una deshidratación del 20% puede producir la muerte.

El agua muy fría o muy caliente puede reducir la ingesta y por lo tanto el crecimiento, por lo que es aconsejable renovar el agua de los circuitos para asegurar el enfriamiento de esta.

### 1.15. Sistemas de alimentación.

En los primeros días de vida, daremos a los pollitos pienso en forma de migas sobre hojas de papel para facilitarles el acceso al alimento. A partir del 2º o 3º día, adaptaremos paulatinamente a los pollitos al sistema de alimentación de la granja.

Independientemente del tipo de comedero es importante subir el nivel de los comederos de acuerdo con el crecimiento del pollo, debiéndose ajustar de manera que los comederos estén a la altura del dorso del ave. Así el comedero elegido será uno a base de tolvas.



## **2. MANEJO DEL ESTRÉS POR CALOR**

En verano y en ciertas localizaciones geográficas el estrés por calor puede llegar a ser un problema ya que tiene efectos sobre el crecimiento y mortalidad.

La temperatura corporal de un pollito de carne es de 41° C. Cuando la temperatura ambiental excede de 35°C aumenta el estrés en los pollos.

Los pollitos regulan su temperatura corporal por dos métodos. Cuando el rango de temperatura se sitúa entre 13-25°C la pérdida de calor se produce fundamentalmente a través de la radiación y de la convección con el ambiente ya que está más frío (pérdidas de calor sensible).

Cuando la temperatura sube por encima de los 30°C la mayoría de la pérdida de calor se produce por la refrigeración evaporativa y el jadeo, por lo que se incrementa la tasa de respiración (pérdida de calor insensible).

Las pérdidas de calor por evaporación disminuyen cuando se incrementa la humedad. Cuando los pollos sufren un estrés por calor, sube la temperatura rectal, se incrementa el ritmo cardíaco y la tasa metabólica, y la oxigenación de la sangre disminuye. El estrés fisiológico inducido por estas reacciones puede causar la muerte.

### Acciones inmediatas a corto plazo:

- Reducción de la densidad de las aves.
- Asegurar que en todo momento el ave tenga agua fresca. Un correcto aislamiento de depósitos y tuberías puede ayudar a reducir el estrés por calor.
- Evitar alimentar durante la parte más calurosa del día, se puede adaptar el uso de un sistema de alimentación intermitente, servirá para mover a las aves regularmente desde su zona de descanso, y por tanto disipar calor al ambiente.
- Este es el mejor logro que se obtiene por el uso de un programa de luz intermitente.
- Suministrar corrientes de aire a una velocidad de 3 m/s a nivel de las aves. Se pueden instalar ventiladores suplementarios.
- Mantener la cama seca. Una cama húmeda aumentará la humedad relativa.

- Un suplemento en el agua de 19 g de vitamina C + 0,3 g de ácido salicílico por litro reduce el estrés por calor.

#### Acciones a largo plazo

- Los machos son más vulnerables al estrés por calor que las hembras. Los pollos de más edad (más pesados) tienen una mayor susceptibilidad. El incremento de densidad de las aves aumentará el efecto del estrés por calor.

#### Aclimatación

Un periodo de acondicionamiento a altas temperaturas durante la primera semana puede reducir los efectos del calor al final del periodo de crecimiento. Esto se puede lograr sometiendo a las aves de 5 días de edad a temperaturas de 36-38°C durante 24 horas.

#### Alojamiento y equipo

Las naves se deben situar en terrenos bien drenados y donde exista movimiento de aire. La mejor orientación es la Este-Oeste (siempre que no coincida la dirección del viento predominante con la de los ventiladores) ya que evita la entrada directa de la luz solar.

El alero del tejado debe ser suficiente si se quiere suministrar una zona de sombra adicional. El aislamiento de paredes y tejado correcto, un posible tejado reflectante y una velocidad de ventilación de 3 m/sg reducirán significativamente el efecto de las altas temperaturas.

#### Nutrición

Después de optimizar el control ambiental y el manejo con el fin de reducir el estrés por calor es posible obtener otros beneficios adicionales gracias al cambio en la composición del pienso.

Cuando existen condiciones de temperaturas altas se debe prestar una atención especial a la calidad del pienso. Con estas temperaturas se incrementan los riesgos de adulteración del pienso debido al crecimiento de hongos o a la pérdida de vitaminas. Se

aconseja la adición separada de los correctores minerales y vitamínicos, al igual que la exclusión del cloruro de colina del corrector.

Los dos principales cambios que pueden realizarse en la composición del pienso, son el ajuste de los niveles de nutrientes de acuerdo *al* menor consumo y la reducción del incremento de energía del pienso. El cambio de formulación puede en sí mismo tener un efecto directo sobre el estrés por calor. Por lo que puede ser ventajoso la utilización de un pienso bien balanceado de alta calidad.

El incremento de la densidad de nutrientes en el pienso puede dar buenos resultados, ya que puede permitir una capacidad de respuesta del ave, que se traduzca en una mejora del crecimiento. La efectividad dependerá del grado de estrés por calor.

Como guía aproximada, la ingesta se reduce un 5% por cada grado que sube entre los 32-38° C, comparado con el 1-1,5% de reducción que se produce entre los 20-30° C. Cuando la ingesta disminuye de un 5-10%, se pueden incrementar la concentración de nutrientes en esa misma proporción. Es importante el ajuste de los niveles de proteínas, minerales y vitaminas en el pienso. También se debe mantener la ingesta de coccidiostatos y medicamentos.

En ciertas ocasiones, bajo condiciones de estrés por calor, el consumo de energía puede limitar los resultados, por lo que un aumento de energía del pienso puede llegar a ser beneficioso. La inclusión de la grasa como fuente de energía a expensas de los carbohidratos, ayudará a estimular la ingesta.

Si se reduce el consumo de pienso, puede ser beneficioso incrementar los niveles de proteína y aminoácidos, pero esto no tendrá ningún efecto si se realiza bajo condiciones en las que el ave ya no pueda responder. El ave tiene que eliminar el exceso de proteína por desaminación y excreción, generándose en estos procesos un incremento de calor. Por estas mismas razones, bajo circunstancias de estrés por calor, los requerimientos de aminoácidos deben ser los más bajos posibles sobre el contenido total de proteína. El uso de fuentes ricas en proteína y de aminoácidos sintéticos, puede ayudar a mejorar estos objetivos.

Las aves que sufren un estrés por calor presentan niveles reducidos de dióxido de carbono y bicarbonato en plasma. Además, el jadeo induce a una alcalosis respiratoria. Estas deficiencias pueden corregirse con la administración de una amplia variedad de suplementos, bien sea en pienso o en agua.

Este estrés también produce una pérdida de potasio que puede corregirse mediante la administración de cloruro potásico. Todos estos suplementos son beneficiosos ya que actúan estimulando el consumo de agua.

A continuación se explica en una tabla las temperaturas que se deberían conseguir para un buen estado de los pollos a lo largo de su vida, todo esto separado en función del sistema utilizado que puede ser cría en toda la nave o en la cría con campanas.

Temperaturas de cría					
Cría en toda la nave.		Cría con campanas			
Edad (días)	Temperatura (°C)	Edad (días)	Temperatura °C		
			Exterior campana	A 2 m de la campana	Bordes de la nave
1	29	1	30	27	25
3	28	3	29	26	24
6	27	6	28	25	23
9	26	9	27	25	23
12	25	12	26	25	22
15	24	15	25	24	22
18	23	18	24	24	22
21	22	21	23	23	22
24	21	24	22	22	21
27	21	27	21	21	21

El comportamiento del pollito es una buena guía de la correcta temperatura de cría. Los pollitos se deben repartir a lo largo de área de cría. En el siguiente esquema se ve como el comportamiento de los pollitos nos puede dar indicaciones de cómo esta la temperatura en la nave.

### **3. PROGRAMAS DE ALIMENTACIÓN PARA BROILERS**

Los pollitos industriales se alimentan básicamente de pienso compuesto y agua, ambos deben ser productos inocuos, perfectamente asimilables y capaces de aportar los requerimientos nutritivos de las aves en cualquier momento de su vida. Se evitará la acumulación excesiva de cantidades de pienso para evitar que este pierda calidad y así este, se mantenga siempre lo más fresco posible y evitar su posible enmohecimiento.

Generalmente el cambio de pienso durante la vida del pollo suele basarse en la edad del pollo o bien por el peso de este, distinguiendo 3 o 4 tipos diferentes de pienso:

- Pienso de arranque: durante la primera semana de vida, en forma de harina o migajas.
- Pienso de crecimiento: Del 7º día al 20º y de tipo granulado.
- Pienso de engorde: Del 20º al 42º y también granulado.
- Pienso de finalización: exento de cualquier tipo de medicamentos con el fin de que no queden restos de antibióticos en la carne del pollo y puedan pasar al ser humano.

Los piensos de crecimiento y engorde se pueden englobar como piensos de un solo tipo.

Las necesidades alimenticias serán satisfechas con un suministro ad-libitum de pienso compuesto, fabricado por la propia empresa integradora cuya composición variará en función de las necesidades nutritivas de desarrollo de los animales.

*Características básicas de los piensos utilizados para los pollos de carne.*

<i>Características</i>	<i>Arranque (0-7 días)</i>	<i>Crecimiento (8-35 días)</i>	<i>Acabado (36 días-sacrificio)</i>
Energía metabolizante (kcal/kg)	3.000-3.120	3.000-3.120	3.000-3.120
Proteína bruta (%)	21,5-22,5	21,5-23,0	19,00-20,50
• Lisina (%)	1,12-1,16	1,07-1,10	0,9-0,94
• Metionina (%)	0,45-0,47	0,45-0,47	0,36-0,38
• Metionina + Cistina (%)	0,82-0,85	0,78-0,81	0,67-0,7
• Treonina (%)	0,81-0,86	0,87-0,89	0,75-0,76
• Triptófano (%)	0,27-0,32	0,28-0,29	0,23-0,24
Fibra bruta (%)	2,9	2,9	3,5
Grasa bruta (%)	4,5	4,5	6
Minerales (%)	5,4-5,6	5,2-5,3	5,0-5,5
• Calcio (%)	0,8-0,9	0,7-0,73	0,70-0,80
• Fósforo total (%)	0,70-0,75	0,62-0,63	0,58-0,59
• Fósforo disponible (%)	0,42-0,44	0,39-0,40	0,35-0,36
Xantofilas (ppm)	—	11,1-11,2	21-21,5
Acido linoleico (%)	1,5-1,6	1,5-1,6	1,5-1,6

*Características básicas del pienso de «acabado o terminación»  
par el pollo de carne.*

<i>Características</i>	<i>Acabado 50 días al sacrificio</i>
Energía metabolizable	3.000-3.120
Proteína bruta (%)	17,5-18,5
• Lisina (%)	0,80-0,85
• Metionina (%)	0,30-0,35
• Metionina + Cistina (%)	0,65-0,75
• Treonina (%)	0,65-0,75
• Triptófano (%)	0,20-0,22
Fibra bruta (%)	3,50-4,00
Grasa bruta (%)	5,50-6,00
Minerales (%)	4,50-5,00
• Calcio (%)	0,70-0,75
• Fósforo total (%)	0,55-0,58
• Fósforo disponible (%)	0,30-0,35
Xantofilas (ppm)	21,00-21,50
Acido linoleico (%)	1,50-1,60

## 4. HIGIENE Y SANIDAD

Los pollitos de un día deben proceder de lotes de reproductoras que tengan ambientes correctos en puesta y en incubación, cumplir los protocolos de bioseguridad que aseguren un correcto estado sanitario. El mantenimiento de un buen estado sanitario de las granjas de pollos es esencial para optimizar los rendimientos de los lotes, ofreciendo un ambiente satisfactorio donde el bienestar del ave no se vea comprometido y asegurar una calidad de la carne de pollo al consumidor.

Para la consecución de la máxima productividad y con correcto estado sanitario de los lotes de pollos es esencial la realización de un riguroso programa de limpieza y desinfección. Dicho programa debe prestar una atención especial a:

- Limpieza y desinfección
- Bioseguridad.
- Eliminación de aves muertas

### 4.1. Limpieza y desinfección

#### Objetivo

Tiene como objetivo eliminar los residuos procedentes del lote anterior y asegurar que el ambiente no contenga microorganismos patógenos que pudieran afectar a la salud, bienestar y rendimiento de los futuros lotes.

#### Retirada de la cama

En primer lugar, se deben desconectar los sistemas eléctricos y de ventilación, después seguir este proceso:

1. Rociado: Rociar dentro de la nave con una mochila de baja presión o un atomizador una solución desinfectante, desde el techo al suelo, para humedecer el polvo antes de retirar la cama y el equipo.
2. Retirada del equipo: Se debe retirar todo el equipo (bebederos, comederos, etc.) de la nave y depositar en el área exterior de hormigón.
3. Eliminación del polvo: Se debe eliminar toda acumulación de polvo y suciedad de las palas de los ventiladores, cornisas y otras construcciones donde se acumule el polvo, mediante el cepillado, de forma que caiga el polvo sobre la cama.

4. Retirada de la cama: Situar los depósitos/remolques de recogida dentro de la nave, antes del llenado. Cubrir los depósitos/remolque una vez llenos, con el fin de prevenir que el polvo y la cama se desparrame en el exterior.

Las ruedas de los vehículos se deben limpiar una vez que salen de la nave.

### Lavado

En primer lugar se debe desconectar la electricidad de la nave.

Se puede usar una hidrolavadora a presión con detergente para eliminar los restos de suciedad que hayan quedado.

Sacar todo el equipo de la nave fuera de ésta, sobre un área exterior de hormigón para remojar y lavar.

Dentro de la nave hay que prestar una atención especial a:

- Caja de ventiladores.
- Conductos de ventilación.
- Ventiladores.
- Parte superior de las vigas.
- Puntos de luz.
- Tuberías de agua y gas.

Para asegurar que se realiza una limpieza correcta en los lugares más inaccesibles, se recomienda el uso de tarimas móviles e iluminación portátil.

También se lavará el exterior de la nave, prestando especial atención a:

- Ventiladores.
- Canalones.
- Caminos de hormigón.

Aquellos materiales que no pueden lavarse (cartón) deben eliminarse.

Cuando se haya terminado el lavado no deberá verse ningún resto de cama, polvo ni plumas. Un lavado correcto requiere tiempo y atención especial.

### Agua y sistemas de alimentación

Todo el equipo de la nave se debe limpiar y desinfectar. Después de la limpieza es esencial que el material se almacene bajo techo.

El método de limpieza del sistema de bebida es el siguiente:

1. Drenaje de los depósitos y tuberías.
2. Eliminación de los sedimentos del depósito.
3. Lavado con detergente tanto en el exterior como en el interior de tapaderas y tuberías de conexión.
4. Llenar los depósitos y tuberías con una solución de hipoclorito sódico, dejar reposar 24 horas. Drenar el sistema y limpiar con agua clara.

El procedimiento de limpieza del sistema de alimentación es:

1. Lavar y desinfectar el equipo de alimentación (cadena, canaletas y platos).
2. Vaciar silos y tubos de conexión.
3. Una vez limpio cerrar todas las aberturas.
4. Fumigar siempre que sea posible. La fumigación se debe hacer de acuerdo a las Normas de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

#### Control de roedores

Es importante prevenir la entrada de roedores y aves salvajes dentro de la nave ya que transmiten enfermedades y comen pienso. Como ejemplo se puede seguir el siguiente procedimiento:

1. Reparar las posibles entradas en paredes y techos.
2. Las puertas deben cerrar correctamente sin existencias de aberturas.
3. Vigilar cualquier escape en el sistema de alimentación. Un fácil acceso al pienso fomenta la aparición de estos animales.
4. En naves abiertas las ventanas deben cubrirse con alambra y repararla si está dañada.

### Desinfección

La desinfección no debe realizarse hasta que todo el edificio (incluido el exterior) se haya limpiado con minuciosidad y las reparaciones hayan terminado.

Los desinfectantes no son efectivos si existe suciedad y materia orgánica. Cuando se usan desinfectantes, se deben seguir las recomendaciones del fabricante. Los desinfectantes se pueden aplicar con hidrolavadora, atomizador o con una sulfatadora de mochila.

### Fumigación

La fumigación es peligrosa para animales y humanos. Los operarios deben vestir ropas protectoras (mascarillas, protección de ojos, guantes) y como medida de seguridad deben realizarla al menos dos trabajadores.

Cuando la fumigación se realiza seguidamente a la desinfección, se deben humedecer las superficies. Las naves se calentarán a 21° C. La fumigación no es efectiva a temperaturas bajas y a una humedad relativa menor del 65%.

Se deben cerrar (sellar) puertas, ventanas y ventiladores.

Usar las recomendaciones del fabricante.

Después de la fumigación la nave debe permanecer cerrada 24 horas con carteles claros de PROHIBIDA LA ENTRADA.

La nave se ventilará antes de permitir la entrada de nadie.

Cuando se coloque la viruta o paja se pueden seguir los mismos pasos.

### Exteriores

Es necesario que el exterior se limpie a conciencia.

Lo mejor es que las naves estén rodeadas de un área de 3 metros de hormigón. Donde esto no se cumpla se debe tener la superficie:

- Libre de vegetación.
- Libre de maquinaria y equipo.
  
- Estar a nivel

- Estar bien drenada. Libre de estancamientos de agua.

Se debe prestar una atención especial en las siguientes áreas:

- Exteriores de los ventiladores y extractores.
- Caminos de acceso.
- Entradas y alrededores de puertas.

Las partes exteriores de hormigón se deben limpiar y desinfectar de igual forma que los interiores.

#### **4.2. Bioseguridad**

Prevenir la entrada de agentes patógenos que puedan afectar a la salud, bienestar, manejo y calidad del pollo, así como la aceptación de la carne de pollo por el consumidor.

La salud del pollo puede verse afectada por patógenos específicos de aves, como el *Mycoplasma* o la Salmonera. Pueden transmitirse al pollo tanto por vía vertical desde el lote de reproductoras como de forma horizontal debido a las escasas condiciones de bioseguridad.

La presencia de enfermedades tales como la salmonelosis que afecta a animales y al hombre (zoonosis) puede influir en la aceptación de la carne de pollo para el consumo humano.

Para minimizar la posibilidad de estas infecciones y mantener una buena salud, son básicas las condiciones higiénicas siguientes:

Una sola edad por ave (todo dentro, todo fuera).

Sólo deben permitirse las visitas imprescindibles a la granja. Todos los visitantes deben firmar en el libro de visitas y debe incluirse una relación de las granjas anteriormente visitadas.

- Facilitar ropas protectoras y duchas a todos los visitantes.
- Lavabo de manos y jabón desinfectante.
- Pediluvios a la entrada de cada nave. El desinfectante se debe cambiar a días alternos o de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.
- Emplear métodos de desinfección para los vehículos visitantes.
- Evitar la entrada de aves salvajes y roedores a la nave.

- Fabricación del pienso con controles adecuados de *salmonella*.

#### **4.3. Eliminación de aves muertas**

Eliminar de forma rutinaria las aves muertas o sacrificadas de la nave para evitar la aparición de microorganismos patógenos y la posible transmisión de enfermedades a las aves sanas.

Todas las aves muertas o sacrificadas se deben sacar de la nave tan pronto como sea posible. Los mejores métodos de eliminación son la incineración y el enterramiento. La incineración mediante gas o gasóleo es completa e higiénica, presenta el inconveniente de ser más cara ya que la combustión de las aves muertas es lenta.

No es recomendable eliminar diariamente las aves muertas a zanjas que después se cubren parcialmente con tierra. Las zanjas atraen a los carroñeros que actúan como fuentes de contaminación y transmisores de enfermedades. La realización de pozos con tapaderas bien ajustadas, es más barato y eficaz. Las canales se descomponen sin aditivos químicos convencionales.

# **ANEJO 10**

## **Viabilidad económica**

## ÍNDICE

<b>1. ANÁLISI DE LA INVERSIÓN.....</b>	<b>3</b>
<b>1.1. Índices de rentabilidad .....</b>	<b>3</b>
<b>1.2. Financiación.....</b>	<b>3</b>
<b>1.3. Flujos de caja .....</b>	<b>3</b>
<b>1.4. Viabilidad de la inversión.....</b>	<b>6</b>

## 1. ANALISIS DE LA INVERSIÓN

### 1.1. Índices de rentabilidad

En este apartado se va a estudiar la viabilidad de la inversión, que asciende a la cantidad de seiscientos noventa y un mil setecientos treinta y nueve euros con veinticinco céntimos (691.739,25 €), gastos generales y beneficio industrial incluidos.

Para ello se calcularán los índices de rentabilidad VAN y TIR.

- *V.A.N. (Valor Actual Neto):*

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

Para calcularlo, es necesario prefijar la vida útil del proyecto (n), así como estimar la tasa de actualización (r) y considerando que el mercado de capitales es perfecto.

- *T.I.R. (Tasa Interna de Rentabilidad):*

Índice de rentabilidad relativo, es la tasa de actualización que hace el V.A.N. de la inversión igual a cero, reflejando la rentabilidad anual por euro invertido.

Condicionantes para el análisis de rentabilidad:

- Vida útil del proyecto,  $n = 25$  años

- Tasa de actualización sin inflación,  $r = 0,05$  (5%)

### 1.2. Financiación

Requeriremos un préstamo de 600.000 € de cuota constante a 7 años y con un interés del 4,5%.

### 1.3. Flujos de caja

Para determinar el flujo de caja ordinario, se considerará la diferencia entre cobros y pagos generados por la actividad.

Objetivos de producción:

- Ciclos de producción anuales..... 6 crianzas
- Periodo de engorde ..... 45 días
- Pollitos entrados..... 50.400
- Porcentaje medio de bajas..... 4%
- Aves salidas ..... 48.384
- Índice de transformación ..... 1,85
- Peso vivo..... 2,5 kg

Para la estimación de los cobros ordinarios y pagos ordinarios hemos creído conveniente preguntar a explotaciones de parecidas dimensiones con el fin de que los datos sean más realistas.

Cobros ordinarios:

En los cobros ordinarios tendremos la liquidación que nos hace la cooperativa por ave y al año resultará:

$$48.384 \cdot 6 = 290.304 \text{ aves vendidas/año}$$

$$290.304 \text{ aves/año} \cdot 0,40 \text{ €/ave} = 116.122 \text{ €/año}$$

Además de este cobro, al final de cada año percibiremos otra cuota que dependerá de los rendimientos que hayamos obtenido durante nuestras crianzas, en nuestro caso el ganadero percibe 0,3 €/ave de los cuales la cooperativa se queda con el 50% para el fondo cooperativo, por lo que nuestro ganadero percibirá:

$$290.304 \text{ aves/año} \cdot 0,15 \text{ €/ave} = 43.546 \text{ €/año}$$

Cobros totales:

$$116.122 + 43.546 = \mathbf{159.668 \text{ €/año}}$$

Pagos ordinarios:

Tanto los gastos del propano como en electricidad y agua entre otros nos han sido facilitados en €/ave y son los siguientes:

- Gastos en propano.....0,04 €/ave · 290.304 = 11.612 €
- Gastos en electricidad .....0,05 €/ave · 290.304 = 14.515 €
- Gastos en mano de obra..... 1 UTH · 15.000 €/UTH = 15.000 €
- Gastos en yacija ..... 9.000 kg · 6 cranzas · 0,05 €/kg = 2.700 €
- Gastos generales y agua.....9.000 €/año

TOTAL DE PAGOS ..... **52.827 €/año**

Cálculo de los flujos de caja:

Los valores de los flujos de caja se han calculado mediante una tabla Excel y cuyos resultados se adjuntan en la siguiente tabla para las condiciones económicas consideradas anteriormente.

AÑO	COBRO ORD	COBRO FINAN	PAGO ORD	PAGO FINAN	PAGO INVERS	FLUJO CAJA
0		600.000			691.379,25	<b>-91.379,25</b>
1	159.668		52.827	100.081		<b>6.760</b>
2	159.668		52.827	100.081		<b>6.760</b>
3	159.668		52.827	100.081		<b>6.760</b>
4	159.668		52.827	100.081		<b>6.760</b>
5	159.668		52.827	100.081		<b>6.760</b>
6	159.668		52.827	100.081		<b>6.760</b>
7	159.668		52.827	100.081		<b>6.760</b>
8	159.668		52.827			<b>106.841</b>
9	159.668		52.827			<b>106.841</b>
10	159.668		52.827			<b>106.841</b>
11	159.668		52.827			<b>106.841</b>
12	159.668		52.827			<b>106.841</b>
13	159.668		52.827			<b>106.841</b>
14	159.668		52.827			<b>106.841</b>
15	159.668		52.827			<b>106.841</b>
16	159.668		52.827			<b>106.841</b>
17	159.668		52.827			<b>106.841</b>
18	159.668		52.827			<b>106.841</b>
19	159.668		52.827			<b>106.841</b>
20	159.668		52.827			<b>106.841</b>
21	159.668		52.827			<b>106.841</b>
22	159.668		52.827			<b>106.841</b>
23	159.668		52.827			<b>106.841</b>
24	159.668		52.827			<b>106.841</b>
25	159.668		52.827			<b>106.841</b>
Tasa Actualización (r%)			5,00%			
VAN			<b>834.964,91</b>			
TIR			<b>27,26%</b>			

#### **1.4. Viabilidad de la inversión**

Para conocer los índices de rentabilidad comentados en el apartado 1 se ha utilizado una tabla excel para calcular:

- V.A.N. = 834.964,01

- T.I.R. = 27,26%

Puesto que el valor del V.A.N. es positivo y el T.I.R. es superior al tipo de interés considerado, llegamos a la conclusión de que el proyecto es viable desde el punto de vista de la rentabilidad de la inversión.

Cabe destacar que aunque desde el punto de vista de los índices anteriormente calculados la inversión sea rentable, la realidad es otra, ya que hoy en día es muy difícil conseguir un préstamo y más si cabe con las características de éste.

Por lo tanto, esta inversión solo sería rentable si el promotor pudiera hacer frente a un desembolso económico inicial muy elevado y además pudiera disponer de dicho préstamo.