



## Proyecto Fin de Carrera

# PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE UNA EXPLOTACIÓN DE GANADO PORCINO DE CEBO EN ALMUDÉVAR (HUESCA)

**Autor:** Laura Justes Mallada

**Enseñanza:** Ingeniería Técnica Agrícola

**Director:** Mariano Vidal Cortés

**PONENTE:** Laura Justes Mallada

**Fecha:** Mayo-2015

# ÍNDICE DEL PROYECTO

## MEMORIA

## ANEXOS

- ANEXO 1.- JUSTIFICACIÓN URBANÍSTICA
- ANEXO 2.- ESTUDIO CLIMÁTICO
- ANEXO 3.- ESTUDIO DEL SECTOR
- ANEXO 4.- GENÉTICA
- ANEXO 5.- ALIMENTACIÓN
- ANEXO 6.- MANEJO GENERAL
- ANEXO 7.- SANIDAD ANIMAL
- ANEXO 8.- PURÍN
- ANEXO 9.- CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS
- ANEXO 10.- INSTALACIONES
- ANEXO 11.- ELEMENTOS DE LA INSTALACIÓN
- ANEXO 12.- INSTALACIÓN ELÉCTRICA
- ANEXO 13.- PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS
- ANEXO 14.- PLAN DE CONTROL DE CALIDAD DE LA OBRA
- ANEXO 15.- PRODUCCIÓN Y GESTIÓN DE RESIDUOS DE LA OBRA
- ANEXO 16.- ESTUDIO DE VIABILIDAD ECONÓMICA

## PLANOS

## PLIEGO DE CONDICIONES

## ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

- MEMORIA
- DOCUMENTACIÓN GRÁFICA
- PLIEGO DE CONDICIONES
- PRESUPUESTO

## PRESUPUESTO

**MEMORIA**

## **MEMORIA**

1.- Objeto del proyecto .....	Pág. 1
2.- Situación y emplazamiento .....	Pág. 1
3.- Funcionamiento de la explotación.....	Pág. 1
4.- Clasificación de la explotación .....	Pág. 2
5.- Construcciones de la explotación .....	Pág. 2
5.1.- Nave .....	Pág. 2
5.2.- Balsa de purín .....	Pág. 3
5.3.- Vado de desinfección.....	Pág. 4
5.4.- Fosa de cadáveres.....	Pág. 4
6.- Instalaciones .....	Pág. 5
6.1.- Alimentación.....	Pág. 5
6.2.- Fontanería.....	Pág. 5
6.3.- Ventilación .....	Pág. 6
6.4.- Calefacción.....	Pág. 6
6.5.- Electricidad .....	Pág. 7
7.- Manejo .....	Pág. 7
8.- Purines .....	Pág. 8
9.- Resumen general del presupuesto .....	Pág. 9
10.- Viabilidad económica .....	Pág. 10
11.- Normativa .....	Pág. 11
12.- Bibliografía .....	Pág. 13

## 1.- OBJETO DEL PROYECTO

El objeto del presente proyecto es la construcción de una explotación porcina de cebo con una capacidad de 1900 cabezas. El proyecto constará de una serie de anejos en el que se especificarán detalles como manejo, normativa, sanidad, y otros factores que ayudarán a que la futura puesta en marcha de la explotación resulte rentable

## 2.- SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

La explotación se proyecta en el T.M. de Almudévar. Los datos de situación de la explotación porcina de cebo son los que aparecen en la tabla 1.1.

TABLA 1.1.-SITUACION	
COORDENADAS UTM X	697.355
COORDENADAS UTM Y	4.661.965
HUSO	30
ALTITUD	445
TÉRMINO MUNICIPAL	Almudévar
ACCESO	Camino rural
POLÍGONO	14
PARCELA	317
SUPERFICIE	164.096 m <sup>2</sup>
CALIFICACIÓN DEL TERRENO	Rústico
USO CARACTERISTICO	Agropecuario

Los planos 1, 2 y 3 hacen referencia al emplazamiento de la parcela.

## 3.- FUNCIONAMIENTO DE LA EXPLOTACIÓN

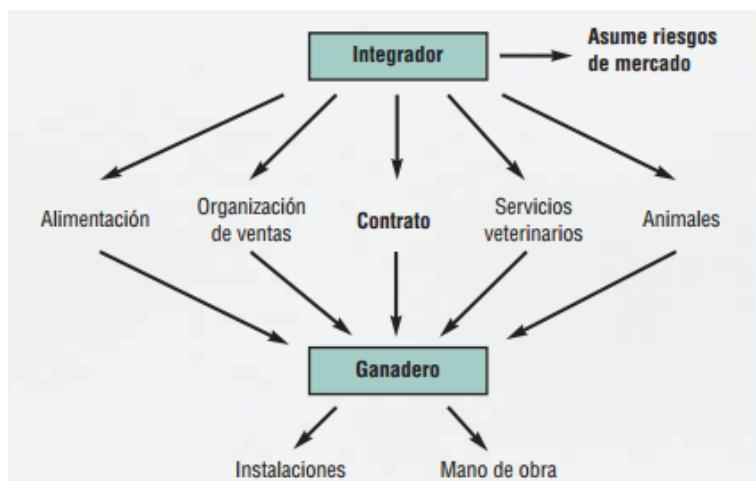
El sistema elegido para nuestra explotación es el denominado *wean to finish* (WF). El sistema de producción *wean to finish* consiste en el traslado de los lechones recién destetados desde las naves de maternidad a unas instalaciones donde permanecerán hasta el sacrificio. La fase de cebo en sistemas *wean to finish* tiene lugar después del destete, desde los 21 días aproximadamente hasta el peso final de sacrificio, generalmente entre 100 y 105 kg de peso. No es un manejo muy extendido; sin embargo, sus ventajas hacen posible que, a medio plazo, pueda convivir con los sistemas convencionales de producción.

El tiempo de permanencia será de unos 165 días aproximadamente. Se adoptará en método todo dentro – todo fuera y contando con el tiempo de vacío sanitario para limpieza y desinfección, se realizarán 2 ciclos de cebo al año.

La explotación formará parte de una integración vertical. La empresa integradora suministra los cerdos y los gastos que generen, como pienso, mano de obra especializada, medicamentos, etc., mientras que el propietario pone el terreno, las instalaciones y corre con los gastos de luz, agua y mano de obra no especializada.

#### 4.- CLASIFICACIÓN DE LA ACTIVIDAD

En función de su producto final nuestra explotación es una explotación de cebo. Nuestra explotación corresponde a las denominadas de integración vertical que se fundamenta en una relación contractual entre integrador y ganadero



#### 5.- CONSTRUCCIONES DE LA EXPLOTACIÓN

##### 5.1.- NAVES

La nueva explotación constará de dos naves, cuyo eje longitudinal tendrá una orientación Noroeste-sureste, con dimensiones interiores de 60 x 14m, teniendo una superficie útil de 840 m<sup>2</sup> cada una.

Las naves estarán dispuestas longitudinalmente y separadas por un almacén central que contendrá las oficinas, vestuarios y una sala para las calderas y el motor generador de electricidad y almacén.

La cimentación consiste en zapatas individuales y una riostra de atado, mediante la cual se unirán todas las zapatas. También se dispondrán dos riostras transversales por nave. Todo de hormigón HA-25/B/20/IIa, el de limpieza HL-150/P/20 y acero B- 500-S para su armado.

Se construirán zapatas para el apoyo de los 11 pórticos prefabricados. Dichas zapatas tendrán unas dimensiones de 2 x 1,5 x 1,2 metros de alto. Las riostras serán de 0,4 x 0,4 metros.

La estructura de las naves será a base de pórticos prefabricados de hormigón armado, de 3 metros de altura en arranque de cubierta y 14 metros de luz. La separación entre pórticos será de 6 metros. La cubierta tendrá un 20 % de pendiente.

La estructura superior será a base de viguetas de hormigón, con un momento flector ultimo y esfuerzo cortante iguales o superiores a los calculados en el Anejo de Cálculos Constructivos (ANEXO 9).

La cubierta es de dos aguas con una altura de coronación de 4,4 m y una pendiente del 20%. Estará formada por paneles tipo sándwich especialmente diseñadas para instalaciones porcinas.

## 5.2.- BALSA DE PURÍN

La opción adoptada para la construcción será una balsa excavada en el terreno, de dimensiones:

- Base mayor: 35 x 15 m
- Base menor: 29 x 9 m
- Profundidad: 3 m
- Resguardo: 10 % de la capacidad
- Talud: 1/1 (h/v)
- Capacidad útil: 1.152 m<sup>3</sup>

Puesto que la capacidad de las fosas interiores de purines pueden computarse como parte integrante del sistema de almacenamiento, consideraremos los canales de deyección del interior de las naves ganaderas. La nave ganadera dispone de 8 canales de 60 m de longitud por 1,80 m. de anchura y 0,50 m. de profundidad, con una capacidad total de 432 m<sup>3</sup>.

Entre la balsa y los canales se tiene una capacidad de almacenamiento de 1.584 m<sup>3</sup>, superior a los 1.500 m<sup>3</sup> necesarios según normativa.

La solera será de hormigón armado HA-25/B/20-IIa+Qa de 15 cm de espesor con malla electro-soldada de acero B 500 T con redondos de 8 mm cada 15 cm en las dos direcciones.

La fosa estará protegida por una valla metálica perimetral de 2 m de alta con 2 puertas de 4 m de anchura para el acceso de vehículos. El material utilizado será el mismo que el empleado para el vallado perimetral.

### **5.3.- VADO DE DESINFECCIÓN**

El badén de desinfección se ubicará a la entrada de la explotación, de manera que cualquier vehículo que entre deberá cruzarlo. Se llenara con una solución desinfectante con el objetivo de eliminar cualquier parásito que pudieran contener los neumáticos de los vehículos. Se renovara mensualmente.

Para su construcción, se hará una excavación sobre ella una presolera de 15 cm de zahorra compactada y encima una solera de 22 cm de HM-20 con mallazo 15x30 Ø6.

Las medidas serán 8 x 3 m, con una pendiente a la entrada y la salida de 2,75 metros quedando 2,5 metros de solera plana con una profundidad de 0,45 m y 0,25 de llenado.

### **5.4.- FOSA DE CADÁVERES**

Conforme al D 94/2009 y con el fin de prever situaciones extraordinarias en el sistema o servicio que imposibiliten la recogida y eliminación de cadáveres, se dispondrá de una fosa de cadáveres impermeable y cerrada.

Deberá poder acoger un 2% del total de plazas, es decir, 40 cerdos a razón de 5 cerdos por m<sup>3</sup>, se necesita un volumen útil de 8 m<sup>3</sup>. En nuestro caso las dimensiones serán 2 x 2 x 2 m.

## 6.- INSTALACIONES

### 6.1.- ALIMENTACIÓN

Debido al número de animales en la fase de cebo, el reparto del pienso será automatizado, evitando así gran parte de la mano de obra.

La instalación consta de 4 silos, 2 por nave. De cada uno sale un tubo de PVC de 90 mm de diámetro que transporta el pienso hasta las bajantes de las tolvas, fabricadas igual que el tubo anterior.

Las tolvas serán de PVC y se dispondrá una por celda, la cual llevará incorporado un chupete.

Al inicio del cada ciclo de cebo y mientras los animales alcanzan los 20 Kg se usarán unas tolvas de 5 plazas que facilitan la alimentación mientras se realiza la transición a las otras tolvas anteriormente mencionadas.

Los silos serán de chapa galvanizada y con unión soldada. Tendrán capacidad para almacenar el pienso suficiente para el consumo de 14 días, por ello se dispondrá de 4 silos con una capacidad de 18.000 kg cada uno.

### 6.2.- FONTANERIA

La explotación se encuentra situada en una parcela agrícola que cuenta con un hidrante de agua para riego a presión. El abastecimiento de agua se realizará a través de dicho hidrante hasta un depósito situado dentro de la parcela donde está la nave. A partir de este bajara por gravedad hasta el interior de la nave.

Del depósito saldrá una tubería hasta la explotación. A la entrada de la explotación instalaremos una llave general de paso de esfera y una válvula anti-retorno de 2”.

Dentro de la zona de almacén se colocarán dos dosificador para cloración y aporte de medicamentos, y dos depósitos que darán servicio a las dos naves.

De cada depósito saldrán dos tuberías de polietileno, justamente por debajo de la línea de reparto de pienso para evitar que las posibles fugas de agua provoquen problemas en la línea de alimentación. Sus derivaciones abastecerán cada una de ellas

a dos tolvas y dos bebederos. En estas bajantes, se instalarán válvulas de cierre para facilitar las labores de cambio de chupetes.

Además, se instalará un contador para controlar el consumo de agua, de forma que diariamente se pueda saber si hay cambios bruscos en el consumo, lo que supondría cambios en la salud de los animales, además de controlar la rotura de chupetes.

### **6.3.- VENTILACIÓN**

En nuestras naves de cebo utilizaremos ventilación estática o natural vertical y horizontal, que se basa en la formación de corrientes de aire naturales producidas por diferencias de presión o de temperatura.

Se aprovecharán al máximo estas corrientes de aire mediante la colocación de ventanas en las fachadas principales, por las que entrará el aire fresco que sustituye al aire viciado que sale por la apertura que recorre toda la cumbre de las naves, según se puede apreciar en los planos correspondientes

### **6.4.- CALEFACCIÓN**

Los cálculos de las necesidades de calefacción se detallan en el ANEXO 10.- INSTALACIONES. Una vez realizados todos los cálculos hay que definir la instalación de la calefacción. El sistema elegido es por suelo radiante.

Son ventajas de este sistema el tipo de calor, la uniformidad de la distribución, una sensación más confortable para el animal, el aprovechamiento del espacio, que permite disponer de espacios diáfanos que facilitan la limpieza y la seguridad al estar instalada bajo el pavimento.

En este sistema de calefacción, el radiador es el propio pavimento de la granja. La técnica se basa en la circulación de agua caliente a temperatura media por un sistema de tuberías embebidas en el hormigón de la solera. Estas tuberías recorren todas las celdas aprovechando el espacio no enrejillado.

## 6.5.- ELECTRICIDAD

La instalación de la explotación será de baja tensión y cumplirá con la siguiente normativa:

- Reglamento electrotécnico de Baja Tensión. Real decreto 842/2002de 2 de Agosto de 2002.
- Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC BT): Instalaciones Eléctricas de Baja Tensión.

La energía necesaria para el buen funcionamiento de la explotación la proporcionará un grupo electrógeno de 20 KVA o lo que es lo mismo 16 KW, formado por un motor de Gasóleo, en bancada propia y con batería de 12V.

Se instalarán cuadros generales de mando y protección atendiendo a la ITC BT17 en el interior del edificio. El CG es origen de todos los circuitos interiores de la instalación, aloja interruptores automáticos magneto térmicos de protección contra sobre intensidades.

Se instalaran:

- Interruptores diferenciales de protección contra contactos indirectos de todos los circuitos.
- Interruptor general automático (IGA) omnipolar (corta 3F y N) de accionamiento manual y con dispositivo de protección contra sobrecargas y cortocircuitos de cada uno de los circuitos interiores.

## 7.- MANEJO GENERAL

El sistema elegido para nuestra explotación es el denominado *wean to finish* (WF). El sistema de producción *wean to finish* consiste en el traslado de los lechones recién destetados desde las naves de maternidad a unas instalaciones donde permanecerán hasta el sacrificio. La fase de cebo en sistemas *wean to finish* tiene lugar después del destete, desde los 21 días aproximadamente hasta el peso final de sacrificio, generalmente entre 100 y 105 kg de peso.

Entre las ventajas de este manejo se encuentran: Menor movimiento de los animales, mejora el status sanitario de las explotaciones, reducción de personal,

mejora de productividad, menor mortalidad, reducción en los costos de limpieza, desinfección y transporte.

El sistema también presenta algunos inconvenientes que se detallan a continuación: destreza en el manejo, posibles problemas sanitarios derivados del llenado de la nave, menos ciclos anuales y desaprovechamiento de parte del espacio.

## 8.- PURINES

El purín se define como la mezcla de los excrementos sólidos y líquidos del ganado, las aguas residuales y los restos de comida. La gestión tradicional de los purines consiste en su almacenamiento y vertido posterior a terrenos de cultivo para su fertilización.

Los purines producidos, serán utilizados como fertilizante orgánico para campos de cultivo. La aplicación de los mismos se realizará de forma adecuada a las necesidades de los campos, teniendo en cuenta tanto las necesidades edafológicas de los mismos así como las necesidades nutricionales de los cultivos.

Para realizar un correcto uso de los purines se deberá tener en cuenta la producción anual de nitrógeno, con el fin de poder realizar una distribución racional de los mismos.

Para el cálculo del purín producido, nos atendemos a lo impuesto por el Decreto 94/2009 y lo establecido en el Decreto 77/1997 de Código de Buenas Prácticas Agrícolas de Aragón. Según el Decreto 94/2009 los cálculos de la balsa de purines deben realizarse para una producción de 120 días, que multiplicado por 3 nos darán los m<sup>3</sup> anuales de purín.

En la explotación se generarán al año:

$$\begin{aligned} 1.999 \text{ cerdos} \times 0,68 \text{ m}^3/\text{plaza en 120 días} &= \\ 1.359,32 \text{ m}^3 \text{ purín en 120 días} \times 3 &= \\ 4077,96 \text{ m}^3 \text{ purín/año} \end{aligned}$$

Los purines se extraerán cada dos meses aproximadamente de la balsa de purín y mediante una cuba de purín se verterán en los campos de cultivo.

Se escogerá días húmedos con poco viento, temperaturas moderadas y con poca insolación para el vertido de purines.

A continuación se calcula la superficie agrícola receptora de los purines según el RD 94/2009 del 26 de Mayo, por el que se aprueba la revisión de las directrices sectoriales sobre actividades e instalaciones ganaderas.

- Producción anual de purín: 4.077,96 m<sup>3</sup> purín/año

- Producción de nitrógeno por año:

$$1.999 \text{ plazas} \cdot 7,25 \text{ kg N/plaza y año} = 14.492,75 \text{ kg de N}$$

- Número de hectáreas necesarias:

$$\text{Nº ha necesarias} = 14.492,75 \text{ kg de N} / 210 \text{ kg N/ha} = 69,01 \text{ ha}$$

(Siendo la cantidad máxima de purín aplicada en los campos de 210 kg de N/ha y año)

Así pues la producción anual de purín en la explotación es 4.077,96 m<sup>3</sup>. Se utilizará como fertilizante agrícola en las tierras de cultivo del propietario de la explotación y la superficie agrícola necesaria para verter la cantidad señalada anteriormente será de 69,01 ha.

## 9.- PRESUPUESTO Y FINANCIACIÓN

CAPÍTULO	RESUMEN	EUROS	%
01	MOVIMIENTO TIERRAS .....	18.983,38	5,74
02	CIMENTACION .....	49.528,31	14,98
03	ESTRUCTURA Y CUBIERTA.....	64.536,88	19,52
04	CERRAMIENTOS Y ALBAÑILERIA.....	54.414,48	16,46
05	CARPINTERIA Y CERRAJERIA.....	10.246,82	3,10
06	ELEMENTOS DE LA INSTALACIÓN .....	55.688,01	16,85
07	ALIMENTACION.....	11.144,20	3,37
08	INSTALACION FONTANERIA.....	5.762,76	1,74
09	INSTALACION ELECTRICA .....	15.401,36	4,66
10	SANEAMIENTO.....	22.349,04	6,76
11	CALEFACCIÓN .....	18.525,70	5,60
12	SEGURIDAD Y SALUD .....	2.469,05	0,75
13	PLAN DE CONTROL DE CALIDAD DE LA OBRA.....	1.109,71	0,34
14	PRODUCCIÓN Y GESTIÓN DE RESIDUOS DE OBRA.....	400,00	0,12
		<b>TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL</b>	<b>330.559,70</b>
		13,00 % Gastos generales .....	42.972,76
		6,00 % Beneficio industrial .....	19.833,58
		<b>SUMA DE G.G. y B.I.</b>	<b>62.806,34</b>
		21,00 % I.V.A. .....	82.606,87
		<b>TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA</b>	<b>475.972,91</b>
		<b>TOTAL PRESUPUESTO GENERAL</b>	<b>475.972,91</b>

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de CUATROCIENTOS SETENTA Y CINCO MIL NOVECIENTOS SETENTA Y DOS EUROS con NOVENTA Y UN CÉNTIMOS

## 10.- VIABILIDAD ECONÓMICA

La explotación ganadera formará parte de una integración vertical. La empresa integradora suministra los cerdos y los gastos que éstos generan, como pienso, mano de obra especializada, medicamentos e instrumental para administrarlos; mientras que el propietario pone el terreno, las instalaciones y corre con los gastos de su conservación, energía, agua y mano de obra. El promotor, por estos servicios, cobra un tanto por animal enviados al matadero.

Los cobros ascienden a 49.392 €/año.

Los pagos ordinarios corresponden a mano de obra, agua, energía, calefacción y gastos generales y ascienden a 11.106 €/año

Para la financiación del proyecto se solicitará un préstamo hipotecario de 300.000€, con una amortización de 15 años y un interés del 5%. Esto implica un pago financiero de 28.468 €/año en concepto de pagos financieros.

Los ratios económicos que se exponen a continuación nos dan una idea clara de la viabilidad y la rentabilidad de la inversión.

Tasa de actualización 5%

VAN 88.276,08€

TIR 11,83 %

## **11.- NORMATIVA**

-Decreto 94/2009 del Gobierno de Aragón sobre las Directrices de las Actividades e Instalaciones Ganaderas.

-Orden del 13 de Febrero de 2015, por la que se sustituyen varios anexos de las Directrices sectoriales sobre actividades e instalaciones ganaderas del Decreto 94/2009 del Gobierno de Aragón.

-Ley Urbanística de Aragón 3/2009 de 17 de Junio.

-Ley 8/2003 del 24 de Abril, de Sanidad Animal.

-Reglamento de Actividades Molestas, Insalubres, Nocivas y Peligrosas (R.A.M.I.N.P.) de 30 de noviembre de 1961.

-Real Decreto 324/2000, de 3 de marzo, por el que se establecen Normas Básicas de Ordenación de Explotaciones Porcinas.

-Real Decreto 1135/2002, de 31 de octubre, por el que se establecen unas Normas Mínimas para la Protección de Cerdos.

-Decreto 158/1998, de 1 de septiembre del G.A. por el que se regula la capacidad de las explotaciones porcinas de la comunidad de Aragón.

-Orden ARM/831/2009, de 27 de marzo, por la que se modifican los anexos I y II del Real Decreto 617/2007, de 16 de mayo, por el que se establece la lista de las enfermedades de los animales de declaración obligatoria y se regula su notificación.

- Decreto 77/1997 de Código de Buenas Prácticas Agrícolas de Aragón.

- El Código Técnico de Edificación, CTE Documento Básico S.E. (Seguridad Estructural) y A.E.(Acciones de la Edificación).

- Normas Tecnológicas de la Edificación NTE, que desarrollan a nivel operativo el contenido de la norma anterior.

- EHE “Instrucción de Hormigón Estructural”, cuando se calculan estructuras y elementos de hormigón.

- Reglamento electrotécnico de Baja Tensión. Real decreto 842/2002 de 2 de Agosto de 2002.
- Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC BT): Instalaciones Eléctricas de Baja Tensión.
- Documento Básico SI de Seguridad en caso de Incendio del CTE aprobado en el RD 314/2006.
- RD 2267/2004 de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de Seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.
- Reglamento de instalaciones de protección contra incendios, aprobado por el RD 1942/1993 de 5 de noviembre.
- Orden del 16 de abril de 1998 sobre normas de procedimiento y desarrollo del RD 1942/1993 de 5 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones de Protección Contra Incendios y se revisa el anexo I y los apéndices del mismo.
- Ley 21/1992 de 16 de Julio, de Industria
- Ley 2/1985 de 21 de enero, de Protección Civil.
- RD 105/2008, de 1 de Febrero por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición

## 12.- BIBLIOGRAFÍA

- BUXADÉ CARBO, CARLOS. El sector porcino: aspectos básicos. Ed. MundiPrensa, 1993. ISBN8471144344
- BUXADÉ CARBÓ, CARLOS. (Coordinador y director). Alojamientos e instalaciones I y II . Zootecnia. Monografía I.
- VILLENA, EDUARDO; JIMENEZ JOSÉ; et al. Técnico en Ganadería. 3 Tomos. Ed. Cultural, S.A. ISBN: 84-8055-553-X
- WHITMORE, COLIN; Producción del cerdo. Ed. Aedos. ISBN: 84-7003-290-9
- FORCADA, FERNANDO; BABOT, DANIEL; VIDAL, ALBERT; BUXADÉ, CARLOS; et al. Ganado Porcino: Diseño de alojamientos e instalaciones. Ed. Servet, 2009. ISBN 978-84-92569-07-6
- MANTECA, XAVIER; JOSEP GRASA. Bienestar en el ganado porcino. Ed. Temis medical, ISBN: 978-84-936646-1-9
- SEGRELLES, JOSE ANTONIO. La ganadería avícola y porcina en España. Ed. Secretariado de publicaciones Universidad de Alicante. ISBN 84-7908-121-X
- GUIA DE LAS MEJORES TECNICAS DISPONIBLES. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino: Disponible en: <<http://www.marm.es>>
- Dosier de aplicación del CTE. Colegio Oficial de Ingenieros Agrónomos de Aragón, Navarra y País Vasco
- Prontuario Prenavisa
- XX Curso de especialización FEDNA. Producción ganadera y contaminación ambiental.
- XXII Curso de especialización FEDNA (16 Y 17 DE OCTUBRE DE 2006 Barcelona). Influencia del alojamiento sobre la nutrición de aves y cerdos
- Plan de biodigestión de purines: reducción de emisiones de GEI y aprovechamiento de recursos: Presente y futuro de una explotación porcina sostenible. 2009 del MAPA.

- Informe para la mejora de la gestión de los purines porcinos en Cataluña. CADS de la Generalitat de Cataluña.
- Instituto aragonés de estadística Abril 2010 del Gobierno de Aragón. Dpto de Economía, Hacienda y Empleo.
- PLAN GIRA: Plan de Gestión Integral de los Residuos de Aragón 2005-2008 y 2009-2015. Programa de Residuos Ganaderos.
- Manual práctico Porcinocultura intensiva. Colección de Prácticas en el sector agropecuario INEA. Pilar Gutiérrez Martínez
- [www.3tres3.com](http://www.3tres3.com) Febrero 2015
- [www.aacporcinos.com](http://www.aacporcinos.com). El manejo wean to finish. Febrero 2015
- [www.albeitar.portalveterinaria.com](http://www.albeitar.portalveterinaria.com). Consumo de agua y estrategias de ahorro en la ganadería porcina. Febrero 2015
- [www.agropal.com](http://www.agropal.com). Instalaciones ganaderas. Nutrición y Sanidad animal.
- [www.aragon.es](http://www.aragon.es). Departamento de Agricultura y alimentación del Gobierno de Aragón. Estadísticas del porcino aragonés. Febrero 2015
- [www.idae.es](http://www.idae.es). Ahorro y eficiencia energética en instalaciones ganaderas. Marzo 2015.
- [www.infocarne.com](http://www.infocarne.com). Las razas de porcino. Marzo 2015
- [www.itgganadero.com](http://www.itgganadero.com) Marzo 2015
- [www.jcyl.es](http://www.jcyl.es). Planificación y manejo de una explotación de porcino. Enero 2015
- [www.llotjadovic.org](http://www.llotjadovic.org). “MANEJO Y PRODUCCIÓN DE PORCINO” Breve manual de aproximación a la empresa porcina para estudiantes de veterinaria. Enero 2015
- [www.magrama.es](http://www.magrama.es). Ministerio de Agricultura, Ganadería, Alimentación y Medio Ambiente. Información sector porcino y bienestar animal Febrero 2015
- [www.magrama.es](http://www.magrama.es). Ministerio de Agricultura, Ganadería, Alimentación y Medio Ambiente. Biblioteca. Revistas. Calefacción de instalaciones con caldera de biomasa. Marzo 2015.

- [www.mapa.es](http://www.mapa.es) El sector de la carne en cifras. Principales indicadores económicos en 2014. Marzo 2015
- [www.mapa.es](http://www.mapa.es). Resultados de las Encuestas de ganado porcino Mayo 14. Secretaría General Técnica. Subdirección General de Estadística. Febrero 2015
- [www.mundoganadero.es](http://www.mundoganadero.es) Febrero 2015
- [www.razanostra.com](http://www.razanostra.com). Marzo 2015
- [www.tutiempo.net](http://www.tutiempo.net). Datos climáticos de la Estación Meteorológica de Monflorite (Huesca). Enero 2015
- [www.universoporcino.com](http://www.universoporcino.com). Marzo 2015
- [zaguán.unizar.es](http://zaguán.unizar.es) Reposito Institucional de Documentos. Proyectos Fin de Carrera.

En Almudévar, a 25 de Mayo de 2015

Fdo: Laura Justes Mallada  
Ingeniera Técnico Agrícola

## **ANEXOS**

## ÍNDICE ANEXOS

- ANEXO 1.- JUSTIFICACIÓN URBANÍSTICA
- ANEXO 2.- ESTUDIO CLIMÁTICO
- ANEXO 3.- ESTUDIO DEL SECTOR
- ANEXO 4.- GENÉTICA
- ANEXO 5.- ALIMENTACIÓN
- ANEXO 6.- MANEJO GENERAL
- ANEXO 7.- SANIDAD ANIMAL
- ANEXO 8.- PURÍN
- ANEXO 9.- CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS
- ANEXO 10.- INSTALACIONES
- ANEXO 11.- ELEMENTOS DE LA INSTALACIÓN
- ANEXO 12.- INSTALACIÓN ELÉCTRICA
- ANEXO 13.- PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS
- ANEXO 14.- PLAN DE CONTROL DE CALIDAD DE LA OBRA
- ANEXO 15.- PRODUCCIÓN Y GESTIÓN DE RESIDUOS DE LA OBRA
- ANEXO 16.- ESTUDIO DE VIABILIDAD ECONÓMICA

**ANEXO 1**

**JUSTIFICACIÓN URBANÍSTICA**

## **ANEXO 1.- Justificación Urbanística**

1.- Introducción .....	Pág. 1
2.- Datos generales.....	Pág. 1
3.- Características de los edificios proyectados .....	Pág. 2
4.- Características urbanísticas.....	Pág. 2
5.- La ubicación de la nave .....	Pág. 4

## 1.- INTRODUCCIÓN

A la hora de elegir la parcela donde se va a ubicar el proyecto resulta obligatorio tener en cuenta una serie de leyes y ordenanzas tanto de carácter nacional como autonómico y municipal. En ellas se disponen una serie de características sobre la construcción y distancias a elementos relevantes del territorio que han de respetarse. La legislación que se ha contemplado a la hora de redactar el presente proyecto es la siguiente:

- Decreto 94/2009 del Gobierno de Aragón sobre las Directrices de las Actividades e Instalaciones Ganaderas.
- Orden del 13 de Febrero de 2015, por la que se sustituyen varios anexos de las Directrices sectoriales sobre actividades e instalaciones ganaderas del Decreto 94/2009 del Gobierno de Aragón.
- Ley Urbanística de Aragón 3/2009 de 17 de Junio.
- No existen Normas subsidiarias y complementarias de planeamiento municipal del Ayuntamiento de Almudévar.

En el presente anexo se aportan una serie de datos sobre la parcela y las edificaciones objeto de proyecto para posteriormente realizar una comparación con la normativa vigente.

## 2.- DATOS GENERALES DE LA PARCELA AFECTADA

Los datos de situación de la explotación porcina de cebo son los que aparecen en la tabla 1.1.

TABLA 1.1.-SITUACION	
COORDENADAS UTM X	697.355
COORDENADAS UTM Y	4.661.965
HUSO	30
ALTITUD	445
TÉRMINO MUNICIPAL	Almudévar
ACCESO	Camino rural
POLÍGONO	14
PARCELA	317
SUPERFICIE	164.096 m <sup>2</sup>
CALIFICACIÓN DEL TERRENO	Rústico
USO CARACTERÍSTICO	Agropecuario



### 3.- CARACTERÍSTICAS DE LOS EDIFICIOS PROYECTADOS

TABLA 1.2.-EXPLOTACIÓN GANADERA	
EMPLAZAMIENTO	Polígono 14 Parcela 317
SUPERFICIE DE LA PARCELA	164.096 m <sup>2</sup>
SUPERFICIE EDIFICABLE	20% del total 32.819,2 m <sup>2</sup>
SUPERFICIE EDIFICADA	1.852,20 m <sup>2</sup>

### 4.- CARACTERÍSTICAS URBANISTICAS

El presente anexo se redacta en cumplimiento de la normativa vigente respecto al emplazamiento de las explotaciones e instalaciones ganaderas, la cual queda regulada por el Decreto 94/2009 de 26 de Mayo del Gobierno de Aragón, por el que se aprueban las Directrices sectoriales sobre actividades ganaderas. Las distancias mínimas y proyectadas se reflejan en la tabla 1.3.

TABLA 1.3.-DISTANCIAS A NUCLEOS DE POBLACIÓN				
	SEGÚN NORMA		PROYECTADAS	
ESPECIE	Núcleos de población	Viviendas diseminadas	Núcleos de población	Viviendas diseminadas
Porcino	1.000	100	Almudévar 4.800 > 1.000	No existen

Las distancias mínimas desde la explotación ganadera a elementos relevantes del territorio son:

TABLA 1.4.- DISTANCIAS MÍNIMAS A ELEMENTOS RELEVANTES		
ELEMENTOS RELEVANTES DEL TERRITORIO	SEGÚN NORMA	PROYECTADO
1. De los cerramientos de parcelas (o vallados), respecto al eje de caminos, y de los edificios respecto de los linderos.	Ver planeamiento urbanístico municipal o, en su defecto, provincial.	NO EXISTEN
2. A vías de comunicación	100 m a autovía y 50 m a carretera	AUTOVÍA
		CARRETERA > 100 m > 50 m
3. A cauces de agua, lechos de lagos y embalses	35 metros. Sin perjuicio de las competencias de la Confederación Hidrográfica sobre la zona de policía de cauces (100 metros)	>35 m
4. A acequias y desagües de riego. Se excluyen acequias de obras elevadas sobre el nivel del suelo.	15 m. Esta distancia mínima podrá reducirse a 5 m respecto a acequias cuya impermeabilidad esté técnicamente garantizada	Desagües a 35 m
5. A captaciones de agua para abastecimiento público a poblaciones.	250 m, salvo que las condiciones hidrogeológicas de la zona o informes técnicos cualificados aconsejen otra distancia superior.	> 250 m
6. A tuberías de conducción de agua para abastecimiento a poblaciones.	15 m, salvo que las condiciones hidrogeológicas de la zona o informes técnicos cualificados aconsejen otra distancia superior	> 15 m
7. A pozos, manantiales, etc., para otros usos distintos del abastecimiento a poblaciones.	35 m.	> 35 m
8. A zonas de baños reconocidas, centros de instalaciones deportivas o áreas señalizadas para esparcimiento y recreo vinculado a la naturaleza.	200 m	> 200 m.
9. A zonas de acuicultura.	100 m.	> 100 m.
10. A establecimientos de alojamiento turístico (establecimientos hoteleros, apartamentos turísticos, alojamientos turísticos al aire libre y albergues turísticos), complejos turísticos (balnearios, centros de esquí y montaña y parques temáticos) y empresas de restauración.	500 m. Podrá reducirse un 50% en zonas desfavorecidas de montaña, por acuerdo del Pleno Municipal, cumpliendo lo establecido en el artículo 21.7.	> 500 m.
11. A viviendas de turismo rural.	300 m. Podrá reducirse un 50% en zonas desfavorecidas de montaña, por acuerdo del Pleno Municipal, cumpliendo lo establecido en el artículo 21.7.	> 300 m.
12. A monumentos, conjuntos o edificios de interés cultural, histórico, arquitectónico o yacimientos arqueológicos.	Ver planeamiento urbanístico municipal, o en su defecto 1000 m. en el caso de bienes de interés cultural y 200 metros para el resto.	> 1000 m.
13. A polígonos industriales, plataformas logísticas y equipamientos asimilados.	200 m. Podrá reducirse un 50% en zonas desfavorecidas de montaña	> 200 m.
14. A industrias alimentarias que no forman parte de la propia instalación ganadera.	100 m. Salvo cuando la reglamentación técnico sanitaria establezca una distancia mínima mayor.	> 100 m.
15. A establecimientos SANDACH categoría 2 y 3 que no traten cadáveres.	500 m. Podrá reducirse un 50% en zonas desfavorecidas de montaña, a condición que se refuerce las medidas de bioseguridad del establecimiento.	> 500 m
16. A establecimientos SANDACH categoría 2 y 3 que traten cadáveres.	1.000 m.	> 1.000 m.
17. A muladeras y puntos de alimentación de aves necrófagas legalmente establecidos.	2.000 m.	> 2.000 m.
18. A agrupaciones zoológicas de fauna silvestre en cautividad.	1.000 m.	> 1.000 m.
19. A núcleos zoológicos con especies animales distintas a las de la explotación ganadera.	100 m. hasta 20 animales. 200 m. más de 20 animales.	>
20. A núcleos zoológicos con especies animales coincidentes con especies de la explotación ganadera.	200 m. hasta 20 animales. 300 m. más de 20 animales.	> 1.000 m.

## 5.- LA UBICACIÓN DE LA NAVE

La elección de la ubicación de una explotación ganadera está sometida a una serie de condicionantes de orden: normativo, infraestructuras, eliminación de residuos, etc. En general, se buscan terrenos sanos, protegidos de los vientos fuertes, pero aireados, secos y bien drenados, evitando:

- Los obstáculos excesivamente próximos que puedan interferir en la ventilación.
- Colinas muy expuestas al viento que puedan producir un exceso de entrada de aire.
- Lugares encajonados, con insuficiente ventilación, húmedos y muy calurosos.

La orientación de la nave es especialmente importante cuando la ventilación es natural o estática. En principio, es aconsejable disponerla en sentido perpendicular a los vientos dominantes

Para facilitar la gestión de la ventilación natural puede ser interesante el empleo de barreras cortavientos naturales, ya que reducen las pérdidas energéticas por ventilación, al estar la estructura menos expuesta a los vientos, además de sombrear los alojamientos en verano. En naves con sistemas de ventilación natural se recomienda una plantación vegetal donde la permeabilidad del aire sea del 50%, ofreciendo de esta manera un protección a los vientos en una distancia aproximadamente igual a 20 veces su altura.

---

**ANEXO 2**  
**ESTUDIO CLIMÁTICO**

## **ANEXO 2.- Estudio climático**

1.- Introducción .....	Pág. 1
2.- Datos climáticos .....	Pág. 1
3.- Parámetros climáticos.....	Pág. 2
3.1.- Temperatura .....	Pág. 2
3.1.1.- Régimen de heladas .....	Pág. 3
3.2.- Precipitaciones.....	Pág. 4
3.3.- Humedad relativa .....	Pág. 5
3.4.- Viento.....	Pág. 5
3.5.- Otros fenómenos .....	Pág. 6

## 1.- INTRODUCCIÓN.

Para establecer una explotación porcina se han de tener en cuenta las condiciones climatológicas a las que estará expuesta por su influencia en el momento de calcular las instalaciones. Por tanto el clima es un factor determinante en el diseño de la explotación.

La situación de la Comunidad de Aragón en la Península Ibérica, las cadenas montañosas - Pirineos y Sistema Ibérico-, que lo enmarcan y la altitud de las distintas zonas, originan diferentes climas o microclimas, ya que están presentes desde el dominio alpino al subdesértico. El dominio más extendido es el mediterráneo continental seco.

La estructura morfológica y la situación en el centro de la depresión del Ebro, son los factores que condicionan las temperaturas en la región aragonesa. El abrigo de los Pirineos y el sistema Ibérico y la topografía de cubeta hacen prever temperaturas elevadas aunque las variaciones en altitud y los matices en la continentalidad determinan una gran diversidad de los regímenes térmicos.

Las características distintivas de las precipitaciones son su escasez, su irregularidad interanual y su desigual reparto a lo largo del año. Su distribución general tiene clara dependencia del relieve, al disponerse las isoyetas en líneas paralelas decrecientes con las curvas de nivel desde los márgenes montañosos al centro de la depresión. En el centro de Aragón son claramente inferiores a 400 mm llegando a los 2.000 mm en las cumbres mejor expuestas.

Los vientos que generalmente dominan en Aragón son el cierzo o viento de poniente con dirección WNW y el bochorno o levante con dirección ESE. Atendiendo a todas estas circunstancias podemos decir que las características esenciales del clima en Aragón son: aridez, irregularidad de las lluvias, fuertes contrastes térmicos e intensidad y frecuencia del viento dominante.

## 2.-DATOS CLIMÁTICOS

Aunque existe una estación meteorológica más cercana a la parcela objeto del proyecto, la cantidad de días sin datos, me ha obligado a que los datos climáticos para la realización del estudio climatológico pertenezcan a la estación meteorológica de Huesca ( Huesca Pirineos, indicativo 9898) cuyas coordenadas son 00º 19' 35" de Longitud Oeste y 42º 05' 00" Latitud Norte y se encuentra a una altura de 541 m. La serie de datos tomada corresponde a un periodo de 16 años, de 1998 a 2013. Estos

datos han sido obtenidos a partir de la propia AEMET y también consultando la página [www.tutiempo.net](http://www.tutiempo.net).

### 3.- PARÁMETROS CLIMÁTICOS

En este apartado lo que pretendemos es conocer las características de esta zona concreta, para poder acomodar correctamente nuestra explotación, con sus distintas instalaciones, para que los animales puedan tener un bienestar y un correcto desarrollo.

Vamos a estudiar los siguientes parámetros:

- Temperatura
- Heladas
- Pluviometría
- Otros fenómenos atmosféricos
- Humedad Relativa
- Viento

#### 3.1.- TEMPERATURA

En estos últimos 16 años la temperatura máxima más alta ha sido 41,4ºC el día 10 de Agosto de 2012 y la temperatura mínima más baja registrada ha sido -12,4ºC el día 25 de Diciembre de 2001. Estos datos de temperaturas extremas, junto con los de temperaturas medias, se recogen en la tabla 2.1.

Tabla 2.1.- Temperaturas medias y extremas

	TEMPERATURAS MEDIAS ºC			TEMPERATURAS EXTREMAS ºC			
	MEDIA	MÁXIMA	MÍNIMA	MÁXIMA	DÍA	MÍNIMA	DÍA
Enero	5,7	9,7	2,0	19,4	12/01/2011	-7,9	13/01/2003
Febrero	7,4	12,0	2,5	21,0	21/02/2012	-11,6	23/02/2005
Marzo	10,9	16,4	5,0	26,9	23/03/2002	-8,6	01/03/2005
Abril	12,7	18,5	6,5	29,7	29/04/2005	-1,6	04/04/2003
Mayo	17,0	23,1	10,2	35,3	30/05/2001	1	01/05/2001
Junio	21,8	28,5	14,1	39,4	18/06/2006	5,9	01/06/2006
Julio	24,2	31,6	16,3	38,9	10/07/2004	8,0	17/07/2003
Agosto	24,7	31,4	17,2	41,4	10/08/2012	9,0	24/08/2008
Septiembre	19,9	25,6	13,7	35,6	04/09/2006	1,4	28/09/2007
Octubre	15,8	20,5	10,6	30,6	06/10/2011	-0,1	25/10/2003
Noviembre	9,6	13,6	5,5	23,4	02/11/2013	-9,1	18/11/2007
Diciembre	6,0	9,4	2,3	18,8	27/12/1999	-12,4	25/12/2001
MEDIA	14,6	20,0	8,8	41,4	10/08/2012	-12,4	25/12/2001

Analizando este cuadro podemos concluir que existen, a lo largo del año, dos períodos bien diferenciados: uno invernal y frío, y otro estival y caluroso, siendo las estaciones intermedias cortas y poco perceptibles.

Realizando una media entre los años de los que disponemos, se obtiene una temperatura media anual de 14,6 °C, la mínima absoluta de estos años es de -12,4 °C y la máxima absoluta es de 41,4 °C.

Por todos estos motivos climáticos, sequedad y calor en verano, y frío intenso en invierno estaría justificado emplear materiales aislantes en la construcción de las naves, así como dotarlas de sistema de calefacción y ventilación.

### 3.1.1.- Régimen de heladas

Desde 1998 hasta 2013 el periodo de heladas (temperatura <0°C) se recoge en la Tabla 2.2. El periodo más largo tuvo lugar en el invierno 2003-2004, donde la primera helada fue el 25 de octubre y la ultima el 11 de Abril (170 días). El periodo de heladas más corto fue el invierno 1998-1999 que fue desde el 28 de Noviembre de 1998 hasta el 3 de Marzo de 1999 ( 95 Días)

Tabla 2.2.- Periodo de heladas

AÑOS	FECHA 1 <sup>a</sup> HELADA	FECHA ULTIMA HELADA	DÍAS HELADA
1998-1999	28/11/1998	03/03/1999	95
1999-2000	20/11/1999	07/04/2000	139
2000-2001	08/11/2000	01/03/2001	113
2001-2002	07/11/2001	17/04/2002	161
2002-2003	16/11/2002	05/04/2003	140
2003-2004	25/10/2003	11/04/2004	169
2004-2005	12/11/2004	13/03/2005	121
2005-2006	18/11/2005	03/03/2006	105
2006-2007	11/11/2006	22/03/2007	131
2007-2008	02/11/2007	15/04/2008	165
2008-2009	16/11/2008	25/03/2009	129
2009-2010	10/12/2009	05/04/2010	116
2010-2011	27/11/2010	03/03/2011	96
2011-2012	19/12/2011	17/04/2012	120
2012-2013	30/11/2012	15/03/2013	105
PERIODO MEDIO	12 de Noviembre	21 de Marzo	127
PERIODO MÁXIMO	25/10/2003	11/04/2004	170
PERIODO MÍNIMO	28/11/1998	03/03/1999	95

### 3.2.- PRECIPITACIONES

La máxima de la serie corresponde al mes de Mayo de 2008 con 133.4 mm. En cuanto a la precipitación anual la máxima serie corresponde al año 2000 con 697.8 mm y la mínima al año 2012 con 330.9 mm. Por meses los más húmedos son Abril, Mayo, septiembre y octubre y los más secos Enero, febrero julio y agosto. En primavera se recoge el 31.24% de la precipitación anual, el 16.5% en verano, el 33.39% en otoño y en invierno el 18.87%. Todos estos datos se obtienen a partir de la Tabla 2.3.

Tabla 2.3.- Serie de precipitaciones

	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	Media
Enero	19,3	1,4	55,0	19,8	44,0	7,2	0,0	23,8	9,5	24,5	26,3	81,3	31,5	0,0	43,2	25,8
Febrero	12,4	0,0	6,5	12,6	55,5	30,0	2,2	28,5	28,6	21,5	13,6	161,6	9,4	0,0	9,7	26,1
Marzo	72,0	41,6	48,1	47,4	33,7	73,0	7,7	25,8	56,0	10,1	27,9	57,9	44,2	6,4	133,1	45,7
Abril	56,5	96,6	8,4	29,5	25,6	43,0	21,6	38,5	104,8	23,6	73,9	18,3	26,9	125,5	23,1	47,7
Mayo	39,1	86,2	51,1	49,4	50,7	44,2	65,7	18,2	34,9	133,4	73,4	47,0	56,9	21,8	46,0	54,5
Junio	17,2	109,4	2,1	28,5	26,1	1,5	59,7	45,8	29,1	37,5	13,2	42,2	51,6	38,4	72,1	38,3
Julio	68,7	0,0	18,9	41,7	19,7	28,6	26,4	17,7	2,4	23,2	3,9	17,3	4,8	32,0	5,6	20,7
Agosto	44,6	31,8	4,3	15,3	29,2	0,8	5,1	23,6	19,2	0,0	43,2	1,5	3,6	24,4	31,6	18,5
Septiembre	52,2	67,8	92,0	61,7	95,0	11,7	15,4	95,0	7,2	41,9	62,9	86,9	18,5	0,8	31,8	49,4
Octubre	67,8	112,9	39,4	49,0	87,8	44,8	84,9	42,9	20,4	96,0	36,9	60,7	26,4	32,5	41,4	56,3
Noviembre	24,1	90,8	24,5	66,2	79,3	9,5	21,4	20,7	4,4	50,0	24,2	41,9	56,6	27,2	15,5	37,1
Diciembre	3,6	59,3	4,9	46,9	24,4	38,4	32,5	14,1	22,0	55,9	48,4	29,2	4,3	22,1	29,7	29,0
Total Anual	477,5	697,8	355,2	468,0	571,0	332,7	342,6	394,6	338,5	517,6	447,8	645,7	334,8	330,9	482,7	449,2
Media Anua	39,8	58,2	29,6	39,0	47,6	27,7	28,6	32,9	28,2	43,1	37,3	53,8	27,9	27,6	40,2	37,4

A partir de los datos obtenidos para el estudio climático cabe destacar los siguientes datos:

La precipitación máxima diaria tuvo lugar el día 9 de Junio de 2000 llegando a recoger 87.4 mm. El máximo de días con lluvia al mes corresponde a octubre con 9.9 días y el mínimo a julio con 4 días. El año que mas días de lluvia registro fue el 2003 con 102 días y el que menos 2009 con 37. Anualmente la media es de 73.9 días de lluvia al año.

Possiblemente el agente climático menos influyente, ya que el “producto” que la explotación genera serán cerdos, que estarán bajo cubierto y no influyen directamente las lluvias.

### 3.3.- HUMEDAD RELATIVA

En la serie de años utilizada para la obtención de datos para este estudio se han eliminado los años 1998, 1999 y 2000 ya que hay muchos días sin datos.

En la Tabla 2.4 se recogen los datos a la Humedad Relativa. En la zona, el porcentaje de humedad supera durante todo el año el 47.5%, alcanzándose el máximo en Noviembre (74.7%), Diciembre (81.0%) y Enero (80.2%) y las mínimas en Junio (47.3%), Julio (46.2%) y Agosto (47.2%).

Tabla 2.4.- Humedad relativa

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	Media
Enero	81	82	75	74	78	83	86	84	85	80	82	71,9	77,6	80,0
Febrero	73	67	74	83	61	68	74	69	72	72	64	43,1	63,4	68,0
Marzo	74	66	62	69	57	63	61	60	63	62	64,7	45,1	67,3	62,6
Abril	59	60	61	67	57	55	66	59	64	62	56,8	62	59,1	60,6
Mayo	58	59	59	60	47	47	54	65	53	58	49,4	52,8	62,3	55,7
Junio	44	48	45	46	42	44	49	53	45	59	49,4	43,2	50,1	47,5
Julio	52	50	47	50	43	41	50	44	42	48	44,2	42,6	36,9	45,4
Agosto	51	55	48	53	50	44	46	45	48	44	43,7	38,5	47,4	47,2
Septiembre	60	57	65	57	52	54	54	56	57	61	46,2	45,3	47,7	54,8
Octubre	69	73	76	65	69	60	58	67	63	66	57,1	60,4	59	64,8
Noviembre	70	76	84	75	77	74	58	75	74	74	85,4	74	58,8	73,5
Diciembre	84	85	81	81	81	85	75	83	84	76	79,8	76,7	76,2	80,6
Media	64,6	64,8	64,8	65,0	59,5	59,8	60,9	63,3	62,5	63,5	60,2	54,6	58,8	61,7

### 3.4.- VIENTO

En la Tabla 2.5 se recogen los datos de velocidad media y las rachas máximas alcanzadas cada mes en lo referente al viento en esta zona.

Una de las características más genuinas del clima de esta región es el viento llamado “cierzo”. Es un viento frío y seco y su frecuencia es mayor en invierno y principios de primavera. Este viento se produce por la presencia simultánea de un anticiclón del Cantábrico y una borrasca del Mediterráneo occidental.

Con esta situación se establece un flujo de aire desde las altas a las bajas presiones, que es acelerado por el “efecto embudo” que sufre al encajonarse en el valle del Ebro. Su dirección es oeste-noroeste (WNW).

En sentido opuesto al cierzo, aparece el bochorno. Su dirección es este-sureste y es un viento de menor velocidad y constancia que el cierzo. Su mayor persistencia se

asocia con los temporales de primavera y otoño, que determinan un temporal de lluvia en el interior de la región.

Es un viento templado y húmedo en primavera e invierno, pero muy seco en verano ya que procede del África Sahariana, lo cual motiva fuertes descensos en la humedad y la creación de un ambiente de difícil respiración, coincidiendo con las altas temperaturas del verano.

Tabla 2.5.- El viento

MES	Vmed Km/h	Racha máxima de viento	
		Velocidad	Fecha
Enero	14,8	128	24/01/2009
Febrero	16,0	118	06/02/2002
Marzo	16,7	101	07/03/2009
Abril	15,6	102	02/04/2003
			08/04/2005
Mayo	15,6	100	17/05/2002
Junio	14,5	122	26/06/2008
Julio	14,8	100	11/07/2008
Agosto	14,3	110	11/08/2002
Sept	13,1	83	09/09/2003
Oct	13,4	109	12/10/2002
Nov	15,7	123	08/11/2001
Dic	15,0	96	22/12/2003
			03/12/2007

### 3.5.- OTROS FENÓMENOS

En la Tabla 2.6 se recogen los días que presentan otros fenómenos meteorológicos. Febrero es el mes que presenta más días con nieve. Las tormentas y el granizo tiene lugar en Junio, Julio y Agosto. Los meses con mas posibilidad de niebla son Diciembre y Enero.

Tabla 2.6.- Otros fenómenos meteorológicos

	Nieve	Granizo	Tormenta	Niebla	Rocio	Escarcha
Enero	0,2	0,0	0,0	5,2	8,3	10,8
Febrero	0,8	0,0	0,1	2,1	5,1	7,8
Marzo	0,3	0,0	0,2	0,5	9,2	2,7
Abril	0,0	0,1	0,6	0,0	11,9	0,7
Mayo	0,0	0,2	2,2	0,2	6,2	0,0
Junio	0,0	0,2	3,4	0,0	2,3	0,0
Julio	0,0	0,2	2,5	0,0	1,1	0,0
Agosto	0,0	0,3	2,6	0,4	3,4	0,0
Septiembre	0,0	0,1	2,4	0,5	12,4	0,0
Octubre	0,0	0,1	0,7	1,3	15,6	0,1
Noviembre	0,0	0,0	0,0	2,2	11,7	5,0
Diciembre	0,5	0,0	0,0	4,2	8,1	11,3

**ANEXO 3**  
**ESTUDIO DEL SECTOR**

## **ANEXO 3.- Estudio del sector**

1.- Introducción .....	Pág. 1
2.- Sector porcino en España.....	Pág. 1
2.1.- Introducción.....	Pág. 1
2.2.- Distribución geográfica .....	Pág. 2
2.2.1.- Censo total de ganado porcino según tipo .....	Pág. 2
2.2.2.- Distribución de las explotaciones porcinas .....	Pág. 3
2.2.3.- Producción de carne .....	Pág. 4
2.3.- Características del sector .....	Pág. 6
2.3.1.- Características estructurales .....	Pág. 6
2.3.2.- Tipos de producción .....	Pág. 6
2.3.3.- Alimentación.....	Pág. 6
2.3.4.- Tendencias.....	Pág. 7
2.3.5.- Condiciones ambientales.....	Pág. 7
2.3.6.- Factores ambientales .....	Pág. 8
2.3.7.- Factores sociales.....	Pág. 8
2.4.- Industria cárnica porcina .....	Pág. 8
2.5.- Perspectivas del sector .....	Pág. 9
2.6.- Precios.....	Pág. 10
2.7.- Comercio exterior .....	Pág. 12
2.8.- Consumo y abastecimiento .....	Pág. 12
3.- El sector en la UE.....	Pág. 13
3.1.- Censos y producciones .....	Pág. 13
3.2.- Precios.....	Pág. 14
3.3.- Comercio exterior .....	Pág. 15
3.4.- Consumos y abastecimiento .....	Pág. 15
4.- Evolución del sector porcino en la zona .....	Pág. 15

## 1.- INTRODUCCIÓN

En el siguiente anexo se va a tratar el sector de la carne de cerdo en cifras, atendiendo a los principales indicadores económicos en el año 2013.

La importancia económica de la producción porcina está determinada por los siguientes hechos:

- Alta especialización para la producción de carne, con un elevado grado de aprovechamiento de la mayor parte de sus productos derivados.
- Elevada prolificidad.
- Ciclo biológico muy corto.
- Bajos índices de conversión.
- Alto rendimiento a la canal.

## 2.- SECTOR PORCINO EN ESPAÑA

### 2.1.- INTRODUCCIÓN

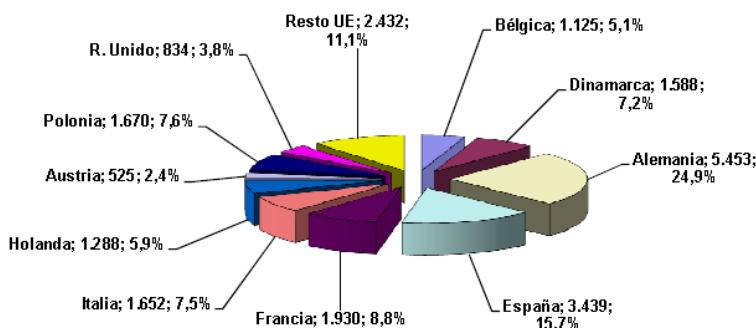
El sector porcino es el primer sector de la ganadería de nuestro país con una producción anual que supone más de 6.272,9 millones de euros al año. España es el segundo productor de la Europa de los 27, detrás de Alemania, con una producción anual de casi 3,5 millones de toneladas, lo que representa el 15,7 % del total de la UE. Estas cifras configuran al sector porcino español como un líder europeo.

**GRÁFICO 3.1 PRODUCCIÓN DE CARNE DE CERDO EN LA UE DURANTE 2013  
(MILES DE TONELADAS)**

Años 2009-2012, cifras revisadas. Año 2013, provisional.

Fuentes: EUROSTAT y estadísticas del MAGRAMA.

Elaboración: S.G. Productos Ganaderos



<b>TABLA 3.1.-LA CARNE DE PORCINO EN LA PRODUCCIÓN FINAL DE LA AGRICULTURA ESPAÑOLA (Valores en millones de euros)</b>								
	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>
<b>Producción Final Porcino (PFP)</b>	4.780	4.571,6	4.663,3	4.641,9	4.926,8	5.528	5.8325	6.272,9
<b>Producción F. Ganadera (PFG)</b>	13.800	14.777	14.161,6	13.911,4	13.797,4	15.160	15.862,6	15.958
<b>Producción Final Agraria (PFA)</b>	37.175,9	42.489,7	41.589,3	37.945,8	40.371,2	40.963,7	42.190,9	44.271,4
<b>ÍNDICES %</b>								
<b>PFP (PFG=100)</b>	34,6	30,9	32,9	33,4	35,7	36,5	36,8	39,3
<b>PFP (PFA=100)</b>	12,9	10,8	11,2	12,2	12,2	13,5	13,8	14,2
<b>PFP (2006=100)</b>	100,0	95,6	97,6	97,1	103,1	115,6	122	131,2

2<sup>a</sup> estimación, enero 2014. Año 2012, avance; año 2013, estimación.

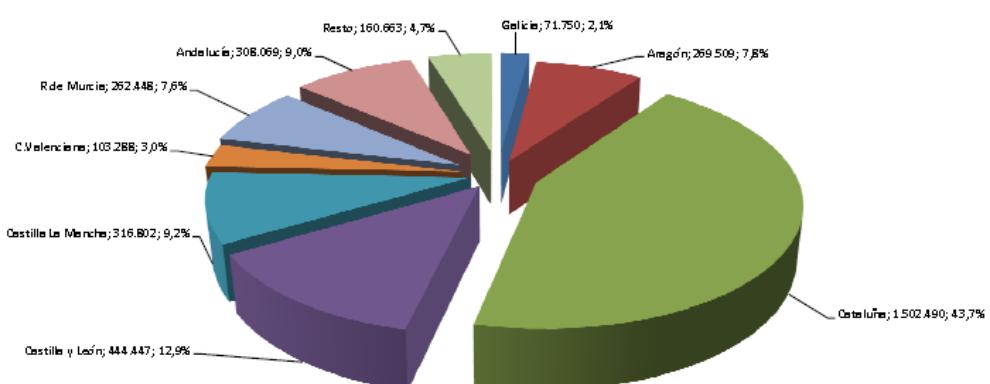
Fuente: Subd. Gral. Estadística (MAGRAMA).

## 2.2.- DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA

Uno de los hechos que caracterizan el sector porcino en la Unión Europea es el de presentar definidas zonas de producción. Esto no solo ocurre a nivel europeo, sino que también se da en el interior de los propios países, como en el caso de España.

Atendiendo al número total, Cataluña es la comunidad autónoma que más animales reúne, seguida de Aragón.

**GRÁFICO 3.2 DISTRIBUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE CARNE DE CERDO POR COMUNIDADES AUTÓNOMAS. AÑO 2013 (Toneladas)**



Fuente: S.G. Estadística (MAGRAMA).

Elaboración: S.G. Productos Ganaderos.

### 2.2.1.- CENSO TOTAL DE GANADO PORCINO SEGÚN TIPO DE ANIMALES

El censo de animales de cebo en España y su evolución según el tipo de animal es el siguiente:

TABLA 3.2.- CENSO DE CERDOS EN CEBO EN ESPAÑA (miles de animales)					
AÑOS	Lechones < 20 kg	Cerdos de 20 a 50 kg	Cerdos en cebo de 50 kg o más		
			50 a 80 kg	80 a 110 kg	Más de 110 kg
2006	6.833	6.264	5.149	4.074	1.144
2007	7.060	5.892	4.667	4.215	1.494
2008	7.101	5.793	4.611	4.343	1.590
2009	6.591	5.314	4.749	4.869	1.327
2010	6.999	5.944	4.582	4.587	1.134
2011	6.928	5.888	4.340	4.746	1.285
2012	7.085	5.735	4.657	4.597	888
2013	7.181	5.594	4.665	5.238	725

Fuente: Registro General de Explotaciones Ganaderas (REGA).

El censo por comunidades autónomas es el siguiente:

TABLA 3.3.- EVOLUCIÓN DEL CENSO DE GANADO POR COMUNIDADES AUTÓNOMAS (miles de animales)							
CCAA	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Andalucía	2.653	2.583	2.184	2.184	1.824	1.934	1.962
Aragón	5.041	8.075	10.261	8.122	10.852	9.783	9.942
Cast-Mancha	1.829	1.889	1.894	1.860	3.151	3.145	2.866
Cast y León	3.995	3.981	3.875	3.163	3.110	2.892	2.869
Cataluña	5.729	5.813	5.704	6.643	6.194	5.877	6.103
Extremadura	1.805	1.693	1.305	1.290	1.255	1.054	983
Galicia	660	1.594	1.027	1.030	1.082	1.087	1.173
Murcia	1.877	1.491	1.422	1.512	1.577	1.896	2.003
C. Valenciana	1.280	1.319	1.286	1.225	1.236	1.198	1.161
Resto	1.103	1.193	1.169	1.153	1.024	986	1.013
España	25.906	29.631	30.127	28.146	31.305	29.852	25.075

Fuente: Registro General de Explotaciones Ganaderas (REGA).

Podemos observar que Aragón es la comunidad con mayor censo de animales (9.942.000), seguida de Cataluña (6.103.000) y Castilla y León (2.869.000).

## 2.2.2.- DISTRIBUCIÓN DE LAS EXPLOTACIONES PORCINAS

En cuanto a la distribución de las explotaciones podemos observar que a diferencia de la producción, el mayor número de explotaciones se encuentran en Galicia, Castilla y León y Extremadura respectivamente.

TABLA 3.4.-NÚMERO DE EXPLOTACIONES DE GANADO PORCINO POR CAPACIDAD PRODUCTIVA EN ESPAÑA (DISTRIBUCIÓN POR COMUNIDADES AUTÓNOMAS). Año 2013						
Comunidad Autónoma	Reducida	Grupo Primero	Grupo Segundo	Grupo Tercero	Otras	Total
Andalucía	3.297	834	424	125	7.587	12.267
Aragón	155	1.522	1.749	303	148	3.877
Islas Baleares	851	524	13	3	1.240	2.631
Castilla León	1.150	3.308	903	361	5.012	10.734
Cataluña	0	3.253	2.131	334	351	6.069
Extremadura	7.396	5.207	699	83	11	13.396
Galicia	2.726	719	370	51	23.283	27.149
Resto	4.383	2.447	1.465	422	609	9.326
España	19.958	17.814	7.754	1.682	38.241	85.449

Fuente: Registro General de Explotaciones Ganaderas (REGA).

Elaboración: Subdirección General de Productos Ganaderos.

Definiciones según el REAL DECRETO 324/2000, de 3 de marzo (BOE 08-03-2000).

- Explotación reducida: Capacidad productiva no superior a 4,80 UGM (Unidad ganadera mayor).
- Grupo primero: Capacidad hasta 120UGM.
- Grupo segundo: Capacidad entre 120 y 360 UGM.
- Grupo tercero: Capacidad entre 360 y 864 UGM.
- Grupo especial: Explotaciones de selección, de multiplicación, centros de agrupamiento de reproductoras para desvieje, centros de inseminación artificial, explotaciones de recría de reproductores, las de transición de reproductoras primíparas y los centros de cuarentena

En Otras se incluyen el Grupo especial y el Desconocido

### 2.2.3.- PRODUCCIÓN DE CARNE

La producción presenta al igual que el censo una gran heterogeneidad en el interior del estado.

A continuación se muestra una tabla con los datos de producción de carne de cerdo en España (peso en canal, miles de toneladas), en una distribución por comunidades autónomas.

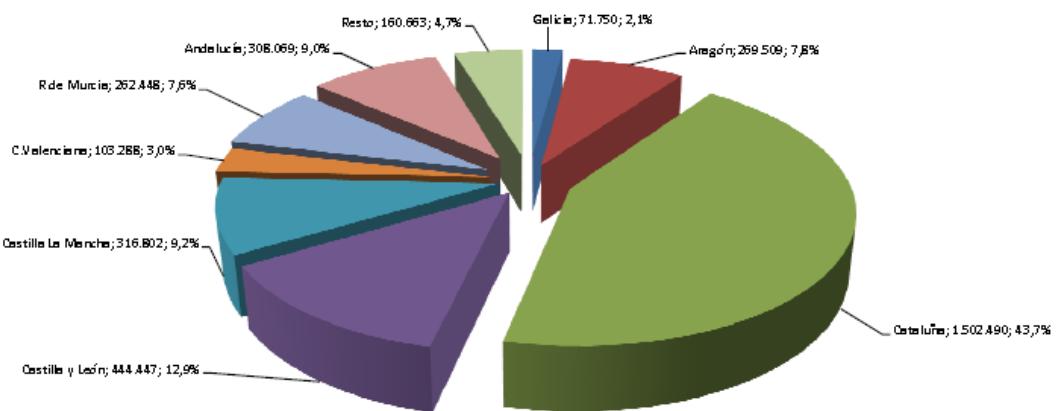
TABLA 3.5.- PRODUCCIÓN DE CARNE DE CERDO EN ESPAÑA (peso canal total, miles de toneladas)								
CC.AA.	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
<b>Galicia</b>	99,2	101,2	130,1	93,9	82,0	77,0	75,1	71,8
<b>Asturias</b>	19,6	23,4	22,1	22,2	20,6	19,6	16,3	17,2
<b>Cantabria</b>	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0
<b>País Vasco</b>	4,0	4,0	3,6	4,0	1,9	1,1	1,1	1,1
<b>Navarra</b>	41,3	45,7	48,9	46,2	39,6	39,9	39,8	36,6
<b>La Rioja</b>	2,7	2,7	2,8	2,5	2,4	2,2	2,0	1,9
<b>Aragón</b>	226,1	249,9	272,8	271,9	268,4	264,4	260,2	269,5
<b>Cataluña</b>	1.227,6	1.310,6	1.348,8	1.338,1	1.369,4	1.418,2	1.454,2	1.502,5
<b>Baleares</b>	4,9	5,1	5,0	4,4	4,4	4,1	4,0	3,9
<b>Castilla-León</b>	507,6	575,2	499,4	431,0	480,2	489,8	476,7	444,5
<b>Madrid</b>	78,4	86,5	87,8	85,3	78,8	73,6	57,2	37,3
<b>Castilla-Mancha</b>	290,2	309,3	301,1	295,1	295,5	302,6	320,7	316,8
<b>C. Valenciana</b>	102,4	121,7	122,3	116,6	119,0	123,6	115,0	103,3
<b>Murcia</b>	207,9	237,5	252,0	250,5	262,8	272,7	269,8	262,5
<b>Extremadura</b>	74,1	89,3	95,2	76,9	63,6	64,4	57,0	56,9
<b>Andalucía</b>	289,6	270,6	279,9	263,7	273,2	309,5	314,1	308,1
<b>Canarias</b>	6,3	6,5	7,0	6,2	7,0	6,5	6,0	5,6
<b>Total</b>	3.182,0	3.439,4	3.451,9	3.290,6	3.368,9	3.469,3	3.466,3	3.439,5

Fuente: S.G. Estadística (MAGRAMA).

Elaboración: S.G. Productos Ganaderos.

Datos 2013 Provisionales

**GRAFICO 3.3 PRODUCCIÓN DE CARNE DE CERDO EN ESPAÑA  
AÑO 2013 Datos Tabla 3.5.**



Cataluña es la CCAA que más carne de cerdo produce, con un 43,7% de la producción total, seguida de Castilla y León con un 12,9%.

## **2.3.- CARACTERÍSTICAS DEL SECTOR**

### **2.3.1.- CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES**

Más de un 80% del censo se encuentra dentro del modelo de producción intensiva.

En las últimas dos décadas se ha producido un importantísimo desarrollo del sector porcino español caracterizado por un marcado aumento del censo de los animales, una disminución del número total de explotaciones, un incremento del tamaño medio de explotación y un aumento muy notable de la productividad.

Existen grandes diferencias en cuanto a la distribución por regiones. Tradicionalmente el sector porcino español se ha caracterizado por una notable especialización productiva a nivel regional de manera que existen zonas productoras de lechones y otras especializadas en el cebo. Esta situación, si bien es estructural y por lo tanto difícil de modificar, está cambiando. En la actualidad se observa una tendencia hacia la producción en ciclo cerrado, bien según el concepto tradicional (en un único emplazamiento) o bien a través de sistemas de producción en fases o sistemas de integración completa que cierran el ciclo de producción en varios emplazamientos, normalmente cercanos geográficamente.

### **2.3.2.- TIPOS DE PRODUCCIÓN**

Como se puede observar en la tabla 3.2, según censo de ganado, el producto final más común es un cerdo cebado para sacrificio y consumo en fresco de aproximadamente 100 kg de peso vivo (con unos 6 meses de vida).

### **2.3.3.- ALIMENTACIÓN**

En los sistemas de producción intensivos, en la mayoría de las ocasiones, la alimentación se da en forma de pienso compuesto en seco, siendo los sistemas de alimentación húmeda excepcionales, aunque su implantación va en aumento.

La composición en materias primas del pienso depende fundamentalmente del tipo de animales a los que va destinado y, secundariamente, de la localización geográfica.

La preparación del pienso está desligada de la propia granja en la mayoría de los casos. La relación de las granjas con las fábricas de piensos es por contratos de suministro, o bien a través de sociedades, cooperativas o integraciones.

#### **2.3.4.- TENDENCIAS**

El sector porcino español tiende a explotaciones de mayor tamaño. El tamaño máximo de las explotaciones está limitado en España mediante el RD 324/2000, por el que se establecen las normas básicas de ordenación de las explotaciones porcinas, y el RD 3483/2000 que lo modifica.

Se está produciendo un fenómeno de traslación de la producción desde las zonas tradicionalmente porcinas hasta otras regiones cercanas. El desplazamiento se debe principalmente a razones medioambientales y de ordenación de las explotaciones (según el RD 324/2000). La instalación en localizaciones totalmente nuevas se produce en menor medida debido a las limitaciones que impone el aprovisionamiento de pienso y otros servicios, así como la falta de tradición en la cría de cerdos (problemas de mano de obra y de aceptación).

Se tiende a una concentración empresarial de las explotaciones. Los sistemas de producción están agrupándose.

#### **2.3.5.- CONDICIONES AMBIENTALES**

En España existen diferentes tipos de clima. El mayoritario en la Península Ibérica es el mediterráneo, cuyas características le diferencian notablemente del clima continental centroeuropeo.

En las condiciones climáticas españolas resulta común el empleo de técnicas de control ambiental dentro de las granjas. Estos equipos, normalmente sofisticados, requieren una alta inversión y un consumo de energía elevado.

Las elevadas temperaturas pueden suponer una dificultad para el control de algunos procesos como la volatilización de los gases. Por lo tanto, el clima se constituye en amplias zonas de España como un limitante del potencial de algunas de las técnicas y estrategias medioambientales.

### **2.3.6.- FACTORES AGROAMBIENTALES**

En España, las zonas de alta concentración ganadera se encuentran junto a otras de baja densidad.

Actualmente se tiende a una dispersión excéntrica de la producción porcina desde las zonas tradicionales hacia otras limítrofes. Este crecimiento se está produciendo de forma ordenada debido al RD 324/2000 cuyos principales objetivos son evitar problemas sanitarios y medioambientales.

Algunos de los principales problemas en amplias zonas de España son la erosión y la desertificación de los suelos, ligados en muchos casos a la falta de fertilidad debida principalmente a un déficit de materia orgánica. Por ello la valorización agrícola de estiércoles y purines debe considerarse una actividad prioritaria.

### **2.3.7.- FACTORES SOCIALES**

El sector porcino actúa como un elemento de fijación de población en el medio rural. Este hecho tiene una gran importancia estratégica en algunas regiones españolas amenazadas por la despoblación rural evitando que mucha gente emigre a las grandes ciudades en busca de una vida mejor, algo que hoy en día a priori es complicado dada la situación económica actual.

## **2.4.- INDUSTRIA CÁRNICA PORCINA**

La producción de la industria cárnica aporta la mayor producción a la industria alimentaria española. En ella se cuentan mataderos, salas de despiece e industrias de transformación. Esta última, dependiente del porcino, es la que cuenta con mayor dimensión y a ella pertenecen los mayores operadores. El porcino es la carne que en mayor medida se dedica a la transformación industrial: más del 45% frente a sólo un 4% en vacuno. En la industria dedicada a las carnes de porcino transformadas conviven las mayores empresas del sector con pequeñas industrias de corte familiar elaboradoras de productos tradicionales. Cabe resaltar que, de estas últimas, son muchas las que obtienen buenos resultados en su nicho concreto. En el ámbito de las grandes firmas se está produciendo una gran concentración mediante absorciones y fusiones o la ampliación de sus negocios tradicionales. En el otro extremo, las industrias pequeñas elaboradoras de productos tradicionales, extendidas por todo el territorio, en buena medida desvinculada de la producción ganadera, y con frecuencia

vinculadas al desarrollo rural y local y al turismo de interior, también están consiguiendo buenos resultados.

## 2.5.- PERSPECTIVAS DEL SECTOR

Es difícil predecir con total seguridad cual será el futuro de la producción en España, Europa o el mundo. Sin embargo nos podemos arriesgar a decir que España se convertirá en el país más importante productor de porcino de Europa en los próximos años.

Lo único claro es que la producción de cerdos será decidida por el consumidor, quien querrá precios más baratos, calidad y bienestar de los animales.

La competitividad del sector porcino español depende de su capacidad para mantener (mejorar) los niveles técnicos, diversificar los productos, buscar mercados (exteriores) específicos y sobre todo garantizar la calidad de los productos que ofrece al consumidor. Para ello se considera necesario incidir en los siguientes ámbitos:

- . Incrementar la producción de lechones a través de una mejora reproductiva de las madres y las condiciones de producción (alimentación).
- . Mejorar la eficiencia productiva a nivel del engorde con el fin de reducir el impacto ambiental y los costes de producción
- . Aumentar el nivel técnico de las explotaciones (personal, infraestructuras) para mantener (aumentar) el nivel de competitividad.
- . Diversificar la producción (sistemas alternativo) y la comercialización de elaborados cárnicos con garantía de calidad (trazabilidad).
- . Analizar (y satisfacer) las demandas de los consumidores en cuanto a la seguridad, calidad, bienestar animal y minimización del impacto ambiental.
- . Desarrollar estudios integrales de la cadena de selección-producción-elaboración-consumo con el fin de dirigir (optimizar) los recursos del sector hacia mercados predeterminados.

Las exigencias de protocolos de producción. Hay que tener en cuenta que la gran distribución está cada vez más globalizada y, que dentro de la UE, en casi todos los países se encuentran las mismas empresas, que tienden a establecer estrategias de

suministro a nivel de la Unión e incluso algunas cuentan con unidades centrales de compra que cada vez incorporan más productos, limitando la autonomía de las filiales nacionales.

## 2.6.- PRECIOS

El precio medio del lechón en el año 2013 en el mercado español ha sido de 44,35 €/unidad, superior casi en un 2% al de 2012. A su vez, dicho precio fue inferior en un 7,8% a la media comunitaria.

Tras la crisis del año 2011 y la consiguiente reducción estructural de la oferta, el precio del lechón experimentó una importante recuperación en el 2012. Durante los meses de enero y febrero de 2013 las cotizaciones mantienen su ascenso estacional para estabilizarse durante las semanas 10-15 en los valores máximos del año. Se inicia entonces un descenso que se prolonga sólo hasta mediados de junio en un mercado que sigue acusando la cortedad de la oferta junto con el problema de las inversiones necesarias para acometer las reformas del bienestar animal. De todo ello deriva inevitablemente una escasez de lechones en cuanto la demanda presiona un poco y la consiguiente fortaleza de las cotizaciones. Así, a partir de la segunda quincena de junio comienza un cambio de tendencia manteniéndose estable el precio hasta finales de julio. Tras una leve rectificación a la baja, vuelve a remontar durante los meses de agosto y septiembre en vísperas del teórico ascenso estacional. Pero, lejos de producirse éste, el precio se estabiliza de nuevo durante varias semanas y no es sino hasta finales de noviembre cuando las cotizaciones inician su recuperación estacional para finalizar el año con un precio ligeramente superior al de 2012 (+1,6%). La evolución del precio del cebado junto con la excesiva lentitud en la generación de plazas vacías, provocaron ese estancamiento otoñal en el precio del lechón.



GRÁFICO 3.4 Fuente: S.G. Estadística (MAGRAMA)

El precio medio de la canal Clase E para el año 2013 en el mercado español ha sido de 1,936 €/Kg, superior en un 11,4% al de 2012, alcanzando un máximo histórico en la semana 35 (última del mes de agosto) con un valor de 2,171€/Kg canal. A su vez, dicho precio fue superior en un 11,3% al del mercado alemán y un 10,3% respecto a la media comunitaria. Efectivamente, durante todo el año 2013 las cotizaciones españolas se mantuvieron, con diferencia, en lo más alto del ranking respecto a sus principales competidores.

Durante el primer trimestre de 2013 el precio siguió una trayectoria muy similar, en líneas generales, a la de los dos años precedentes aunque a un nivel bastante superior a los mismos. Tras el retroceso de la última semana de marzo y la recuperación de la primera de abril, la cotización experimenta un descenso sostenido hasta mediados del mes de mayo. Se inicia a partir de entonces una importante escalada que toca techo a finales de agosto según se ha dicho anteriormente. Con ello, al igual que sucediera en 2012, el máximo anual se desplazó, desde el punto de vista estacional, hacia el final del verano. En el transcurso del último trimestre tiene lugar un descenso continuado del precio para, tras algún repunte alcista, terminar el año en niveles próximos a los de 2012.



GRÁFICO 3.5 Fuente: S.G. Estadística (MAGRAMA)

## 2.7.- COMERCIO EXTERIOR

TABLA 3.6.- EVOLUCIÓN DEL COMERCIO EXTERIOR EN LOS DOS ÚLTIMOS AÑOS (TONELADAS)				
Años	Importaciones		Exportaciones	
	UE	P. Terceros	UE	P. Terceros
2012	181.589	503	1.057.538	350.291
2013	216.049	376	1.074.350	281.697
13/12 (%)	+ 19,0	- 25,2	+ 1,6	- 19,6

Año 2012, datos revisados. Año 2013, provisionales. Fuente: DataComex (AEAT).

Según estos datos, durante el año 2013 las importaciones procedentes de la Unión Europea se incrementaron un 19,0% mientras que las extracomunitarias (de escasa entidad) se redujeron en un 25,2%. Las ventas a otros Estados miembros aumentaron ligeramente (+1,6%) y las exportaciones a Países Terceros disminuyeron un 19,6%, ralentizándose aún más el ritmo ascendente que vienen manteniendo desde hace ya tiempo. Se confirma, de todas formas, el carácter eminentemente exportador de este sector ganadero. Como principales Estados miembros destinatarios de los envíos españoles pueden citarse Francia, Portugal, Italia, Alemania y Reino Unido. Entre los países terceros importadores destacan China, Rusia, Hong-Kong, Japón, Filipinas y Corea del Sur, siguiendo a continuación cantidades más pequeñas enviadas a un gran número de destinos.

## 2.8.- CONSUMO Y ABASTECIMIENTO

La utilización interior total (consumo humano) para el año 2013 se estima en 2.278.000 t, lo que se traduce en un autoabastecimiento del 151,0%. El consumo aparente por habitante y año se sitúa en los 48,3 kg, algo superior al de 2012 (+ 2,8%).

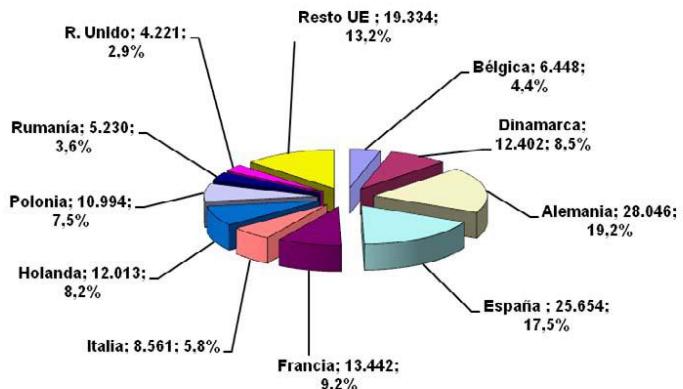
### 3.- EL SECTOR EN LA UE

#### 3.1.- CENSOS Y PRODUCCIONES

TABLA 3.7.-EFECTIVOS DE GANADO PORCINO EN LA UNIÓN EUROPEA REFERIDOS AL MES DE NOVIEMBRE DE CADA AÑO (MILES DE CABEZAS)			
Animales	Noviembre 2012	Noviembre 2013	Variación (12/13)
Lechones (< 50 kg de peso vivo)	73.752	73.809	- 0,1
Cebos (> 50 kg peso vivo)	59.137	59.792	+ 1,1
Verracos	228	221	- 3,1
Cerdas reproductoras	12.712	12.523	- 1,5
Total animales	145.829	146.345	+ 0,4

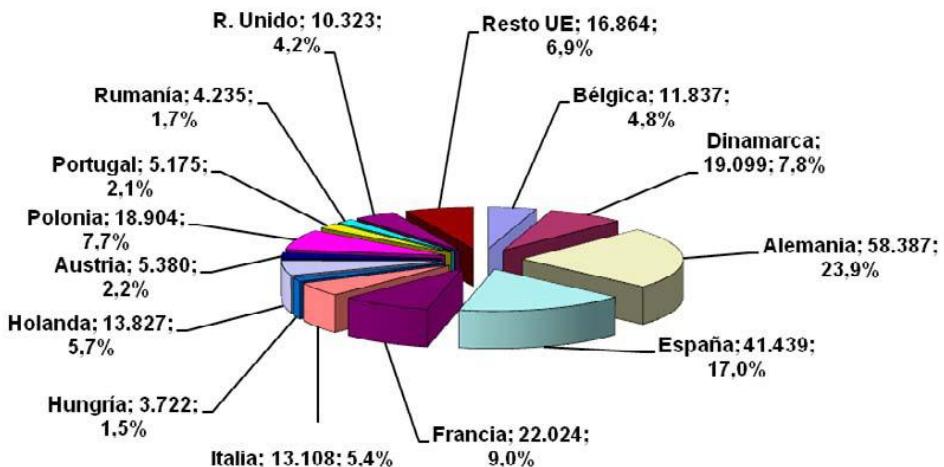
Fuente: Eurostat (Datos provisionales)

**CENSO TOTAL DE GANADO PORCINO EN LA UE-28  
(miles de animales a noviembre de 2013)**



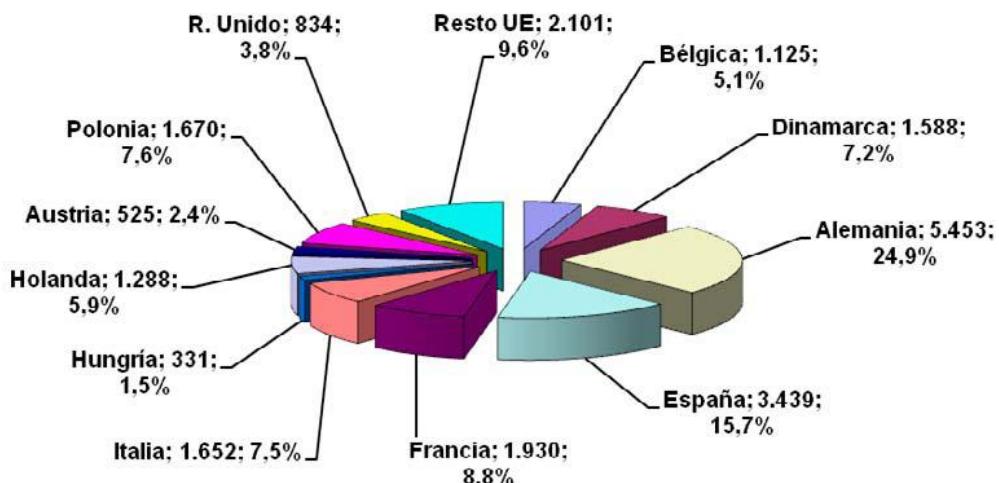
El número de animales sacrificados en 2013 se estima en 244.324.000 cabezas con un peso canal total de 21.936.000 toneladas, lo que supone un descenso del 0,3% respecto a la producción del año 2012. La distribución porcentual de ambas magnitudes según los principales Estados miembros figura en los dos gráficos siguientes.

**SACRIFICIO DE GANADO PORCINO EN LA UNIÓN EUROPEA DURANTE EL AÑO 2013 (miles de animales sacrificados)**



Fuentes: EUROSTAT y estadísticas de MAGRAMA

**PRODUCCIÓN DE CARNE DE CERDO EN LA UNIÓN EUROPEA DURANTE EL AÑO 2013 (miles de toneladas)**



Fuentes: EUROSTAT y estadísticas de MAGRAMA

### 3.2.- PRECIOS

El precio medio comunitario de los lechones en 2013 fue de 48,13 €/unidad, lo que representa un incremento del 1,8% respecto del precio medio del año 2012. Como ya se ha comentado en su momento, el precio del mercado español fue inferior al comunitario en un 7,8%.

Respecto a la carne de cerdo, el precio medio en el mercado comunitario para el año 2013 de la canal clase E fue superior en un 2,9% al del año anterior. A su vez, el precio medio español se situó un 10,3% por encima de la media europea.

Años	2008	2009	2010	2011	2012	2013
€/Lechón	36,97	43,18	40,11	38,04	47,28	48,13
€/100 kg	153,24	142,22	140,24	153,19	170,52	175,48

Fuente: Comisión de la Unión Europea

### 3.3.- COMERCIO EXTERIOR

Las importaciones comunitarias de carne porcina durante el año 2013 ascendieron a 33.292 toneladas, lo que supone un descenso del 8,7% respecto del 2012.

Las exportaciones durante el año 2013 fueron del orden de 3.094.115 toneladas, superiores a las de 2012 en un 0,8%. Como principales Estados miembros exportadores destacan Alemania con el 23,8% de las ventas y Dinamarca con el 19,1%. Les siguen Polonia (11,2%), España (9,1%), Holanda (8,1%) y Francia (7,7%). Entre los principales destinatarios de las exportaciones comunitarias figuran Rusia (24,1%), China (21,5%), Hong Kong (12,5%), Japón (7,5%), Ucrania (4,0%), Corea del Sur (3,3%), Filipinas (3,3%) y Bielorrusia (2,8%).

### 3.4.- CONSUMO Y ABASTECIMIENTO

La utilización interior total (consumo humano) de carne de cerdo en la Unión Europea se estima para el año 2013 en unas 19.790.030 toneladas, lo que se traduce en un autoabastecimiento del 110,6%. El consumo aparente por habitante y año es de 39,3 kg.

## 4.- EVOLUCION DEL SECTOR PORCINO EN LA ZONA

A continuación veremos la evolución del sector porcino en la zona en los últimos años (2008-2013).

Los datos se han obtenido de los Directorios Ganaderos del Departamento de Agricultura, Ganadería y Medio Ambiente del Gobierno de Aragón.

**ESTRUCTURA PRODUCTIVA DE LAS EXPLOTACIONES DE PORCINO**  
**(Distribución provincial)**

CEBO								
AÑO	HUESCA		TERUEL		ZARAGOZA		ARAGÓN	
	Nº DE EXPL.	PLAZAS	Nº DE EXPL.	PLAZAS	Nº DE EXPL.	PLAZAS	Nº DE EXPL.	PLAZAS
2008	1.455	2.360.932	535	720.611	821	1.547.043	2.811	4.628.586
2011	1.574	2.501.784	535	757.743	832	1.659.617	2.941	4.919.144
2012	1.545	2.561.682	535	778.198	809	1.626.922	2.889	4.966.802
2013	1.570	2.663.810	551	800.682	821	1.655.697	2.942	5.120.189
PRODUCCIÓN								
AÑO	HUESCA		TERUEL		ZARAGOZA		ARAGÓN	
	Nº DE EXPL.	PLAZAS	Nº DE EXPL.	PLAZAS	Nº DE EXPL.	PLAZAS	Nº DE EXPL.	PLAZAS
2008	430	393.026	302	201.434	386	319.053	1.118	913.513
2011	363	365.243	230	186.557	315	337.942	908	889.742
2012	297	342.053	206	174.993	286	314.958	789	832.004
2013	262	323.436	182	155.647	267	266.020	711	745.103

**ESTRUCTURA PRODUCTIVA DE LAS EXPLOTACIONES DE PORCINO**  
**(Distribución comarcal)**

CEBO						
COMARCA	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Jacetania	8.190	8.192	8.222	8.240	7.771	9.934
Sobrarbe	28.813	28.813	23.055	23.070	20.453	23.210
Ribagorza	116.804	117.452	126.530	128.726	131.210	140.066
Hoya de Huesca	525.101	531.481	562.483	566.485	589.047	625.874
Somontano	177.104	178.122	183.168	180.991	181.190	190.288
Monegros	417.424	417.956	435.484	443.878	443.711	464.515
La Litera	616.501	618.070	646.628	642.583	675.487	696.028
Bajo Cinca	470.995	481.127	506.142	497.610	512.813	513.895
PRODUCCIÓN						
COMARCA	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Jacetania	8.919	8.919	8.960	8.954	8.907	8.330
Sobrarbe	6.315	6.305	6.868	6.829	7.328	6.074
Ribagorza	54.382	54.454	48.823	48.225	45.618	40.529
Hoya de Huesca	81.748	82.316	77.028	77.213	74.157	69.765
Somontano	27.047	27.174	26.290	28.206	26.056	25.958
Monegros	92.075	92.138	93.538	91.588	80.968	80.522
La Litera	79.534	79.447	71.552	74.554	58.915	54.535
Bajo Cinca	43.006	43.006	42.959	39.875	40.104	37.723

**ESTRUCTURA PRODUCTIVA DE LAS  
EXPLOTACIONES DE PORCINO**  
(Distribución local)

CEBO					
AÑO 2009		AÑO 2009		AÑO 2010	
Nº EXPLOT	TOTAL PLAZAS	Nº EXPLOT	TOTAL PLAZAS	Nº EXPLOT	TOTAL PLAZAS
10	18.544	12	19.807	13	22.806
PRODUCCIÓN					
AÑO 2009		AÑO 2009		AÑO 2010	
Nº EXPLOT	TOTAL PLAZAS	Nº EXPLOT	TOTAL PLAZAS	Nº EXPLOT	TOTAL PLAZAS
2	1.075	2	1.075	2	1.075

**ANEXO 4**  
**GENÉTICA**

## **Anexo 4.- Genética**

1.- Introducción .....	Pág. 1
2.- Fundamentos del cruzamiento .....	Pág. 2
3.- Razas puras .....	Pág. 3
3.1.- Landrace .....	Pág. 4
3.2.- Large White .....	Pág. 5
3.3.- Duroc .....	Pág. 7
4.- Comparativa de Índices cárnicos .....	Pág. 10
5.- Esquema de Cruzamiento .....	Pág. 10

## 1.- Introducción

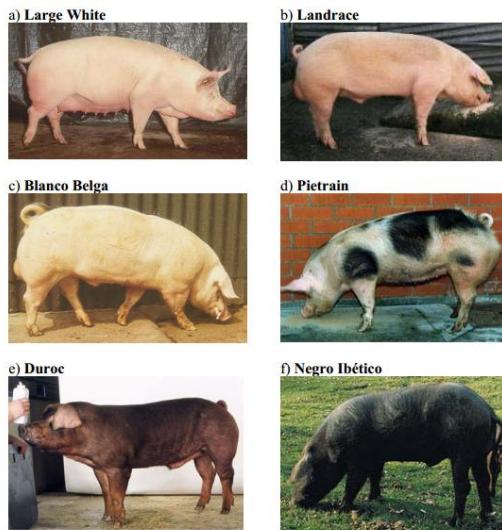
A continuación se describen los cruzamientos y las especies más empleadas en la actualidad en la ganadería porcina intensiva. Esta información sirve para una mejor gestión, a pesar de que la base genética de una explotación integrada viene impuesta por la empresa integradora.

El objeto del cruzamiento es conseguir una mejora en los caracteres morfológicos de los animales que finalmente han de salir a la venta, intentando aunar los mejores caracteres morfológicos de las distintas razas, como son:

- Reproductivos: prolificidad, lechones destetados, etc.
- Crecimiento: Ganancia media diaria, índice de conversión, etc.
- Calidad de carne y de la canal: Espesor del tocino dorsal, infiltración en el magro, etc.

Se pueden establecer cuatro grupos importantes de razas porcinas:

- Razas mixtas: Son aquellas con buenos rendimientos reproductivos, de engorde, y de la canal: Large White. Landrace y Duroc.
- Razas especializadas en la producción de músculo: Pietrain, Landrace Belga y Hampshire, producen una canal de alta calidad, con elevado contenido en músculo y bajo de grasa, por contra poseen unos muy bajos rendimientos reproductivos y la calidad de la carne suele ser peor.
- Razas especializadas en los rendimientos reproductivos: Son algunas razas chinas: Meishan, Jia Xing, las cuales poseen resultados reproductivos excepcionales combinando alta prolificidad y a la vez pubertad precoz, siendo sin embargo su velocidad de crecimiento muy baja y produciendo un elevado % de grasa en la canal.
- Razas locales: Razas con débiles rendimientos reproductivos, de engorde y de canal, estando por contra, bien adaptadas a condiciones difíciles es de explotación.



## 2.- Fundamentos del cruzamiento

El cruzamiento se justifica en porcicultura por la heterosis. La heterosis, o vigor híbrido, se produce cuando se cruzan individuos de dos razas distintas.

Se define como el porcentaje de superioridad de los descendientes del cruzamiento respecto a la media de las razas que han participado en el mismo. Así, por ejemplo, si cruzamos a la raza Large White que tiene una prolificidad de 12 lechones con la Duroc de prolificidad 10 y las hijas resultantes paren una media de 11,8 lechones.

El fenómeno de la heterosis se manifiesta en los individuos cruzados pero no en su descendencia; por ello, no es conveniente su uso para la reposición. Aunque el cruzamiento tiene gran interés con objeto de mejorar los parámetros reproductivos, de crecimiento y de transformación del alimento, es necesario señalar que los animales cruzados no tienen necesariamente un nivel productivo superior al de la mejor raza que los generó.

La heterosis que se logra con el cruzamiento es variable según el carácter que se considere. Para la obtención de ventajas significativas con el cruzamiento es necesario que previamente se hayan llevado a cabo programas de selección adecuados con las razas puras.

La genética es compleja y de gran importancia ya que las razas de cerdos son muy específicas. Para lograr un alto número de lechones por camada y que estos tengan una carne de buena calidad y en el menor tiempo posible, es necesario realizar diferentes cruces entre aquellos animales seleccionados de distintas razas.

Las razas cárnica poseen:

- Alta ganancia de peso.
- Buena conformación Gamón y lomo bien desarrollado)
- Alta eficiencia de conversión de alimento.
- Mala capacidad materna.

Las razas maternas se caracterizan por:

- Alta prolificidad.
- Alto número de lechones nacidos.
- Buena capacidad materna.
- Fácil de detectar celos.
- Alta producción láctea.
- Bajas características para producción de carne.

El cruzamiento entre dos razas de carne daría lechones de buena calidad y listos para matadero en poco tiempo, pero se obtendría un reducido número de lechones al parto y una disminución de estos al destete por las malas características maternales de la hembra y su baja prolificidad.

Por otro lado un cruce entre dos razas maternas daría lechones de baja calidad y en un período de tiempo mayor. Los animales híbridos o cruzados (procedentes del cruce de dos razas o líneas separadas genéticamente, es decir que están bastantes generaciones sin reproducirse entre si) presentan suficientes ventajas sobre el promedio de las razas parentales.

### **3.- Razas Puras**

El ganado a emplear será el procedente de cruces entre las razas Landrace (tipo estándar) y Large White, para la línea madre, y Duroc para la línea padre.

### 3.1.- Landrace

Es una raza blanca muy deseada por su ganancia diaria en peso, conversión alimenticia y poca grasa, de buena musculatura, alta calidad de su canal y alto porcentaje de jamón. La hembra se utiliza en raza pura y en programas de cruzamiento. Es reconocida por sus cualidades maternas, temperamento, longevidad y prolificidad. Los machos son reproductores seguros y tienen un excelente temperamento, que facilita el trabajo con ellos.

TABLA 4.1.- VARIABLES LANDRACE	
VARIABLES	VALORES
Edad 1 <sup>er</sup> parto	345-350 días
<i>Lechones vivos al parto</i>	10-10.5
Lechones destetados por parto	8.5-10
Intervalo entre partos	166.4 días
Intervalo destete cubrición	16 días
Edad destete lechones	35.4 días
Ganancia media diaria	695 gr/día
Espesor tocino dorsal (mm)	13.5-17.5 mm
Longitud de la canal	101 cm
% estimado de magro en la canal	53%

#### Caracteres generales:

Se ha convertido en la base de la ganadería porcina en España, debido a su excelente adaptación al medio, siendo el pilar para los Programas de Hibridación, obteniéndose hembras de muy buena producción y excelente comportamiento, frente a las exigencias de las nuevas técnicas de manejo en las explotaciones porcinas.

#### Prototipo Racial:

Conformación: Correcta con osamenta adecuada, más fina que basta.

Piel: Fina, blanca y con pelo fino.

Cabeza: Ligera, de longitud media, perfil recto, con tendencia a la concavidad correlativa a la edad, con un mínimo de papada.

Orejas: No muy largas, inclinadas hacia delante y sensiblemente paralelas a la línea longitudinal de la cabeza.

Cuello: Neto, ligero y de longitud media.

## Tercio anterior:

Espaldas:	De proporciones medias, firmes y bien adheridas al tronco.
Dorso:	De posterior arqueado en el sentido de la misma, sin depresiones en la unión con la espalda, ni el lomo; anchura notable y uniforme.
Lomo:	Fuerte y ancho, sin deficiencias posterior ni depresiones.
Tórax:	Firme, de paredes compactas, costillas bien combadas.
Posterior:	Lleno, con línea inferior recta, con un mínimo de 12 mamas, posteriormente colocadas.

## Tercio posterior:

Grupa	De longitud media, ancha, perfil recto y ligeramente inclinado hacia la cola.
Nalgas y muslos:	Muy anchos, llenos y redondeados tanto en sentido lateral como la parte posterior, descendiendo hasta el corvejón.
Cola:	Implantada razonablemente alta.

**3.2.-Large White**

Esta raza se caracteriza por su capacidad de adaptación y rusticidad, unida a su temperamento tranquilo, elevada fecundidad y prolificidad, correctos índices técnicos, canales de no muy buena conformación (largas y de no mucho jamón) y buena calidad de su carne.

La buena aptitud y actitud maternales (carácter tranquilo, cuidado de las crías, capacidad lechera, etc.) la hacen muy interesante tanto en cría en pureza como en cruzamientos como línea materna. Con buena capacidad de adaptación a distintos medios y sistemas de producción.

También destaca por sus índices productivos (tamaño de las camadas, velocidad de crecimiento, índice de transformación, etc.) y en calidad de la carne (jugosidad, color, textura), aunque no en conformación y composición de la canal.

Las principales cualidades de esta raza para el mercado son las siguientes:

- Calidad de la carne alta.
- Baja frecuencia de carnes PSE.
- Buena respuesta para cruces industriales con otras razas.

TABLA 4.2.- VARIABLES LARGE WHITE	
VARIABLES	VALORES
Edad 1 <sup>er</sup> parto	360-370 días
Lechones vivos al parto	10.5
Lechones destetados por parto	9-10
Intervalo entre partos	164.2 días
Intervalo destete cubrición	14.9 días
Edad destete lechones	33.9 días
Ganancia media diaria	725 gr/día
Espesor tocino dorsal (mm)	13.5-17.5 mm
Longitud de la canal	99 cm
% estimado de magro en la canal	52.5%

Los lechones nacen con un peso medio de 1,5 Kg., alcanzando 7-8 Kg. con 21 días, 25 Kg. a los dos meses y 100-115 Kg. a los 60 meses de edad, a la que se sacrifican. La canal, con unos 90 cm de longitud, da un rendimiento del 75% con un 50-55 % de músculo, 27% de grasa y un 14% de hueso. El espesor graso dorsal se sitúa entre 2,5-3 cm. La conformación de la canal no es del todo excelente por la falta de desarrollo muscular del jamón, aunque algunas variedades, como la alemana, han conseguido mejorar este aspecto.

Prototipo Racial:

Conformación:	Correcta con osamenta adecuada.
Piel:	Blanca sin manchas, pelo no excesivamente fuerte, abundante sin exceso, color blanco.
Cabeza:	Mediana Compacta, no exenta de finura, de moderada longitud, perfil subcónvexo.
Orejas:	Pequeñas, erguidas, ligeras y poco carnosas, pudiendo tener las puntas vueltas hacia dentro, o inclinadas ligeramente hacia delante.

Cuello:	Corto, ancho, musculado, armónico en sus uniones con cabeza y tronco, con papada de moderado desarrollo, bien asentada, sin engrasamiento.
Tercio anterior:	
Espaldas:	Largas, anchas, desarrolladas, bien proporcionadas y adheridas al tronco.
Dorso:	Ancho, recto, largo, bien musculado, ligeramente convexo. Sin depresiones en su unión con la espalda y el lomo
Lomo:	Ancho, largo. Línea dorso lumbar idealmente recta.
Tórax:	Profundo, ancho y musculado, de paredes compactas, costillas arqueadas y bien insertadas.
Abdomen:	Espacioso pero recogido con línea inferior recta, un mínimo de doce mamas normales colocadas regularmente.
Tercio posterior:	
Grupa:	Larga, ancha, musculada; perfil superior recto, ligeramente inclinada hacia la cola.
Nalgas y muslos:	Anchos, llenos redondeados lateral y posteriormente y redondeados descendiendo hasta el corvejón.
Cola:	Correctamente Implantada, razonablemente alta.

### 3.3.- Duroc

Se distingue por las características de su canal y la eficiencia alimentaría. Sus sólidas pezuñas y patas le hacen una excelente elección para condiciones difíciles de crianza. Se caracteriza también por tener camadas numerosas, característica que es frecuentemente conservada en programas de cruzamiento.

Es una raza de elevada rusticidad, buena prolificidad (10'3 lechones nacidos, 9'6 lechones destetados y 19-20 lechones / cerda y año), notables rendimientos en cebo y aceptable calidad de la carne.

TABLA 4.3.- VARIABLES DUROC	
VARIABLES	VALORES
Edad 1 <sup>er</sup> parto	350-355 días
Lechones vivos al parto	10-10.5
Lechones destetados por parto	8-10
Intervalo entre partos	166.4 días
Intervalo destete cubrición	16 días
Edad destete lechones	35.4 días
Ganancia media diaria	695 gr/día
Espesor tocino dorsal (mm)	13-22.5 mm
Longitud de la canal	93.5 cm
% estimado de magro en la canal	52%

En líneas generales, es una raza con mayor contenido en grasa intermuscular, sin que aumente notablemente el contenido total en grasa de la canal, lo que incide positivamente sobre la calidad de la carne.

El Duroc es frecuentemente utilizado como macho terminal en programas de cruzamiento, así como tercera raza en situaciones de rotación de cruzamientos.

Las principales virtudes de la raza para su utilización en la industria cárnica son:

- Incremento de la grasa infiltrada cuando se cruza con otras razas, lo que confiere una calidad a la carne elevada.
- La carne que contiene mayor porcentaje de genes procedente de raza Duroc es más jugosa, más tierna, con buen sabor y carente de malos olores además de pigmentos musculares.
- Buena producción cárnica.
- Idónea para complementarse con las virtudes de otras razas, fundamentalmente las del tronco ibérico, mejorando la conformación de éstas, dando piezas nobles (jamón y paletas), con una forma y proporción músculo/grasa más demandada por el mercado que el ibérico puro.

## Caracteres generales

La raza Duroc, con un censo de 16.171 reproductoras inscritas en el Libro Genealógico, al 31/XII 2004, es la raza que se utiliza, como base, para actuar como finalizador en los programas de Hibridación de las razas precoces e ibéricas.

Destaca por su elevado índice de conversión, alta prolificidad buena producción cárnica, perfecta adaptación al medio ambiente y excelente respuesta a las exigencias de la Industria Cárnia.

### Prototipo Racial:

Conformación: Correcta con osamenta adecuada.

Piel: De coloración que va desde el dorado al rojo ladrillo, pelo liso y abundante.

Cabeza: Relativamente pequeña, con perfil cóncavo y ojos muy vivos.

Orejas: De mediana longitud. Ligeras y caídas, con las puntas hacia abajo, sin entorpecer la visión.

Cuello: Corto con limpia inserción en el tronco.

### Tercio anterior:

Espaldas: Ancha, bien desarrollada y con correcta unión con el tronco.

Dorso: Ancho, bien musculado, convexo, pudiendo ser recto en animales muy conformados, sobre todo si son jóvenes.

Lomo: De perfil convexo, ancho, largo, muy musculado y más prominente en el punto medio de su longitud.

Tórax: De gran profundidad y anchura, con costillas compactas y bien insertadas.

Abdomen: Recogido, con línea inferior recta y un mínimo de doce mamas normales colocadas regularmente.

Tercio posterior:

- Grupa: Larga y ancha con perfil convexo, descendente hacia la cola.
- Nalgas y muslos: Llenos, compactos y redondeados, descendentes hasta el corvejón.
- Cola: Correctamente implantada y no muy alta.

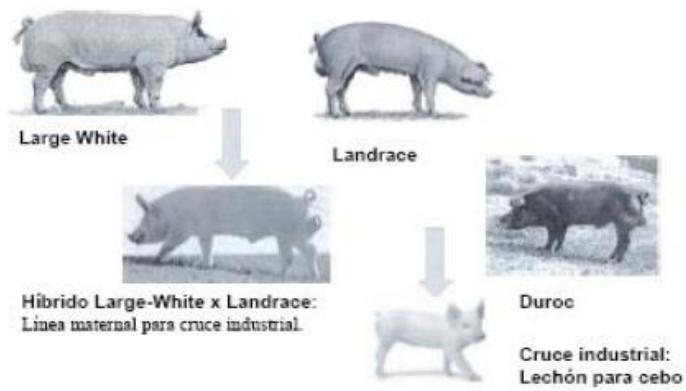
#### 4.-Comparativa de Índices Cárnicos

TABLA 4.4.- COMPARATIVA ÍNDICES			
VARIABLES	LANDRACE	LARGE WHITE	DUROC
Edad 1 <sup>er</sup> parto	345-350 días	360-370 días	350-355 días
Lechones vivos al parto	10-10.5	10.5	10-10.5
Lechones destetados por parto	8.5-10	9-10	8-10
Intervalo entre partos	166.4 días	164.2 días	166.4 días
Intervalo destete cubrición	16 días	14.9 días	16 días
Edad destete lechones	35.4 días	33.9 días	35.4 días
Ganancia media diaria	695 gr/día	725 gr/día	695 gr/día
Espesor tocino dorsal (mm)	13.5-17.5 mm	13.5-17.5 mm	13-22.5 mm
Longitud de la canal	101 cm	99 cm	93.5 cm
% estimado de magro en la canal	53%	52.5%	52%

#### 5.-Esquema de Cruzamiento

El esquema de cruzamiento vendrá determinado por la empresa integradora. Los más habituales son los cruces entre las razas Landrace (tipo estándar) y Large White, en lo que respecta a la línea madre; y Duroc ó Pietrain para la línea padre. En este caso, se ha optado por la raza Duroc para la línea padre:

Las líneas maternas se han constituido a partir de razas con buenos rendimientos reproductivos, pero en la selección tradicionalmente solo se ha tenido en cuenta la velocidad de crecimiento y nivel de engrasamiento, por ser un carácter muy importante económicamente y de alta heredabilidad. Puede resultar paradójico la no inclusión de las características reproductivas, por ejemplo: prolificidad, en la selección intralínea; que viene justificado por su baja heredabilidad, por la gran influencia del manejo y ambiente sobre estas características.



La línea paterna ha sido seleccionada por la mejora de la calidad de la carne. El Duroc se caracteriza por su mayor contenido en grasa intramuscular, sin que el contenido total de grasa en la canal sea mayor.

**ANEXO 5**  
**ALIMENTACIÓN**

## **Anexo 5.- Alimentación**

1.- Introducción .....	Pág. 1
2.- Parámetros productivos.....	Pág. 1
3.- El cebo de los cerdos.....	Pág. 2
3.1.- Alimentación en el destete/transición .....	Pág. 3
3.2.- Alimentación en crecimiento y cebo .....	Pág. 4
3.3.- La calidad de la canal.....	Pág. 5
3.4.- Necesidades proteicas y energéticas.....	Pág. 5
3.5.- Los piensos de cebo de cerdos .....	Pág. 6
3.6.- Los piensos dietéticos de los cerdos en cebo .....	Pág. 9
3.7.- El manejo del cebo de los cerdos .....	Pág. 10
4.- El agua .....	Pág. 12
4.1.- Introducción .....	Pág. 12
4.2.- Necesidades hídricas .....	Pág. 13
4.3.- Control del consumo .....	Pág. 15
4.4.- Instalaciones .....	Pág. 17
4.5.- Calidad del agua.....	Pág. 18
4.6.- Medidas de lucha contra la mala calidad del agua.....	Pág. 21
4.7.- Controles y precauciones en relación al agua .....	Pág. 24

## 1.- INTRODUCCIÓN

La alimentación es un factor de vital importancia en la producción, pudiendo representar hasta un 70% del coste total de la producción. Por ello es importante que sepamos cómo, y cuando suministrar las raciones, y las necesidades, para optimizar el uso del pienso, y evitar de esta forma perder dinero por un uso inadecuado del mismo.

Hay que tener en cuenta que el cerdo es un animal que cuenta con un único estómago, es decir, es monogástrico y por tanto, no realiza una descomposición de carbohidratos como el que puede realizar un rumiante. Por tanto, tendremos que suministrar una dieta con carbohidratos que sean fácilmente digestibles y que, de esta forma se puedan cubrir las necesidades energéticas del animal. Los carbohidratos menos digestibles son la celulosa y la hemicelulosa, que únicamente son degradados por fermentación microbiana que poseen los rumiantes. Estos compuestos se pueden encontrar en alimentos fibrosos como por ejemplo alfalfa. Como el cerdo no tiene ningún compartimento estomacal donde realizar la fermentación microbiana, la dieta deberá de tener el menor contenido posible en celulosa y hemicelulosa. Los aminoácidos tendrán que ser suministrados en la dieta para que luego con estos aminoácidos pueda sintetizar sus propias proteínas.

Podemos encontrar en el mercado varios tipos de pienso, en función de la edad o situación en que haya que suministrárselos, eso nos permitirá aplicar una buena estrategia alimenticia para mantener a los animales en una buena condición corporal, esto es, una buena reserva de grasas disponibles para llevar una vida productiva que les permita desarrollar todo su potencial genético.

## 2.- PARÁMETROS PRODUCTIVOS

Debido a la importancia económica que tiene la alimentación en el conjunto de la producción porcina y al hecho de que cualquier cambio en el entorno del animal que afecte a su salud puede evidenciarse con alteraciones en la capacidad de consumo o de digestión de los alimentos, con frecuencia se tienden a tomar como medida de la rentabilidad de la explotación los resultados obtenidos en términos de eficiencia alimenticia. Los parámetros más utilizados para medir esta eficiencia productiva son el Índice de Conversión Alimenticia o simplemente Índice de Conversión (IC), el cual, expresa la cantidad de comida necesaria para que el animal engorde un kilogramo. Es un parámetro que evalúa la "calidad" del crecimiento. Este parámetro valora directamente la eficacia de transformación en carne del alimento suministrado al animal.

Los factores que influyen en conformar este índice son:

1. La densidad energética y equilibrio nutritivo del pienso.
2. La capacidad de rapidez de crecimiento del cerdo.
3. La tendencia al engrasamiento.
4. El estado sanitario del animal.
5. Las condiciones ambientales, especialmente la temperatura.
6. Peso al sacrificio.

El cerdo comienza con un índice de conversión al destete y va aumentando a través del engorde. Cuanto más se tarde en sacrificar al cerdo, peor será el índice de conversión, hasta llegar a valores inaceptables económicoamente.

La Ganancia Media Diaria (GMD), se utiliza para medir la velocidad de crecimiento y depende básicamente de la cantidad de pienso que ingieren los animales y de la capacidad de transformar este alimento ingerido en masa corporal. Habitualmente se expresa en gramos. La manera de calcularla es la siguiente:

peso final – peso inicial (en gramos)/días de diferencia entre los dos pesos.

### **3.- EL CEBO DE LOS CERDOS**

Los lechones se destetan con una edad de entre menos de 21 días y 28 días, con un peso vivo medio de 5,0 a 7,0 kg, y se sacrifican entre los cinco y seis meses de vida con aproximadamente 100-105 kg de peso vivo. Aunque esta sería una pauta general, existen variaciones dependiendo fundamentalmente de las líneas genéticas utilizadas, de las condiciones de producción y del destino final de las canales. Los programas de alimentación a lo largo de este periodo contemplan dos fases claramente diferenciadas:

- El periodo de destete-transición, entre el destete y los 18-25 kg de peso vivo (60-80 días de vida), en que los lechones adaptan su sistema digestivo a la alimentación sólida y precisan un control más estricto de las condiciones ambientales para alcanzar crecimientos óptimos.
- El periodo de crecimiento y engorde en que la alimentación no se puede catalogar de compleja desde el punto de vista técnico, pero alcanza la máxima importancia económica para la empresa y puede contribuir a modificar las características de la canal, en especial en las semanas previas al sacrificio.

### **3.1.- ALIMENTACIÓN EN EL DESTETE/TRANSICIÓN**

En ocasiones al lechón se le ofrece la posibilidad, a partir de los pocos días de vida, de consumir alimento sólido (pienso) antes del destete. Esta técnica de manejo se conoce con el nombre de "Creep Feeding". El pienso ofrecido puede ser bien "especial" o coincidir con el primero que se administrará durante el periodo de destete/transición.

El destete es uno de los puntos más críticos de la vida del cerdo. Se realiza de forma abrupta y el lechón se ve sometido a tres tipos de estrés:

- a) pierden el instinto protector de la madre tras su separación física,
- b) son alojados en nuevas instalaciones donde han de convivir con sus hermanos pero también con otras camadas y
- c) sufren un estrés nutritivo al pasar de consumir leche a pienso sólido.

En la práctica los programas de alimentación de lechones en destete-transición contemplan entre dos y tres tipos de pienso que se suelen ofrecer "ad libitum". Para evitar confusiones (pre-starter, starter, destete, post-destete, transición,...) los denominamos como:

- a) Pienso I: en caso de que se utilice, se administrará entre una semana y diez días después del destete. Contiene entre el 12-20% de productos lácteos, azúcares, cereales tratados, suplementos proteicos de la mejor calidad (harina de pescado de la mejor calidad, concentrado de soja, proteína de patata,...) e incluso plasma animal.
- b) Pienso II: se administra hasta los 11-13 kg de peso vivo. Puede contener hasta un 10% de productos lácteos, concentrado de soja, soja extrusionada, harina de pescado y otros suplementos proteicos de la mejor calidad.
- c) Pienso III: se administra entre los 11-13 kg de peso vivo y el final de la transición hacia el cebo (18-25 kg peso vivo). No precisa la incorporación de derivados lácteos y los suplementos proteicos suelen acercarse más a los convencionales.

En global, si suponemos que el lechón ha crecido unos 350 g/día durante la tercera semana de lactación, un destete a 21 días se puede catalogar de "exitoso" si se consiguen crecimientos iguales o superiores a 150, 250 y 400 g/día durante la cuarta,

quinta y sexta semanas de vida. En condiciones prácticas se pueden conseguir incluso crecimientos de 200, 300 y 450 g/lechón y día a las cuatro, cinco y seis semanas de vida y hasta casi 600 g/día al final de la transición, pero para ello hay que controlar las condiciones ambientales y de manejo y establecer un programa de alimentación adecuado que asegure ingestiones de pienso no inferiores a 225, 350, 550 y hasta 1000 g/lechón y día para la primera, segunda, tercera y sexta semana después del destete, respectivamente.

### 3.2.- ALIMENTACIÓN EN CRECIMIENTO Y CEBO

Durante este periodo (entre los 18-25 kg de peso vivo y el sacrificio) el pienso suele ofrecerse "ad libitum" y la alimentación puede representar hasta el 80% de los costes, excluido el coste del lechón. La alimentación durante este periodo se convierte en una cuestión fundamentalmente "económica": mínimo gasto compatible con la máxima producción de un tipo de cerdo comercial o canal determinada.

El cebo de los cerdos consta de dos periodos, el de crecimiento desde los 2.5 hasta los 4 meses, y el de acabado desde los 4 meses hasta el sacrificio con casi 6 meses de edad, en que alcanzan los 95-100 kg (75 kg a la canal). La velocidad de crecimiento diario durante el cebo de las estirpes utilizadas habitualmente se puede estimar de forma aproximada como:

$$g/d = 350 + 6.5 \times PV.$$

**TABLA 5.1.-ÍNDICES DE CERDOS**

CRECIMIENTO	
Edad al comienzo del periodo (semanas)	10
Peso al comienzo del periodo (kg)	25
Edad al final del periodo (semanas)	17
ÍNDICES AL FINAL DEL PERÍODO	
Consumo pienso (kg/día)	1,75
Velocidad de crecimiento (g/día)	700
Peso (kg)	55
ÍNDICES MEDIOS DURANTE EL CRECIMIENTO	
Consumo de pienso (kg)	65
Velocidad de crecimiento (g/día)	600
IC (kg pienso/kg engordados)	2.25

ACABADO	
Edad al comienzo del periodo (semanas)	17
Peso al comienzo del periodo (kg)	55
Edad al final del periodo (semanas)	24
ÍNDICES AL FINAL DEL PERÍODO	
Consumo pienso (kg/día)	3,0
Velocidad de crecimiento (g/día)	950
Peso (kg)	95
ÍNDICES MEDIOS DURANTE EL CRECIMIENTO	
Consumo de pienso (kg)	110
Velocidad de crecimiento (g/día)	825
IC (kg pienso/kg engordados)	2.75

### 3.3.- LA CALIDAD DE LA CANAL

La inmensa mayoría de los cerdos cebados son híbridos musculados obtenidos mediante programas de selección y cruzamiento de razas puras; un inconveniente de los cerdos supermusculados es que la carne contiene poca cantidad de pigmentos liposolubles (que dan sabor), además de ser exudativa (ya que el tejido muscular retiene mucha agua).

Con los piensos habituales, la proporción media entre deposición de músculo y deposición de grasa en las estirpes actuales es de 75/25 a los 25 kg y disminuye progresivamente a 70/30 a los 50 kg, 65/35 a los 75 kg, hasta llegar a 60/40 a los 100 kg. Por otra parte, el crecimiento del hueso y del contenido gastrointestinal representa el 10-15% del crecimiento diario.

Además de la cantidad de grasa, la calidad de la canal también está determinada por la calidad de la grasa depositada; para reducir la deposición de grasa insaturada en la canal, se limita la inclusión de algunas materias primas (maíz, oleaginosas, harina de pescado) al final del cebo; también se limita el contenido en grasa de los piensos para provocar una síntesis de grasa endógena saturada.

### 3.4.- NECESIDADES PROTEICAS Y ENERGETICAS.

En la alimentación de cerdos se utiliza la energía digestible como unidad de valoración tanto de las necesidades como del valor energético de los alimentos; la digestibilidad de la energía de las raciones habituales de cerdos oscila entre 80-90%, dependiendo de los ingredientes utilizados. No obstante, se puede utilizar la energía

metabolizable, admitiéndose en general la conversión  $EM = 0.95 \times ED$ , ya que las pérdidas gaseosas debidas a las fermentaciones intestinales suponen alrededor del 1% de la ED ingerida, y las pérdidas de energía en la orina alrededor de un 4%; sin embargo, las pérdidas gaseosas pueden ser mayores cuando se incluye bastante fibra en la ración (caso de los verracos y cerdas gestantes), y las pérdidas en la orina dependen de la intensidad de las desaminaciones.

Las necesidades energéticas y proteicas dependen del peso, del desarrollo muscular, de la acumulación de grasa y de la temperatura ambiente. Los animales más magros pueden utilizar eficientemente dietas con un alto contenido proteico, mientras que los cerdos poco selectos desaminan gran parte de la proteína ingerida ya que no tienen potencial genético para almacenarla en forma de aminoácidos; por el contrario, un déficit proteico durante el cebo provoca un menor crecimiento y una mayor deposición de grasa. La digestibilidad aparente media de la proteína de los piensos utilizados habitualmente en la alimentación de los cerdos es del 75-85%, mientras que la digestibilidad real es del 80-90% y la digestibilidad ideal el 70-80%. Con las raciones habituales basadas en cereales y torta de soja, el aminoácido limitante suele ser la lisina, seguido de treonina y metionina, y finalmente el triptófano: cuando este tipo de raciones se formulan para que aporten un nivel adecuado de lisina se suele asegurar un aporte suficiente del resto de aminoácidos esenciales.

Como media, las necesidades energéticas y proteicas diarias de los cerdos en cebo son 15 MJ ED y 150 g PB a los 25 kg, 20 MJ ED y 240 g PB a los 50 kg, 30 MJ ED y 290 g PB a los 75 kg, y casi 40 MJ ED y 360 g PB a los 100 kg. La relación óptima proteína/energía durante el cebo de cerdos disminuye de 10-11 g PB/MJ ED a principio del cebo hasta 9 g PB/MJ ED al final del cebo, frente a 13-15 g PB/MJ ED en el caso de lechones. El 35-40% de las necesidades energéticas y el 20-25% de las proteicas son para cubrir los gastos de mantenimiento; el nivel de alimentación durante el cebo de cerdos es de 3.0 al principio del cebo y de 2.5 al final.

### **3.5.- LOS PIENSOS DE CEBO DE CERDOS**

En el cebo de los cerdos se suelen utilizar dos tipos de pienso, uno de crecimiento hasta los 50-60 kg, y otro de acabado hasta el sacrificio. Por facilidad de manejo, en muchas explotaciones porcinas se utiliza un único tipo de pienso (el de crecimiento) durante toda la fase de cebo; no obstante, la utilización de un solo pienso (más proteico que el de acabado) encarece el cebo, y el exceso de proteína puede dar lugar a un ambiente con bastante amoniaco.

Los piensos de cebo se suelen formular en base a cereales y torta de soja; sin embargo, en los piensos de acabado se limita la inclusión de maíz debido a que contiene una cantidad relativamente importante de ácidos grasos insaturados y además puede colorear la canal debido a su contenido en xantofilas; en los piensos de acabado no se suele incluir harina de pescado para evitar sabores anormales de las canales. Finalmente, los piensos de cebo suelen contener alrededor de un 5% de fibra para facilitar el peristaltismo intestinal.

La molturación de los ingredientes de los piensos de cerdos es relativamente grosera (5-6 mm) para facilitar la funcionalidad de la fibra; además, la molturación muy fina está relacionada con la aparición de úlceras y paraqueratosis gástricas, así como con una reducción de la ingestión debido a una mayor formación de polvo, a una menor palatabilidad (se forma una pasta en la boca) y a un mayor tiempo de retención del alimento en el aparato digestivo (ya que las partículas finas no estimulan el peristaltismo intestinal, por lo que la velocidad de paso es reducida y el animal tiene sensación de saciedad).

Respecto a la adición de nutrientes complementarios, estos piensos se suplementan con un 0.10-0.25% de lisina (que suele ser el aminoácido limitante en las raciones de cerdos) y, dependiendo de las materias primas utilizadas, con otros aminoácidos, en particular con 0.05-0.10% de treonina. Además, en los piensos de crecimiento se incluye hasta un 5% de grasa para aumentar la concentración energética y reducir el polvo; en los piensos de acabado no se suele incluir grasa para provocar una síntesis endógena de grasa saturada.

Además, es fundamental la utilización de un corrector vitamínico de alta calidad, ya que la síntesis intestinal de vitaminas hidrosolubles es mínima en el caso de cerdos en cebo debido a la utilización de antibióticos ó a las enteritis subclínicas; algunos trastornos debidos a deficiencias vitamínico-minerales son:

- La paraqueratosis (que se manifiesta en forma de costras en la piel) es debida a un insuficiente contenido en zinc del corrector; el exceso de calcio en el pienso reduce la absorción intestinal de zinc; el exceso de cobre (utilizado como promotor del crecimiento) también interfiere la absorción de zinc.
- Los piensos con mucho maíz (deficitario en triptófano) pueden provocar deficiencias en niacina, que se traduce en dermatitis y enteritis.
- La biodisponibilidad de la biotina es baja en cereales, pudiendo aparecer fenómenos de dermatitis en orejas, cuello y cola, además de úlceras en pezuñas; normalmente los correctores contienen suficiente biotina.

- La deficiencia en vitamina E (antioxidante) provoca debilidad muscular y lesiones hepáticas; si se afecta el músculo cardíaco (enfermedad del corazón con aspecto de mora) se manifiesta en la muerte súbita de los cerdos; los correctores suelen contener suficiente vitamina E, así como antioxidantes que evitan la oxidación de la grasa de los piensos.
- Finalmente, aunque las necesidades metabólicas de cobre son bajas, en los piensos de cebo se añade sulfato de cobre que interfiere el desarrollo de enterobacterias patógenas; el máximo permitido es 175 ppm de cobre (700 ppm de sulfato cúprico pentahidratado) en los piensos de crecimiento y 100 ppm (400 ppm de sulfato) en los de acabado. El arsénico también se ha utilizado como promotor del crecimiento, pero actualmente no está permitido su uso en la UE (el máximo legal es de 2 ppm); los alimentos de origen marino son mucho más ricos en arsénico que otros alimentos.

A partir de los 20-25 kg el sistema digestivo de los cerdos ya está perfectamente desarrollado, por lo que los piensos de cebo contienen menos aditivos que los de lechones:

- los aditivos tecnológicos que se utilizan en estos piensos son conservantes (que también tienen función acidificante en el intestino, reduciendo la proliferación bacteriana), aglomerantes (si el pienso se va a granular) y antioxidantes (la muerte súbita en cerdos de rápido crecimiento debido a lesiones hemorrágicas en el corazón es debida a grasas oxidadas; la adición de vitamina E junto con antioxidantes en piensos con un alto contenido en ácidos grasos insaturados previene la oxidación de estas grasas).
- respecto a los aditivos mejoradores de la digestión, se suelen añadir  $\beta$ -glucanasas en los piensos de crecimiento que contienen una alta proporción de cebada; los efectos de los  $\beta$ -glucanos no son importantes en los cerdos en la fase de acabado. También es cada vez más frecuente la utilización de fitasas para mejorar la utilización del fósforo vegetal.
- en los piensos de cebo se puede incluir cualquiera de los antibióticos permitidos para lechones (a dosis menores). Es previsible que a medio plazo se prohíban los antibióticos en los piensos de cebo, ya que sus efectos en esta etapa son pequeños (debido a que el cerdo ya produce inmunoglobulinas que actúan a nivel intestinal); no obstante, la utilización de antibióticos continúa siendo interesante cuando el cebo se realiza en pobres condiciones sanitarias.

- actualmente se está estudiando la utilización de  $\beta$ -agonistas y de la hormona del crecimiento (PST, porcine somatotropine), que favorecen un mejor crecimiento y la obtención de canales más magras y con menos grasa; no obstante, en la UE aún no está permitida su utilización. La PST se suministra por inyección diaria (3 mg/d) durante el acabado; actualmente se están estudiando los implantes de PST. Respecto a los  $\beta$ -agonistas, su efecto práctico está en discusión, ya que al retirarse del pienso, en una semana se deposita una cantidad de grasa equivalente a la que no se había depositado durante el periodo en que se han utilizado; además, los  $\beta$ -agonistas parecen estar relacionados con una mayor incidencia de lesiones en las pezuñas. Por otra parte, los genotipos actuales son lo suficientemente magros como para hacer innecesaria la utilización de estos aditivos; como alternativa a las hormonas se está estudiando el efecto del cromo: la utilización de 0.5 ppm de quelatos de cromo parece favorecer la secreción endógena de hormona del crecimiento.
- finalmente, se está estudiando la adición de un 0.2% de betaína en los piensos de cebo, ya que actúa como donador de grupos metilo, favoreciendo la utilización de ácidos grasos como sustrato energético: como consecuencia, las canales tienen menores depósitos grasos.

### **3.6- LOS PIENSOS DIETÉTICOS DE CERDOS EN CEBO.**

Los piensos dietéticos regulados legalmente para cerdos en cebo son:

- los piensos para estabilizar la digestión: se utilizan en caso de trastornos digestivos y están basados en ingredientes muy digestibles; además incorporan sustancias astringentes y mucilaginosas para retrasar la velocidad del tránsito digestivo y favorecer así una mejor digestión de los nutrientes; se utilizan durante 2-4 semanas.
- los piensos para reducir las reacciones debidas al estrés: algunas estirpes de cerdos son particularmente sensibles al estrés; estos piensos contienen ingredientes muy digestibles y un alta proporción de magnesio y de ácidos grasos insaturados, y se utilizan durante los momentos de estrés (transporte, calor, hacinamiento, etc).

### 3.7- EL MANEJO DEL CEBO DE LOS CERDOS.

Normalmente los cerdos se alimentan ad libitum ya que las estirpes utilizadas no son propensas a producir canales grasas si no pasan de los 100 kg de peso vivo; además, la alimentación ad libitum facilita el manejo; no obstante, el suministro de 2-4 comidas generosas diarias provoca un aumento de la ingestión de pienso en comparación con el suministro ad libitum. Los cerdos se suelen cebar sin separación de sexos.

La cantidad de pienso ingerida diariamente se puede estimar de dos formas:

- como aquella cantidad necesaria para cubrir las necesidades energéticas para mantener un determinado crecimiento:

$$g \text{ diarios} = \text{Necesidades energéticas}/ED$$

- en función del peso metabólico del cerdo:

$$g \text{ diarios} = 1.20 \times PM/ED$$

Con los piensos utilizados habitualmente (13-14 MJ ED/kg), el consumo aumenta desde alrededor de 1 kg a los 25 kg, alrededor de 1.5 kg a los 50 kg, casi 2.5 kg a los 75, hasta unos 3 kg a los 100 kg, dependiendo de la concentración energética del pienso y de la temperatura ambiente. En particular, las altas temperaturas tienen una gran incidencia en el consumo de pienso, ya que los cerdos casi carecen de glándulas sudoríparas para evaporar agua; en general, se considera que por cada grado que aumenta la temperatura por encima de los 20 °C se reduce la ingestión de pienso en 1 g por cada kg que pese el cerdo (gramos que deja de consumir =  $(t^a - 20) \times PV$ ). Otros factores que determinan la cantidad ingerida de pienso son la palatabilidad de la ración (se consume mejor la papilla que el pienso seco y pulverulento), la utilización de saborizantes y aromatizantes, la granulación, y la adición de grasa (que provoca un aumento de la ingestión energética). El consumo diario de agua es de unos 5 litros por cada kg de pienso.

Otro aspecto importante es la forma de presentación del pienso. La forma más generalizada de suministrar el pienso a los cerdos en cebo es en harina; no obstante, existe una tendencia a suministrar el pienso granulado. El granulado, respecto al pienso en harina, representa un sobrecoste pero tiene algunas ventajas como:

- Menor coste de transporte y distribución.
- Mayor homogeneidad del pienso.

- Menor desperdicio y menos generación de polvo en granja (alrededor del 10-15% del pienso en harina es desperdiciado por los cerdos, frente a menos del 5% del pienso granulado)
- El proceso físico de granular ofrece un pienso con mejores garantías sanitarias
- Reduce la formación de polvo
- Mejora la ganancia de peso y el índice de conversión.

En algunas explotaciones se suministra el pienso en forma de papilla (2-3 partes de agua por una de pienso); este método es particularmente interesante en zonas de elevadas temperaturas en las que los cerdos tienden a consumir poco pienso seco. El principal inconveniente de la alimentación en papilla es que precisa instalaciones (tuberías) especiales de distribución. La alimentación en papilla mejora el índice de conversión, así como la velocidad de crecimiento y la calidad de la canal; también aumenta el consumo (es más palatable) y reduce las pérdidas de pienso y la formación de polvo. La papilla no se suministra *ad libitum* ya que el pienso rechazado fermentaría rápidamente en el comedero, pudiendo provocar trastornos digestivos; por este motivo se distribuye 4-5 veces al día, y después de cada suministro se deben lavar las tuberías de distribución. La cantidad de papilla suministrada es de unos 3 litros diarios a los 25 kg, y se aumenta progresivamente hasta llegar a los 10-11 litros diarios al final del cebo. También se puede utilizar papilla en la alimentación de sementales y reproductoras, ya que favorece la sensación de saciedad.

En algunas explotaciones pueden aparecer casos de mordeduras de cola y orejas, así como peleas y lesiones. El canibalismo tiene una etiología multifactorial, pero siempre se desencadena por un estado de estrés (por ejemplo, hacinamiento, espacio escaso de comederos, calor, reagrupamiento de lotes, etc); algunas causas nutricionales pueden ser el cambio brusco de ración, la falta de fibra, la falta de proteína, el desequilibrio de aminoácidos, etc.

Finalmente, en ocasiones la aparición de trastornos respiratorios (producidos por *Pasteurella*, *Bordetella*, etc) y de rinitis atrófica está relacionado con el polvo y el exceso de amoniaco en el ambiente. Por otra parte, el calor y el estrés suelen ser causas frecuentes de diarreas.

## 4.- EL AGUA

### 4.1.- INTRODUCCIÓN

El agua es un elemento básico para cualquier animal, al igual que las proteínas, los lípidos, las vitaminas, etc. Los animales deben disponer en todo momento del agua que necesiten, sin restricción alguna, lo cual incidirá no sólo en su desarrollo y producción, sino en su estado sanitario y bienestar.

Sirve también como vector terapéutico, siendo un soporte ideal para recibir y transportar los complementos indispensables para el buen desarrollo de las explotaciones.

Se pueden conseguir importantes mejoras en la producción mediante un manejo adecuado del agua de bebida.

Existen tres tipos de suministro de agua: el agua de bebida, el agua de los alimentos y el agua metabólica. Los tres son necesarios para mantener un adecuado equilibrio fisiológico.

El mantenimiento del equilibrio hídrico es extremadamente importante, ya que pequeños cambios en el mismo pueden causar serios daños en el cerdo, siendo los mecanismos internos de regulación de la sed y de la orina altamente sensibles.

En esta tabla se detalla el equilibrio hídrico durante la fase de crecimiento en el ganado porcino.

TABLA 5.2.- EQUILIBRIO HÍDRICO DURANTE EL CRECIMIENTO			
Ingresos (ml)		Pérdidas (ml)	
Agua de bebida	4.000	Orina	2930
Agua metabólica	990	Pérdidas por el tracto respiratorio	1530
Agua de los alimentos	200	Pérdidas fecales	250
		Agua retenida en los tejidos	480
<b>TOTAL</b>	<b>5190</b>	<b>TOTAL</b>	<b>5190</b>

El agua cumple una serie de funciones dentro del organismo animal:

- Una función estructural: al formar parte de los tejidos, el agua proporciona el medio de sustrato por el cual se mueven los nutrientes y los productos de desecho, facilitando su excreción a través de la orina y las heces.
- Ayuda al cerdo a mantener constante su temperatura corporal y el equilibrio ácido-base.
- Lubrica las articulaciones
- Es el medio esencial para que tengan lugar las reacciones bioquímicas de los procesos digestivos y metabólicos.

En la ganadería porcina la utilización del agua se debe principalmente a dos causas:

- El agua que beben los animales.
- La limpieza de las naves.

#### **4.2.- NECESIDADES HÍDRICAS**

El contenido de agua en el organismo de un cerdo puede variar desde el 80% en el recién nacido hasta el 50% en el cerdo adulto.

Las necesidades de agua varían y mucho entre individuos y en épocas diferentes, debido a los numerosos factores que influencian dichas necesidades, como son:

- la edad
- el estado fisiológico
- la temperatura ambiente
- la cantidad de alimento ingerido
- la composición de la dieta

- la cantidad de productos tóxicos que deben ser eliminados con la orina, etc

En la siguiente tabla se detalla el consumo medio de agua en función del tipo de animal

TABLA 5.3.- CONSUMO MEDIO DE AGUA	
Tipo de ganado porcino (plaza)	Consumo de agua (litros/plaza y día)
Cerda en ciclo cerrado (madre y descendencia hasta fin de cebo)	59,82 – 73,12
Cerda con lechones hasta destete (de 0 a 6 Kg)	14 – 17,11
Cerda con lechones hasta 20 kg	20,97 – 25,63
Cerda de reposición	10,44 – 12,76
Lechón de 6 a 20 kg	2,70 – 3,30
Cerdo de 20 a 50 kg	5,40 – 6,60
Cerdo de 50 a 100 kg	10,8 – 13,8
Cerdo de cebo de 20 a 100 kg	7,47 – 9,13
Verraco	14,76 – 18,04

Fuente: Guía de Mejores Técnicas Disponibles del Sector Porcino

En general, los cerdos jóvenes necesitan más agua por kilogramo de peso vivo que los animales más viejos, debido a su mayor superficie corporal y pulmonar en relación con su peso y a la tendencia que tiene la orina de los animales más jóvenes de ser más diluida.

Con un consumo ad libitum de agua, un cerdo en la fase de cebo consume de 2,2 a 2,8 litros de agua por kilo de materia seca ingerida, mientras que un lechón ingiere de 3 a 3,5 veces más agua que de pienso.

Además, el agua es el estimulante más importante del apetito a partir de la cuarta o quinta semana de vida. El incorporar agua al pienso (proporción entre agua y pienso 2,5:1) puede incrementar el consumo voluntario de los cerdos en un 5-10% como mínimo, y en ocasiones hasta un 30%. Aunque el primer objetivo de la alimentación líquida es el aumento de la ingesta de pienso, indirectamente se consigue un segundo beneficio como es la reducción del gasto de agua.

El consumo de agua puede verse afectado por diversos factores:

TABLA 5.4.- FACTORES QUE INFLUYEN EN EL CONSUMO DE AGUA	
Factores que aumentan el consumo	Factores que disminuyen el consumo
Hambre	Estrés por frío
Aburrimiento	Temperatura caliente del agua
Estrés por calor	Altos niveles de minerales en el agua
Aumento de los minerales en la dieta	
Aumento de la proteína en la dieta	
Niveles moderados de minerales en el agua	
Pienso granulado	

El suministro de agua debe ser permanente y suficiente para los animales y se debe comprobar que su calidad sea la correcta. Este punto es de gran importancia, ya que está íntimamente relacionado con diversas patologías porcinas.

La contaminación bacteriológica del agua produce la aparición de diarreas, mamitis, metritis y abortos.

El agua con pH básicos o ácidos produce cistitis, nefritis, metritis, alteraciones reproductivas y problemas locomotores. Así mismo, los nitratos en el agua producen problemas reproductivos, alteraciones nerviosas, problemas renales y dificultades de crecimiento.

Cuando los cerdos no consumen voluntariamente suficiente agua para maximizar su desarrollo biológico, se buscan sistemas de aporte de agua que incite a los animales a adecuar el consumo de la misma a sus necesidades. La inclusión de productos bactericidas o bacteriostáticos en el agua de bebida es una práctica muy adecuada.

También es muy útil la adición de saborizantes y aromatizantes, para enmascarar sabores y olores desagradables.

#### 4.3.- CONTROL DEL CONSUMO

En la mayoría de las explotaciones los animales disponen libremente del agua para su consumo. Para optimizar el gasto de agua se tienen que conocer y controlar las principales causas de las pérdidas y qué mejoras se pueden introducir para minimizarlas.

Entre los controles que debe realizar se encuentran los siguientes:

- Llevar un control sobre la temperatura y humedad en el interior de las naves.
- Llevar un control del consumo de agua en la explotación, de manera que se puedan detectar pérdidas o derrames excesivos por el consumo extraordinario que se tenga en un momento dado.

Además de estos controles, existen otras estrategias de ahorro que se pueden adoptar en las explotaciones de porcino. Según la guía de Mejores Técnicas Disponibles del sector, el manejo del agua es uno de los puntos críticos dentro de las actividades que se llevan a cabo en los alojamientos. Este manejo influye en gran medida en la cantidad de purín que se genera en la explotación. Por lo tanto, es un punto sobre el que es necesario plantearse estrategias de reducción o minimización para reducir su impacto.

En esta tabla se definen las principales causas del gasto de agua y las estrategias a adoptar para su ahorro.

TABLA 5.5.- CONSUMO DE AGUA Y ESTRATEGIAS DE AHORRO	
Consumo de agua	Estrategias de ahorro
Canalizaciones rotas o en malas condiciones	Revisión y mantenimiento de las conducciones para evitar fugas
Bebederos en mal estado	Revisión y mantenimiento de los bebederos para evitar fugas
Bebederos poco adecuados	Selección y colocación de equipos de bebida que eviten el derramamiento de agua
Gasto excesivo de agua en la limpieza de los alojamientos	Utilización de sistemas de limpieza a alta presión

Fuente: Guía de Mejores Técnicas Disponibles del Sector Porcino

### **El ahorro de agua como una estrategia de minimización de la producción de purín**

Tal y como se detalla en la tabla anterior, existen distintas estrategias que se deberían adoptar en todas las explotaciones ganaderas ya que no suponen un gran esfuerzo para el ganadero y sí un gran ahorro económico y medioambiental.

Hay que tener en cuenta que el agua que no se consume no sólo se ahorra, si no que tampoco se contamina y, por lo tanto, se evita su depuración. Así mismo, la reducción de la producción de purines disminuye los costes de almacenamiento y su

posterior tratamiento sea del tipo que sea (aplicación al terreno o tratamiento del purín).

Existen algunas medidas que disminuyen el consumo de agua y que son fáciles de adoptar por el ganadero, contribuyendo así a la disminución de la producción de purines. Las más sencillas son las siguientes:

- Reducir la cantidad de proteína en la dieta.
- Reducir los minerales en la dieta y aportarlos en la bebida.
- Controlar la temperatura en las naves, el estrés por calor aumenta el consumo de agua.
- Utilizar bebederos de cazoleta.
- Reducir el estrés y el aburrimiento de los animales.

#### **4.4.- INSTALACIONES**

Las instalaciones de agua deben ser revisadas periódicamente y la calidad del agua analizada para prevenir enfermedades y disfunciones en los animales.

Para fortalecer la capacidad de producción, es necesario mejorar y optimizar los sistemas de producción y las técnicas de explotación y, entre esas mejoras se encuentra la de las instalaciones relacionadas con la distribución y el consumo del agua.

Respecto a la forma de suministrar el agua a los cerdos, los bebederos de chupete son los más frecuentes. Tienen la ventaja de que no son muy caros, son fáciles de mantener, limpios y no suelen atascarse. El bebedero de chupete es el sistema más utilizado para todas las fases excepto para los cerdos recién nacidos.

Para hacer frente a este problema se opta por incorporar unos a las tolvas de alimentación y a poner unas cazoletas.

Además se debe fijar el caudal ideal. Los bebederos de chupete tienen bastantes problemas de funcionamiento con caudales menores de 200 ml/min, ocasionando severas restricciones de agua a los animales. Por el contrario, caudales excesivamente altos ocasionan despilfarro y gasto de agua. El flujo ideal para cerdos en

crecimiento oscila entre 500 y 1.000 ml/min y para las cerdas en lactación entre 1000 y 2000 ml/min. Caudales por encima de estos valores se traducen en un gasto excesivo de agua.

Los caudales necesarios en función del tipo de bebedero y del animal son:

Estado fisiológico	TABLA 5.6.- CAUDAL DE AGUA NECESARIO	
	Cazoleta	Caudal (litros/minuto)
		Chupete
Lechón	1	0,5
Lechón destetado	1,5	1
Cebo	3	1,5
Reproductor	3	1,5

#### 4.5.- CALIDAD DEL AGUA

Los diversos aspectos que se deben de conocer del agua que suministramos a los animales son:

##### - CALIDAD FÍSICA.

El agua debería de ser incolora, inodora e insípida. La turbidez será peligrosa dependiendo de cuáles sean las sustancias que la ocasionan, por lo que el agua debe de ser analizada para identificar las mismas antes de aplicar posibles medidas específicas que vayan más allá de filtrado.

Un factor muy importante es su temperatura. Cuanto más alejado de la temperatura idónea para cada especie más se altera su consumo. Las conducciones no deben discurrir por zonas en las que estén expuestas al sol, ni sometidas a bajas temperaturas que puedan congelar el agua que discurre por las mismas. A mayor temperatura más acelerada es la multiplicación de la microbiota presente en el agua, sin embargo no existen soluciones sencillas para disminuir su temperatura. Por el contrario, para prevenir la congelación existen sustancias consumibles por la mayoría de las especies que permiten bajar el punto de congelación y mantenerla líquida incluso con temperaturas inferiores a 0º C.

##### - CALIDAD QUÍMICA.

Los parámetros más importantes suelen ser:

- Total de sólidos disueltos: hace referencia a la materia orgánica e inorgánica disuelta en agua. Los animales tienen cierta capacidad de adaptación a ella, pero un exceso de sólidos disueltos puede provocar desde rechazos del agua hasta problemas digestivos, dependiendo de su cantidad y naturaleza.

- Conductividad: medición indirecta de los minerales totales disueltos en el agua. Si es alta debe analizarse su composición para conocer los riesgos reales de su uso y su posible solución.

- pH: medición de acidez o alcalinidad del agua. Las aguas de origen calcáreo suelen tener pH básicos, mientras que las de origen granítico suele ser ácidas. El pH del agua debe de conocerse pues condiciona la solubilidad de las sustancias que queramos suministrar a los animales. Todos los medicamentos tienen un pK, que es el pH al que alcanzan la máxima solubilidad. Así, los ácidos débiles son menos solubles en un medio ácido y las bases débiles en uno básico. Hay que considerar si se usan ácidos orgánicos o inorgánicos vía agua como sustitutivos de los antibióticos promotores del crecimiento (APC), pues puede provocar rechazos o alterar la solubilidad de las sustancias que adicionemos. El pH es fácilmente modificable, pero la pauta óptima debe establecerse conociendo el resto de características del agua y la especie con la que trabajamos.

- Dureza: hace referencia, principalmente, a la cantidad de sales de calcio y magnesio disueltas en el agua. Se suele medir en grados franceses, cada uno de los cuales equivale a 10 mg/L de carbonato cálcico, 4 mg/L de Ca o 2,43 de Mg. Sin ser demasiado trascendente para la salud de los animales, puede producir precipitaciones que obstruyen la distribución del agua o pérdidas en los bebederos.

- Magnesio: de marcado efecto laxante, especialmente si comparte solución con el ión sulfato.

- Sodio y cloro: también laxantes, sus efectos más nocivos resultan combinados con sulfatos. Provocan un aumento del poder osmótico del contenido intestinal, ocasionando heces húmedas.

- Manganeso y hierro: se encuentran solubles en aguas profundas, precipitando en contacto con el aire, con el riesgo de precipitación y obstrucción de los sistemas de filtros y bebederos. Además, el hierro puede ser nutriente de determinadas especies bacterianas. La disolución del hierro se consigue aplicando lejía doméstica al 2,5% en el agua durante una noche.

- Nitratos/nitritos: la presencia de nitratos es indicadora de contaminaciones microbianas (a menudo fecales) o por fertilizantes. El paso de nitratos a nitritos lo pueden hacer ciertas especies de bacterias si están presentes en el agua. Además, con cloraminas dan reacciones de olor desagradable. La desnitrificación parcial del agua es posible con ácidos acético y ortofosfórico.

- Sulfatos: de gran efecto laxante, pueden influir fuertemente en los resultados zootécnicos. En cerdos afectan más a los animales jóvenes, aunque también pueden verse alterados los parámetros reproductivos de las cerdas.

#### **- CALIDAD MICROBIOLÓGICA**

Las características microbiológicas mínimas del agua para consumo humano e industria alimentaria son:

<b>TABLA 5.7</b> <b>CARACTERISTICAS MICROBIOLÓGICAS DEL AGUA</b>	
<b>Bacterias</b>	<b>Unidades Formadoras de Colonias</b>
Escherichia coli	0 UFC / 100 ml
Enterococo	0 UFC / 100 ml
Clostridium prefingens	0 UFC / 100 ml
Bacterias coliformes	0 UFC / 100 ml
Salmonella spp	0 UFC / 100 ml
Recuento de colonias a 22º	100 UFC / 1 ml

Al contrario que las aguas de pozo, el agua de la red de abastecimiento pública suele garantizar un suministro microbiológicamente aceptable. La recontaminación microbiológica del agua es fácil de prevenir, por lo que además de tener sistemas de potabilización debemos de cuidar aquellos puntos críticos de la instalación donde el agua puede recontaminarse.

Los más importantes son:

- Los aljibes siempre deben de estar cubiertos.
- Los depósitos instalados dentro de las estancias donde hay animales tienen mucho más riesgo de contaminarse que si están en una atmósfera limpia. Además, aquellos desde donde se adicionan sustancias (medicamentos, etc.) son los más peligrosos, pues además de exponer el agua al ambiente cada vez que levantamos la

tapadera para medicar, introducimos sustancias que pueden actuar como nutrientes para algunas especies.

- Los depósitos deben de contar con una salida de agua que permita su vaciado completo y la limpieza posterior.

- Los bebederos tipo cazoleta permiten la contaminación del agua que contienen y por capilaridad, ésta puede extenderse a las conducciones.

#### **4.6.- MEDIDAS DE LUCHA CONTRA LA MALA CALIDAD DEL AGUA**

##### **- MEDIDAS INDIRECTAS**

Este grupo de medidas van encaminadas fundamentalmente a introducir una serie de cambios en la dieta de los cerdos, con objeto de contrarrestar una elevada concentración de sales minerales en el agua de bebida. Estos cambios deben introducirse con sumo cuidado y siempre por un técnico especializado en la materia. Entre dichos cambios se destacan los siguientes:

- Disminución de la sal del pienso: la reducción del contenido de la sal del pienso es una práctica muy común en aquellas explotaciones porcinas en las que el contenido mineral del agua es alto. Dicha disminución no debería acarrear demasiados problemas ya que la mayoría de los piensos son formulados con amplios márgenes de seguridad. Sin embargo, la eliminación completa del cloruro sódico del pienso ha de hacerse con cuidado ya que vamos a eliminar completamente las cantidades de cloro y sodio. Y, así, mientras que la mayoría de las aguas ricas en sulfatos contienen altos niveles de sodio, su contenido en cloro es normalmente bajo, con lo que nuestros animales podrían sufrir un déficit crónico de cloro. Ello repercutía en una primera fase en una disminución del apetito. Si esta circunstancia no se corrige puede provocar problemas y pérdidas en los rendimientos, mucho más graves que las ocasionadas por un agua de baja calidad. Por todo ello, son muy convenientes los análisis químicos del agua para poder calcular y ajustar correctamente la cantidad de sal que es necesaria añadir al pienso. E incluso, una vez ajustada esta cantidad es recomendable y necesario llevar a cabo análisis periódicos del agua para conocer el contenido mineral del agua en todo momento. El efecto directo de la eliminación de la sal de la dieta sobre la disminución de las diarreas parece ser debido, precisamente, a ese menor apetito de los animales.

- Disminución de los nutrientes del pienso: en los casos en los que las diarreas sean producidas por un efecto sinérgico entre estrés post-destete y baja calidad del

agua, una disminución en los nutrientes puede ayudar a mitigarlas. Ahora bien, toda esta serie de cambios en la alimentación de los cerdos ha de tomarse con mucha precaución ya que podríamos interferir gravemente en el crecimiento y desarrollo de los animales. Lo ideal sería eliminar todos aquellos factores estresantes para los animales, y, que generalmente, están relacionados con factores medioambientales (humedad, temperatura, elevadas densidades, nuevos grupos sociales, nuevos microclimas, etc.)

#### **- MEDIDAS DIRECTAS**

- Restringir el acceso al agua: en ningún caso se debería restringir temporal o parcialmente el acceso al agua, especialmente, en épocas calurosas ya que los posibles beneficios quedan mitigados por los innumerables perjuicios.

- Mejorar el sistema de distribución del agua: Las aguas muy duras son responsables de la obstrucción de las tuberías y obturación de los bebederos, como consecuencia de su alto contenido en cal. Esto altera el flujo de agua, constituyendo un verdadero problema ya que disminuye la disponibilidad del agua. Existen sistemas de reducción de la dureza que se basan en un intercambio de iones, en el que el calcio y el magnesio son sustituidos por el sodio, pero tienen el inconveniente de que puede elevar en exceso la concentración de sodio, pudiendo ser perjudicial para los cerdos, sobre todo si la concentración de cloruro sódico del pienso es muy elevada. Por ello una vigilancia del sistema de distribución del agua y una revisión periódica de los bebederos debería ser necesaria. Si se filtra el agua debe asegurarse que los filtros están limpios y son revisados regularmente. Respecto, al almacenamiento del agua, el depósito debe tener una tapa para protegerlo de la luz. Dicha tapa reduce el crecimiento de algas y evita la contaminación por orina de roedores y ratas.

#### **- MEDIDAS PARA CONTROLAR LA CONTAMINACIÓN MICROBIOLÓGICA**

- Para muestrear el agua, ésta se debe de tomar de los últimos bebederos, que son los que con mayor probabilidad pueden contaminarse. Se deben de tomar dos litros en un recipiente estéril y enviar inmediatamente al laboratorio. Además de legalmente obligatorio, es de sentido común hacer analíticas periódicas, al menos dos al año.

- Tener los depósitos separados físicamente del ambiente de los animales.

- Las medicaciones tienen menor riesgo de contaminación y es mejor introducirlas a través de dosificadores

- A la hora de administrar un tratamiento medicamentoso en el agua, se debe de consultar si el pH del agua es adecuado para la correcta solubilidad de producto o es preciso modificarlo

- Controlar en todo momento el biofilm. Aunque existen productos comerciales capaces de controlarlo en diversos grados, no los hay efectivos al cien por cien, y si se desarrolla en exceso resulta prácticamente inviable su eliminación. Las bacterias responsables de su producción son muy variadas en requerimientos y características, e incluso algunas, como los actinomicetales, tienen la facultad de comportarse como hongos o como ácidos según las condiciones que tenga el agua. En general segregan mucopolisacáridos para autoprotegerse.

### **- SISTEMAS DE POTABILIZACIÓN MICROBIOLÓGICA**

Los más habituales son el uso de compuestos de cloro y peróxidos. Los ácidos, orgánicos e inorgánicos tienen múltiples propiedades, pero no potabilizan el agua a las dosis que pueden beber los animales.

#### **a) Cloración**

- Hipoclorito sódico o cálcico ( $\text{NaOCl}$  o  $\text{Ca(ClO)}_2$ ). Son muy alcalinos (pH 13), por lo que suben el pH de la disolución. Una vez se oxida, se forma el ión cloro, que es muy poco activo como desinfectante, pero que puede transformarse en  $\text{HOCl}$  a pH ácido. Cuando el pH sea superior a 7.5, se puede acidificar el agua con ácidos orgánicos (acético, propiónico, cítrico), o inorgánicos (fosfórico, bisulfato de sodio). Si se usan orgánicos, de olor fuerte, hay que comprobar el pH final del agua, para que no disminuya su consumo por rechazo en la especie en que se use (aves o conejos), y comprobar la presencia de biofilm, ya que puede incrementarse su desarrollo, especialmente con el acético. Así, mantener el pH del agua entre 6,5 y 7 asegura que una buena parte del cloro libre sea activo en forma  $\text{HOCl}$ . También reacciona con la materia orgánica, amonio y otros compuestos que contengan nitrógeno, formando cloraminas, que son mucho menos activas contra los microorganismos. Además, oxida minerales como el hierro o el manganeso.

- Cloro en pastillas (Tricloro-triazinetrione). Contiene 90% de cloro disponible. Al contrario que el hipoclorito, el tricloro acidifica la solución.

**Medición del cloro libre.** Para conocer si la cloración es efectiva, se debe de medir la forma libre, y no el cloro total (no es indicador real de la capacidad microbiocida de la disolución):

- Ortotoluidina: mide el cloro total. Cambiar el pH de la disolución no cambiará el Potencial de Reducción de Oxígeno (ORP). Se mide con cintas colorimétricas o reactivos líquidos.

- Potencial de Reducción de Oxígeno (ORP): medido en mv, no mide el cloro, pero sí la capacidad oxidativa del agua, de manera que mide la actividad del HOCl, pero no del OCl o las cloraminas, cuyo ORP es muy bajo. Se mide con un aparato portátil y económico, de manera que 650 mv aseguran que la mayoría de bacterias y virus sean inactivados en segundos. Para que la medición sea correcta debe sumergirse durante 10 minutos. Lo recomendable es mantener niveles de 700-750 mv en el agua de bebida. Si no se alcanza este ORP, puede añadirse más hipoclorito, o mejor bajar el pH, controlando el consumo de agua.

#### **b) Peróxidos**

Utilizados ampliamente, actúan mediante su capacidad de oxidación. Es más segura su sobredosificación y son inodoros e insípidos, con lo que no se producen rechazos. Su presencia en el agua se puede medir mediante tiras reactivas, y para hacerlo desaparecer se usa una enzima: catalasa.

#### **c) Ozono**

La ozonización, poco empleada en ganadería, constituye una alternativa de potabilización. Su mecanismo de acción es oxidativo siendo 3.000 veces más eficaz que el cloro a la misma dosis.

### **4.7.- CONTROLES Y PRECAUCIONES EN RELACIÓN AL AGUA**

- Controlar el consumo diario es fundamental. Variaciones en el consumo de agua avisan de posibles problemas en la manada antes de que estos sean evidentes.
- Control de los niveles de potabilización: medida del ORP
- Control del biofilm
- Control periódico de la calidad microbiológica

No debemos olvidar que agua también es la que se distribuye a través de los nebulizadores. Este agua es especialmente peligrosa, ya que:

- Si se recicla está en contacto permanente con el ambiente de los animales
  - Una parte llega en forma de spray respirable, por lo que puede poner en riesgo el aparato respiratorio. Por éste motivo hay unas normas de manejo para prevención de legionella que deben de ser cumplidas por seguridad y por Ley.
  - Los defectos en su manejo nos pueden mojar la cama o los animales, donde hay cantidad de materia orgánica y favorecer el desarrollo de la microbiota.

**ANEXO 6**  
**MANEJO GENERAL**

## **Anexo 6.- Manejo General**

1.- Introducción.....	Pág. 1
1.1.- Manejo <i>Wean to Finish</i> .....	Pág. 3
2.- Manejo físico de los animales .....	Pág. 6
2.1.- Transporte .....	Pág. 7
2.2.- Perturbaciones por un mal manejo durante el transporte .....	Pág. 7
3.- Entrada de los lechones .....	Pág. 9
3.1.- Estrés .....	Pág. 10
3.2.- Bienestar animal .....	Pág. 10
3.2.1.- Lotes: Densidad animal, tamaño y composición .....	Pág. 11
3.3.- Sanidad .....	Pág. 12
4.- Factores que afectan al rendimiento .....	Pág. 13
4.1.- Factores intrínsecos ligados al animal.....	Pág. 13
4.2.- Factores extrínsecos no ligados al animal .....	Pág. 14
5.- Condiciones ambientales óptimas .....	Pág. 16
6.- Distribución de alimentos .....	Pág. 17

## 1.- INTRODUCCIÓN

Las explotaciones porcinas, en función de su producto final, se clasifican en:

Selección: Las que se dedican a la producción de animales de raza pura o híbridos. Los reproductores utilizados en estas explotaciones tienen que estar inscritos en los libros genealógicos o en los registros oficiales correspondientes.

Multiplicación: Se dedican a la multiplicación de razas o estirpes selectas, puras o híbridas procedentes de explotaciones de selección. Su finalidad es obtener animales destinados a la reproducción. Los reproductores utilizados en estas explotaciones tienen que estar inscritos en los libros genealógicos o en los registros oficiales correspondientes.

Recria de reproductores: Son la dedicadas a la recría y/o engorde de lechones procedentes de una sola explotación de selección o multiplicación, cuyo destino es la reproducción o en menor medida la fase de cebo o acabado.

Transición de reproductoras primíparas: Alberga hembras primíparas procedentes de una sola explotación de origen. Su función es la fertilización y comercialización como reproductoras gestantes.

Producción: Son las que en una sola unidad productiva o utilizando el sistema de producción en fases, se dedican a la producción de lechones para su engorde y sacrificio, pudiendo generar sus reproductores para autorreposición. De acuerdo con el destino de los mismos se subdividen en explotaciones de:

Ciclo cerrado: Todo el proceso productivo, nacimiento, cría, recría y cebo, tiene lugar en la misma explotación, utilizando únicamente la producción propia.

Producción de lechones: Se dedica solo al nacimiento y la cría hasta el destete. Lo pueden prolongar hasta la recría de los lechones para su cebo en cebaderos autorizados.

Tipo mixto: Envían parte de los lechones nacidos en sus instalaciones para recría y/o cebo en cebaderos autorizados.

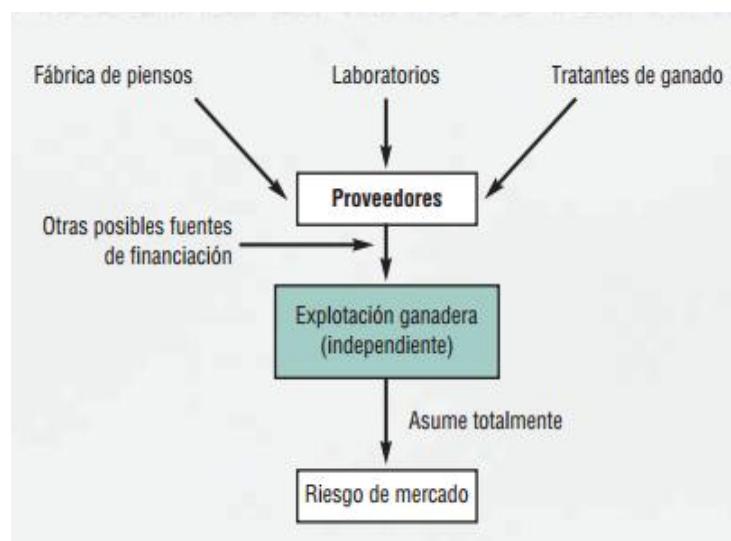
Transición de lechones: Albergan lechones procedentes de otra explotación o de las incluidas dentro de un sistema de producción en fases para su posterior tránsito al cebadero.

Cebo: Son las dedicadas al engorde de animales con destino al matadero.

Nuestra explotación corresponde a las clasificadas como explotaciones de cebo.

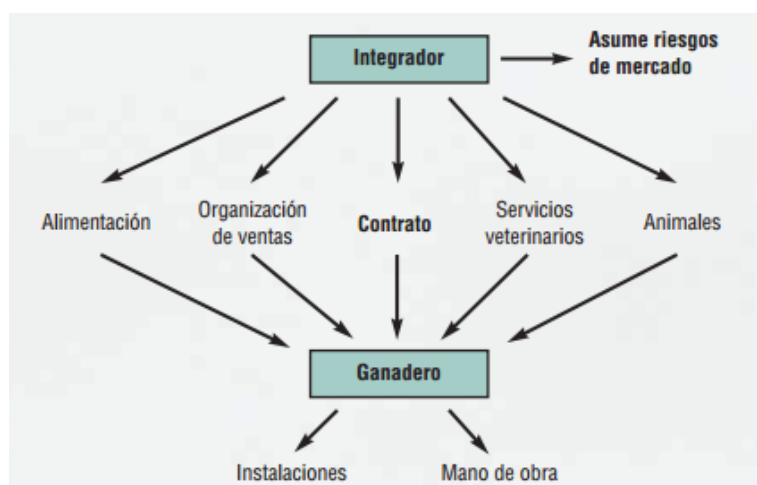
Según el sistema financiero se distinguen dos tipos de explotaciones. La diferencia principal, entre ambas, radica en quién sea el dueño del ganado y asuma el riesgo sobre el producto. Estos dos tipos son:

Ejplotación financiada o independiente



Integración vertical

Se fundamenta en una relación contractual entre integrador y ganadero



Nuestra explotación corresponde a las denominadas de integración vertical.

### **1.1.- MANEJO WEAN TO FINISH**

El sistema elegido para nuestra explotación es el denominado *wean to finish* (WF). El sistema de producción *wean to finish* consiste en el traslado de los lechones recién destetados desde las naves de maternidad a unas instalaciones donde permanecerán hasta el sacrificio. La fase de cebo en sistemas *wean to finish* tiene lugar después del destete, desde los 21 días aproximadamente hasta el peso final de sacrificio, generalmente entre 100 y 105 kg de peso. No es un manejo muy extendido; sin embargo, sus ventajas hacen posible que, a medio plazo, pueda convivir con los sistemas convencionales de producción.

Históricamente, los sistemas convencionales de engorde de cerdos usaban al menos dos tipos de instalaciones, de transición y cebo-acabado, para facilitar el ajuste de los requerimientos en cada fase y optimizar el uso de las instalaciones. La separación de los lechones de la cerda una vez completada la lactancia es necesaria para adaptar la transición de la alimentación de las crías al tipo sólido y para que la madre reinicie su ciclo reproductivo/productivo. No obstante, la cría, recría y engorde de instalaciones separadas son cada vez más cuestionadas. Por ello, en los últimos años se ha desarrollado la idea de un único alojamiento, diseñado para acomodar los cerdos desde el destete hasta el momento del sacrificio. Los lechones recién destetados serán trasladados una única vez, desde la nave de maternidad a las instalaciones *wean – to – finish* (WF), donde permanecerán hasta que alcancen el peso al sacrificio deseado.

Entre las ventajas de este manejo se encuentran:

**Menor movimiento de los animales:** En un sistema convencional, los cerdos destinados a sacrificio se trasladan dos veces a lo largo de su vida productiva (de las salas de maternidad a las naves de transición y de las naves de transición a las naves de engorde), con el estrés que implica el reagrupamiento y movimiento de los animales y el consiguiente riesgo de infección y diseminación de patologías. En el sistema WF hay un solo movimiento: de las salas de maternidad a las naves WF. La disminución del número de trasladados de los animales evita la necesidad de restablecer las relaciones de grupo ya que, una vez instalado, se mantiene estable hasta el sacrificio.

**Mejora el status sanitario de las explotaciones:** Un único traslado y mezcla de los animales reduce en gran medida el riesgo de problemas sanitarios y favorece de forma estricta el manejo “todo dentro / todo fuera” en la explotación. (Fangman *et al.*, 2000).

Reducción de personal: Este manejo implica la limpieza y mantenimiento de un solo tipo de instalaciones (naves WF) en lugar de las dos utilizadas convencionalmente (transición y cebo), con la consiguiente menor necesidad de mano de obra. Por otro lado, se simplifica en gran medida la coordinación tiempo de trabajo-mano de obra.

Mejora de productividad: Fangman *et al.* (2000) demostraron que el sistema WF adelanta la salida al matadero de los cerdos hasta en 12 días frente al manejo convencional. Otros trabajos han señalado que las ventajas productivas con el manejo WF se observan durante las primeras semanas, lo que coincide con la tradicional fase de transición, pero no después. De hecho, Dritz *et al.* (1999) encontraron que el sistema WF mejoró el crecimiento diario en un 14% únicamente desde el destete hasta los 73 días de vida y el mayor rendimiento magro al que dio lugar se mantuvo hasta el momento del sacrificio. Por otro lado, aunque de forma general el manejo WF obliga a retrasar los destetes tempranos, los nuevos avances en tecnologías o equipos, permiten incorporar a los lechones desde muy temprana edad a las instalaciones de WF, ya que se puede crear un ambiente apropiado para su correcto desarrollo.

Menor mortalidad: Se observa una reducción de hasta el 50% en la mortalidad respecto al sistema de producción convencional (Fangman *et al.*, 2000) debido a la mayor disponibilidad de espacio por animal y mayor posibilidad para el cerdo de seleccionar su ambiente o lugar. Además, disminuye la agresividad entre los animales al evitar tanto la saturación de espacio al final de la transición como la necesidad de “resocialización” al comienzo del engorde.

Reducción en los costos de limpieza, desinfección y transporte: El hecho de disponer de un solo tipo de nave disminuye los costos derivados de los diversos transportes de animales, así como los gastos en limpieza.

El sistema también presenta algunos inconvenientes que se detallan a continuación:

Destreza en el manejo: Es necesario personal con habilidad en el manejo que implica la combinación de transición y engorde. Se trata de destreza en adecuar las condiciones ambientales a las necesidades de los animales en cada momento, especialmente ventilación y calefacción, así como concretar el cambio de alimentación entre fases. No obstante, hay que tener en cuenta que la necesidad de personal cualificado es igualmente extrapolable al manejo de la transición en un sistema convencional.

Posibles problemas sanitarios derivados del llenado de la nave: En caso de que hubiera que llevar a cabo varios destetes (de diferentes edades o granjas) para llenar la

nave WF, cabe la posibilidad de que se produzcan enfermedades y problemas de bioseguridad. No obstante, se trata de un inconveniente que puede evitarse, en gran medida, con un manejo adecuado todo dentro/todo fuera. Por otra parte, el riesgo de incidencia de estos problemas no es evitable en los sistemas convencionales.

**Menos ciclos anuales:** El hecho de que los animales permanezcan en la misma nave desde el destete hasta el sacrificio hace que se reduzca el número de ciclos productivos anuales hasta en 30%: con el sistema convencional se llevan a cabo actualmente 6-8 ciclos en transición y 2,7 - 2,8 ciclos en engorde, mientras que con el sistema WF se reducen a 2,1 - 2,2 ciclos totales, lo que podría indicar un descenso en la productividad; sin embargo, hay que tener en cuenta que el manejo WF engloba tanto cebos como también transiciones, que ocupan las instalaciones más costosas en los sistemas convencionales.

**Desaprovechamiento de parte del espacio:** Si el número de lechones que se introducen en las naves WF es igual al número de cerdos que saldrán terminados, se asume una ocupación del 100%. Sin embargo, durante las primeras semanas el menor tamaño de los animales recién destetados supone un exceso de espacio no utilizado puesto que el dimensionamiento de los departamentos se estima para el confort de los cerdos en la última fase del engorde. Una práctica que puede llevarse a cabo para optimizar el espacio es aumentar la densidad durante las primeras 8 o 10 semanas posdestete en la nave WF, lo que conlleva trasladar posteriormente a los cerdos extra a naves de engorde-terminación hasta el sacrificio. Esto puede llevarse a cabo en caso de tasas de crecimiento bajas, departamentos pequeños o temporadas de superproducción, alcanzando una sobreocupación del 120-150%, mientras que cuando se disponga de instalaciones independientes se puede llevar a cabo una “doble ocupación” (200%). Esto ya dependerá de las decisiones y organización de la empresa integradora.

Teniendo en cuenta los buenos resultados técnicos y económicos observados, parece que el manejo *wean-to-finish* es una alternativa eficaz para la producción porcina, que puede convivir con otros sistemas de producción, como ciclos cerrados especializados, producción en dos fases y producción en tres fases. No obstante, únicamente su correcta aplicación en cuanto a las condiciones de las instalaciones y los requerimientos de manejo (minimizando orígenes, con programas especializados de alimentación y con un diseño adecuado) dará resultados óptimos.

Se pretenden abordar todos los aspectos relativos al alojamiento para el periodo de cebo habitual en la gran mayoría de los cebaderos de sistema *wean to finish*, si bien dicho periodo podría a su vez ser dividido en otros tres, que son el de transición (desde los 21 días y unos 5 kg de peso hasta los 18 kg), el de recria o

crecimiento (desde los 18 hasta los 65 kg de peso) y el de cebo propiamente dicho (desde los 65 kg de peso hasta el sacrificio).

Dado que el objetivo fundamental de la explotación es conseguir el mayor número de cerdos sacrificados en el menor tiempo posible y el menor coste, la fase de cebo es un periodo clave a la hora de condicionar la rentabilidad de la explotación que se proyecta.

Para ello, se han de conjugar tanto factores intrínsecos (base genética, edad, peso al sacrificio y sexo) como extrínsecos al animal (condiciones del alojamiento y tipo, cantidad y modo de distribución de la alimentación) para obtener unos adecuados índices técnicos (crecimiento, índice de transformación) y de calidad del producto (carne) a ofrecer al mercado.

El diseño del alojamiento para cebo, así como el equipamiento del mismo, juega un papel importante en la rentabilidad final.

Una instalación para el cebo de cerdos debe cumplir una serie de condiciones que permitan:

- Criar los lechones de una manera homogénea en unos alojamientos que estén bien dimensionados, esto nos permitirá rentabilizar al máximo la inversión realizada.
- La obtención de los mejores índices técnicos posibles en función de la base genética utilizada y del tipo y cantidad del alimento suministrado.
- Optimizar al máximo la mano de obra, cuyas principales tareas, además de la necesaria y contigua vigilancia, son la distribución de alimentos y la evacuación de deyecciones.

## **2.- MANEJO FÍSICO DE LOS ANIMALES**

Los lechones que llegan al cebadero permanecerán aproximadamente entre 135 y 165 días, tras la salida de estos a matadero dispondremos de unos días para realizar el vacío sanitario. Transcurridos estos días, volvemos a recibir lechones. Así operaremos sucesivamente.

## **2.1.- TRANSPORTE**

El transporte de los cerdos se llevará a cabo en camiones. Es una etapa en la vida del animal que trataremos con especial cuidado, ya que las consecuencias que derivan de él pueden ser muy negativas si se lleva a cabo un transporte sin las medidas adecuadas.

En la explotación objeto del proyecto, el transporte se realizará por parte de la integradora, quien se encargará de gestionarlo de forma adecuada para un correcto funcionamiento de la explotación que garantice el cumplimiento de los plazos de tiempo normales para cada ciclo productivo.

## **2.2.- PERTURBACIONES POR UN MAL MANEJO DURANTE EL TRANSPORTE**

### **Mortalidad:**

La mortalidad de los cerdos se produce durante o tras el transporte debido al estrés que produce la carga, descarga, densidad y mezcla de los animales, la duración del trayecto y el calor.

Los cerdos tienden a incrementar su tasa de mortalidad al ser fisiológicamente más sensibles, debido a un desarrollo comparativamente menor del corazón con respecto al cuerpo, a desarmonías hormonales, a alteraciones en el intercambio celular con tendencia a hipertermia maligna, a insuficiente función termo reguladora y a una menor capacidad de adaptación a los cambios del medio.

### **Pérdida de peso:**

El transporte del ganado, conjuntamente con el intervalo de tiempo que transcurre entre la última comida y el sacrificio, determina pérdidas del peso vivo del animal así como de la canal.

Las pérdidas de peso vivo representan pérdidas del contenido del tubo digestivo y de la evaporación cutánea y respiratoria.

Las pérdidas de peso de la canal representan pérdidas de los componentes químicos del animal, tales como agua, proteína, grasa y glúcidos.

Un ayuno previo al transporte de 12 a 18 horas no altera demasiado el rendimiento a la canal y beneficia al productor ahorrando alimento, así mismo disminuyen las agresiones entre animales.

Baja calidad de la canal: El transporte altera la calidad de la canal por producir una disminución del pH muscular, un incremento de las carnes exudativas y favorecer la proliferación de gérmenes postmortem.

Problemas patológicos: Son trastornos que producen perturbaciones de tipo productivo, pero que también pueden producir la muerte del animal.

Los problemas más comunes son trastornos respiratorios y gastrointestinales.

Medidas correctoras:

Las medidas a tener en cuenta durante el transporte son:

1. No sobrecargar los camiones, colocando la cantidad adecuada.
2. Evitar suelos deslizantes
3. Evitar viajes largos.
4. Eliminar al máximo las deyecciones.
5. Camiones que posean un adecuado diseño de chasis y suspensión.
6. Transportar animales en grupos originales intactos de la explotación origen.
7. Con temperaturas elevadas realizar el transporte por la noche.
8. Camiones con ascensores hidráulicos.

La aplicación de estas medidas correctoras supone una mejor calidad de la vida de los cerdos, y por tanto la obtención de un mejor rendimiento de la explotación.

Estas medidas están sujetas a una normativa que se deberá cumplir, en todo caso esto es responsabilidad de la integradora.

### 3.- ENTRADA DE LOS LECHONES

Hay que tener en cuenta que el manejo general de una explotación comienza antes de que los lechones entren en la misma. Por consiguiente hay una serie de condicionantes que deberemos cumplir. Así distinguiremos entre las tareas a realizar antes de la entrada de los lechones y las tareas que se realizarán nada más entrar los mismos.

Antes de entrar los lechones:

1. Se deberá asegurarse que los alojamientos “boxes” destinados para los lechones estén totalmente limpios y desinfectados con el fin de que no persistan patógenos que pudiera haber habido en los cerdos adultos anteriores. Este aspecto es fundamental para el buen funcionamiento de la explotación en adelante, así que deberá ser de obligado cumplimiento. Se tratará con mayor profundidad en el anexo higiénico-sanitario.
2. La nave se procurará que tenga a la entrada de los lechones una temperatura óptima y similar a la que hubiere en la granja de reproductoras de donde proceden los lechones.
3. Por último y de manera opcional pero de forma recomendada por el integrador, a la entrada de los lechones se deberá disponer pienso en la solera de hormigón, para de esta forma los lechones comiencen a comer nada más entrar en la nueva explotación. El objetivo de esta operación es doble; por una parte los lechones comerán tras una determinada duración del viaje y por otra, la aclimatación a su nuevo hábitat será más rápida.

La totalidad de los lechones serán alojados en una de las naves, que estará climatizada, para asegurar unas condiciones aptas para su adaptación y posterior desarrollo. Se dispondrán 25 lechones en cada box hasta alcanzar los 18-20 kg (0,36 lechones/m<sup>2</sup>). Cuando alcancen ese peso se acomodaran los cerdos en lotes de 13 ocupando la totalidad de las 2 naves.

Una vez que los lechones están en la explotación deberemos darles unas condiciones óptimas que dividimos en dos factores:

1. Estrés
2. Bienestar animal.

### **3.1.- ESTRÉS**

Las prácticas normales de manejo en la producción porcina implican que los animales estén sujetos a estímulos estresantes, como por ejemplo la mezcla de animales después del destete o durante el transporte o la imposibilidad de realizar algunas conductas que serían propias de la especie en condiciones "naturales".

Está ampliamente aceptado que el estrés, especialmente el crónico, puede ejercer unos efectos de inhibición del sistema inmunitario, de aumento de los niveles iónicos y una reducción de la ganancia de peso. Esto se debe a que la respuesta fisiológica ante factores estresantes va acompañada de cambios en los niveles sanguíneos de algunos péptidos (opioide, insulina, prolactina, hormona del crecimiento y vasopresina, entre otros). Por lo tanto, el estrés durante el ciclo productivo no es sólo un problema preocupante por las consecuencias que implica en el bienestar animal, sino también porque interfiere con los índices productivos y la calidad final del producto.

Este fenómeno impide conseguir pesos similares de sacrificio e implica gastos adicionales para solucionar el problema de los animales conocidos como "colas de producción" (en trabajo adicional, necesidad de disponer de corrales- enfermería...).

Será pues uno de los factores a evitar en la explotación, evitando viajes demasiado largos de los cerdos o alteraciones de su estado habitual de tranquilidad.

### **3.2.- BIENESTAR ANIMAL**

En general, el sector productivo ganadero ha mostrado cierta reticencia acerca de la aplicación de la legislación europea de bienestar animal, argumentando que supondrá un encarecimiento del producto y una pérdida de competitividad frente a otros países que no están sujetos a normativas tan estrictas. Sin embargo, aplicando un análisis de costes-beneficios, el bienestar animal puede resultar rentable si se busca el equilibrio entre los costes que supone y los beneficios que aporta. Decidir en qué punto debe situarse la producción ganadera actual debería hacerse considerando los costes y beneficios (económicos y éticos) asociados al bienestar animal. Entre estos beneficios se incluiría la relación entre bienestar animal y calidad del producto final.

Existen numerosas situaciones en las cuales un mejor bienestar se correlaciona directamente con una mayor productividad, homogeneidad o calidad del producto y, por tanto, invertir en bienestar puede resultar no sólo una exigencia legal a la cual debe someterse el productor sino un beneficio.

Dos puntos clave en el bienestar animal son la densidad de los animales y la composición de los lotes.

### 3.2.1.- LOTES: DENSIDAD ANIMAL, TAMAÑO Y COMPOSICIÓN

Densidad animal:

La superficie disponible por animal alojado es un factor de gran importancia en cebo. Esta superficie está regulada por el Real Decreto 1135/2002 de 31 de octubre por el que se establecen unas normas mínimas de protección de cerdos. Estas normas vienen encaminadas a la orientación de los espacios mínimos exigibles en las explotaciones. Las dimensiones de los alojamientos varían en función de la edad y tipo del animal:

TABLA 6.1.- ESPACIO MÍNIMO EXIGIBLE	
Peso en vivo ( kg )	Superficie mínima por plaza (m <sup>2</sup> )
Hasta 10 kg	0,15
Entre 10 y 20 kg	0,20
Entre 20 y 30 kg	0,30
Entre 30 y 50 kg	0,40
Entre 50 y 85 kg	0,55
Entre 85 y 110 kg	0,65
Más de 110 kg	1,00

Por lo que al tamaño del lote se refiere:

- a) En cuanto a comportamiento de los animales: no existe por los investigadores una postura clara.
- b) En cuanto a los rendimientos: empeoran en grupos grandes.
- c) En cuanto a reducir riesgos de Circovirus: mejor grupos pequeños.
- d) En cuanto a costes y ocupación del espacio: mejor grupos grandes.

En cada celda de nuestra explotación se albergará un lote de 13 cerdos, lo más homogéneo posible de peso. La celda tendrá unas dimensiones de 3 x 3 m, por lo que cada cerdo dispondrá de una superficie aproximada de 0,69 m<sup>2</sup> cumpliendo así con la

normativa y consiguiendo un equilibrio entre los factores antes señalados respecto al tamaño de lote.

**Composición de los lotes:**

La mezcla de cerdos de diferentes tamaños se asocia con problemas de todo tipo, de manera que los animales de menor peso se ven especialmente perjudicados en sus rendimientos dado que ocupan los niveles más bajos en la jerarquía social del lote. Ello supone dificultades de acceso al comedero y, por tanto, problemas de ingestión de alimento, lo que resulta especialmente perjudicial cuando además la alimentación es racionada. Si a esto se añade la tensión a la que están sometidos debida al hostigamiento por parte de los cerdos dominantes, se comprende que aquellos estén en una clara situación de desventaja.

Por todos estos motivos se recomienda trabajar con grupos homogéneos de peso.

**3.3.- SANIDAD**

Uno de los principales requerimientos necesarios de toda explotación porcina dedicada al cebo que mantenga un sistema de producción ‘todo dentro – todo fuera’ es la desinfección en los momentos anteriores al comienzo de un ciclo productivo. Este proceso va a proporcionar condiciones de asepsia y limpieza capaces de generar unos niveles de sanidad óptimos a lo largo de todo el periodo de cebo correspondiente.

Además de las condiciones de limpieza y desinfección de las instalaciones, el manejo propio de los animales a su llegada al cebadero condiciona de manera fundamental el éxito en el cebo de estos animales. Se deben considerar una serie de pautas:

1. En el momento de su llegada al cebadero se les proporcionará agua ‘ad libitum’ donde se les podrá adicionar un aporte vitamínico a fin de contrarrestar el estrés del viaje si este se hubiera realizado.
2. La incorporación de la alimentación se hará de manera progresiva durante los primeros 3 ó 4 días.
3. Se deben generar lotes homogéneos tanto por número como por sexo de los animales.

4. Vaciado, limpieza y desinfección de los silos y depósitos de agua de manera periódica, a fin de evitar la acumulación de residuos o formaciones de procesos fermentativos que ocasionan problemas sanitarios.

5. Vigilancia constante de los animales, en especial después de las comidas para detectar estados sanitarios deficientes y poder así realizar tratamientos prematuros que garanticen el mantenimiento de la sanidad en la totalidad del grupo.

En referencia a la vacunación y desparasitación de los animales, éstos deben realizarse en los primeros momentos de su entrada al cebadero o en aquellos casos que lo permitan antes de su entrada.

Debe destacarse la necesidad de la vacunación frente a aquellas patologías de importancia en la explotación a fin de evitar riesgos tanto en la mortalidad de los animales como en el descenso de los niveles productivos y de rendimiento de la explotación, destacando especialmente patologías respiratorias y digestivas (Rinitis Atrófica, Neumonía enzoótica, PRRS, Mal rojo, etc...). Se destacan también los procesos originados por gérmenes del tipo Pasteurellas, Haemophilus y Micoplasmas. Siempre se hace necesario el establecimiento, seguimiento y control de los programas sanitarios elaborados por los veterinarios, cuyo único objetivo es obtener un nivel sanitario óptimo, que logre alcanzar la máxima productividad en la explotación porcina.

#### **4.- FACTORES QUE AFECTAN AL RENDIMIENTO**

Los factores que afectan al rendimiento en el crecimiento y cebo de los cerdos son múltiples. Para una mejor comprensión los dividiremos en dos partes claramente diferenciadas:

- Factores intrínsecos o ligados al animal
- Factores extrínsecos o externos al animal

##### **4.1.- FACTORES INTRÍNSECOS LIGADOS AL ANIMAL**

Hay varios de estos factores que influyen en el crecimiento del cerdo, pero como su nombre indica, no dependen del manejo de la explotación sino del animal, por lo que será el integrador quien decida sobre los mismos.

A modo de resumen y para tener una ligera idea haremos un pequeño resumen de estos factores intrínsecos:

1. Genotipos
  - 1.1. Cruzados.
  - 1.2. Esquemas de selección y cruzamiento.
2. Edad y peso al sacrificio.
  - 2.1. Cambios en la composición de la canal.
  - 2.2. Calidad de la canal, velocidad de crecimiento e IT.
3. Sexo
  - 3.1 Machos enteros (mejor IC).
  - 3.2 Machos castrados (peor IC, más grasa).
  - 3.3 Hembras (mejor GMD, menos grasa).

#### **4.2.- FACTORES EXTRÍNSECOS NO LIGADOS AL ANIMAL**

Son realmente los factores que debemos controlar para un buen manejo de la explotación. Estos factores los dividimos en factores del alojamiento como es el tipo de suelo, factores ambientales tales como la ventilación, la humedad relativa y sobre todo la temperatura y factores de manejo como es el tipo de alimentación.

Para un buen manejo de la explotación no basta con “arreglar” algún factor sino que todos ellos están ligados entre sí.

#### **5.- CONDICIONES AMBIENTALES ÓPTIMAS**

El ambiente juega un papel importante durante el periodo de cebo, no tanto en relación a problemas de morbilidad y mortalidad en función de temperaturas inadecuadas, sino en cuanto a la obtención de los mejores crecimientos e índices de conversión posibles. En este sentido, las temperaturas extremas son perjudiciales para los animales.

En el siguiente cuadro se presenta la variación del índice de transformación en el periodo de cebo en función de la temperatura ambiental y del modo de oferta del alimento, observándose que el empeoramiento del mismo conforme disminuye la temperatura es mayor si ésta se sitúa en valores inferiores a 20°C y si la alimentación es restringida.

TABLA 6.2.- VARIACIÓN DEL ÍNDICE DE TRANSFORMACIÓN		
Sistema de alimentación	Intervalo de temperatura (ºC)	% de disminución
A voluntad	20 – 5	+ 0,033
A voluntad	20 – 10	+ 0,041
A voluntad	28 – 20	+ 0,018
Restringida	20 – 5	+ 0,080
Restringida	20 – 12	+ 0,053

Variación del índice de conversión del pienso (IC) en el periodo de cebo en función de la T<sup>a</sup> ambiente y del modo de distribución del alimento.

Fuente: Ovejero 1.993

Así mismo, las necesidades ambientales óptimas, sobre todo en lo que a temperatura se refiere, pueden variar con el tipo de solera sobre la que se van a desenvolver los animales. En concreto, las condiciones ambientales óptimas en el periodo de cebo se presentan en el siguiente cuadro, donde se observa cómo la temperatura ambiente más adecuada es superior en aquellos alojamientos con emparrillado total dadas las mayores pérdidas de calor por conducción que tienen lugar en el mismo en relación al emparrillado parcial o a solera de hormigón y paja. Por el contrario, el emparrillado total permite reducir la superficie necesaria por el lechón, con lo que se puede incrementar el número de animales alojados por unidad de superficie, lo que puede, parcialmente compensar el mayor coste de la instalación y de equipamiento.

TABLA 6.3.-CONDICIONES AMBIENTALES ÓPTIMAS					
Peso (kg)	T <sup>a</sup> óptima (ºC) Solera con paja	T <sup>a</sup> óptima (ºC) Slat parcial	T <sup>a</sup> óptima (ºC) Slat total	Vel. Máxima aire (m/s)	Hdad. Relativa (%)
5	18	20	22	0,15	50 – 80
20	17	20	22	0,15	50 – 80
40	15	18	20	0,20	50 – 80
60	16	17	19	0,20	50 – 80
80	11	16	18	0,20	50 – 80
100	9	14	16	0,20	50 – 80

(Van Schaik, 1.993).

La velocidad del aire a nivel de los animales merece también un breve comentario, esta puede llegar a los 0,5 m/s dentro de un rango de temperaturas normales, en la zona de termo-confort.

Una velocidad elevada puede ser beneficiosa con temperaturas altas, pues permite aumentar las pérdidas de calor por convección aliviando los efectos de las altas temperaturas. Es por ello que en verano se recomienda aumentar la tasa de

renovación y la velocidad del mismo a nivel de los animales. Por el contrario, durante el invierno conviene evitar en lo posible las corrientes de aire, pues pueden tener efectos negativos sobre el ganado, de manera que en esta estación la renovación de aire tiene como único objetivo la reducción de la humedad ambiente y la eliminación de gases nocivos.

No hay que olvidar los efectos negativos que puede tener en el periodo de cebo el cambio brusco de temperatura en una misma jornada, tanto sobre los índices térmicos como sobre la propia salud de los animales, sobre todo cuando se sobrepasa el intervalo de temperaturas de confort.

La calidad del aire también es importante. Los niveles excesivos de amoniaco en la atmósfera de los alojamientos de cebo dan lugar a un empeoramiento de los rendimientos de los animales así como a un deterioro de su estado sanitario. Para ello, no es necesaria una exposición continuada al amoniaco, basta con exposiciones extremadamente breves al exceso de amoniaco para que aparezcan sus efectos perjudiciales

Además, las concentraciones elevadas de amoniaco también alteran la salud (enfermedades respiratorias) de los trabajadores.

Por tanto, deben evitarse en todo momento los niveles excesivos de amoniaco en los alojamientos de cerdos. El amoniaco proviene de la degradación de la urea y de otros compuestos nitrogenados presentes en el purín. El tipo de alojamiento, el sistema de ventilación, el caudal de renovación de aire y el contenido proteico del alimento afectarán a la concentración de amoniaco en el ambiente.

Los alojamientos con el 50% de superficie enrejillada y cuya superficie de suelo continuo presentan una ligera pendiente, suponen una reducción importante en la emisión de amoniaco respecto a alojamientos de emparrillado total.

El empleo de suelos sólo parcialmente enrejillados también tiene ventajas para el bienestar de los animales. Los cerdos prefieren suelo continuo para descansar, salvo que la temperatura ambiental sea demasiado alta.

Para este proyecto adoptamos alojamientos con emparrillado parcial, que combina una adecuada temperatura ambiente con unos índices de emisión de amoniaco menores que el emparrillado total. Concretamente habrá 2/3 de slats y 1/3 de solera con pendiente del 6% hacia las fosas de deyección. En este caso no existirá desnivel en el arranque de solera desde los slats, ya que puede ser causa de malestar para los cerdos.

## 6.- DISTRIBUCIÓN DE ALIMENTOS

Es claro que una alimentación a voluntad tiene efectos negativos sobre los índices técnicos y la calidad de la canal. No obstante, una restricción intensa reduce la velocidad de crecimiento y por tanto aumenta el periodo de permanencia de los animales en la instalación, con la consiguiente alteración de la planificación y dimensionamiento de la misma.

Una restricción moderada es bastante utilizada todavía en cebaderos antiguos, de manera que la distribución de alimentos se realiza una o dos veces al día. En el primer caso, los índices técnicos no parecen verse negativamente afectados, aunque pueden aumentar las interacciones agresivas de los animales, sobre todo en situaciones de una elevada densidad animal.

Respecto a la forma de presentación del alimento, existen tres posibilidades clásicas: harina seca, sopa (alimentación húmeda o líquida) y granulado. En general, el granulado mejora los índices técnicos de cebo, situándose la sopa en segundo lugar y la harina seca en tercero. No obstante, la decisión a tomar ha de considerar el coste del propio pienso (el granulado es más caro) aunque la inversión es superior para una alimentación húmeda que para el granulado. En nuestro caso, la decisión la tendrá la empresa integradora.

Por lo que a la alimentación seca se refiere, en la actualidad existen en el mercado nuevos tipos de comederos que tienen como objetivos tanto el disminuir notablemente el consumo de agua y de alimento (disminución paralela de la producción de purines), como la reducción de la superficie del alojamiento. Tal es el caso de las tolvas monoplaza y de los comederos circulares con distribución secuencial del alimento. Ambos sistemas tienen la ventaja añadida de que fraccionan las comidas. De hecho, el cerdo alimentado a voluntad acude unas 7 veces al día al comedero, con lo que dicho fraccionamiento resulta a todas luces beneficioso. En nuestro caso vamos a utilizar tolvas monoplazas y en los primeros meses de crecimiento unas tolvas multiplaza que disponen de 5 plazas que además están adaptadas para que los lechones realicen una transición adecuada a las tolvas monoplazas.

Además se colocara un bebedero en cada corral ya que las tolvas de 5 plazas no disponen de bebedero incorporado y los lechones al destete no son capaces de utilizar los bebederos de las tovas monoplazas.

#### Tolvas monoplazas:

El cerdo debe accionar una lengüeta móvil para que el pienso caiga a la bandeja inferior y pueda ser consumido. La cantidad de pienso que se libera cada vez es muy pequeña; además, dicha cantidad puede ser regulada. Hoy día la mayoría de las tolvas llevan un bebedero incorporado (alimentación seca /húmeda).

Si la tolva monoplaza lleva bebedero incorporado existe un aumento del consumo, del crecimiento y del engrasamiento de la canal, con lo que se recomienda reducir ligeramente la cantidad de pienso liberado en cada maniobra del cerdo sobre la lengüeta provocando una cierta reducción del consumo global.

El número de cerdos idóneo por tolva monoplaza es de 10-12, si bien no se aprecian diferencias productivas al colocar una cada 20 animales. Por tanto, en este sentido el sistema parece ser bastante flexible, lo que puede suponer un cierto ahorro. En nuestro caso 13 animales parece ser un número bastante bueno y aceptable.

#### Tolvas multiplaza:

Las tolvas multiplaza disponen de 5 compartimentos en los cuales cae el pienso desde la tolva superior por gravedad y sin necesidad de que el lechón accione ningún mecanismo.

El flujo de pienso que cae a medida que se va consumiendo puede ser regulado a través de una compuerta que abre o cierra en mayor o menor medida el flujo de pienso.

**ANEXO 7**  
**SANIDAD ANIMAL**

## **Anexo 7.- Sanidad Animal**

1.- Introducción.....	Pág. 1
2.- Manejo Sanitario.....	Pág. 1
2.1.- Requisitos de obligado cumplimiento .....	Pág. 1
2.2.- Prácticas recomendadas.....	Pág. 2
2.2.1.- Asociaciones de Defensa Sanitaria (A.D.S.) .....	Pág. 2
3.- Enfermedades de declaración obligatoria .....	Pág. 3
3.1.- Prácticas recomendadas .....	Pág. 4
3.1.1.- Tratamientos veterinarios .....	Pág. 5
4.-Limpieza, desinfección y control de plagas.....	Pág. 5
4.1.- Limpieza y desinfección.....	Pág. 6
4.2.- Desinsectación, desratización y control de animales domésticos .....	Pág. 7

## **1.- INTRODUCCION**

La sanidad animal es un pilar fundamental de la producción ganadera por su trascendencia económica y su repercusión sobre la salud pública. A los gastos ocasionados de forma directa por las enfermedades de los animales de producción en las explotaciones (asistencia sanitaria, tratamientos veterinarios, pruebas diagnósticas, reducciones en la producción, mortalidad, problemas reproductivos, etc.) se añaden las posibles restricciones comerciales para los animales y productos procedentes de zonas afectadas por determinados procesos patológicos.

## **2.- MANEJO SANITARIO**

### **2.1.- REQUISITOS DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO**

Los animales se mantendrán en buen estado sanitario.

Todos los días se inspeccionarán los animales para comprobar su estado de salud.

Se facilitará toda la información requerida por la autoridad competente relativa al estado sanitario de los animales y, en general, sobre los medios relacionados con la sanidad animal que tengan o hayan tenido bajo su responsabilidad (productos zoosanitarios, alimentos, etc.).

La explotación dispondrá de instalaciones adecuadas que permitan la observación y el aislamiento de los animales enfermos y la adaptación, aclimatación y en su caso vacunación, de los animales nuevos.

Si es necesario, se revisarán y modificarán las instalaciones con el fin de reducir el riesgo de aparición de enfermedades.

Sólo se autorizará la entrada de animales procedentes de explotaciones que no estén sometidas a ninguna restricción de movimientos y con una calificación sanitaria igual o superior.

Se cumplirán las medidas sanitarias de carácter obligatorio establecidas en los programas sanitarios oficiales.

Se pondrán los medios necesarios para que se puedan aplicar las medidas sanitarias con las garantías de seguridad necesarias, para los animales y para el personal que las realice.

Es obligatorio contar con un veterinario responsable de la explotación.

Se debe comunicar al veterinario responsable de la explotación, cualquier alteración del estado de salud de los animales.

## **2.2.- PRÁCTICAS RECOMENDADAS**

Se procurará que el tratamiento de los animales enfermos se realice de forma inmediata y siempre siguiendo las pautas del veterinario responsable de la explotación.

En las explotaciones de cebo y transición es aconsejable respetar un período de vacío sanitario de, al menos, una semana antes de volver a ocuparlas.

Es recomendable pertenecer a una Agrupación de Defensa Sanitaria Ganadera.

### **2.2.1.- AGRUPACIONES DE DEFENSA SANITARIA (A.D.S.)**

Según el Artículo 3 de la Ley 8/2003 del 24 de Abril, se entiende por Agrupación de defensa sanitaria a la asociación de propietarios o titulares de explotaciones de animales constituida para la elevación del nivel sanitario y productivo y la mejora de las condiciones zootécnicas de sus explotaciones, mediante el establecimiento y ejecución de programas de profilaxis, lucha contra las enfermedades de los animales y mejora de las condiciones higiénicas y productivas.

La finalidad de la ADS es vigilar y controlar la sanidad de los animales, mejorar las condiciones de trabajo y la formación mediante cursos y charlas, así como la representación y asesoramiento frente a las administraciones públicas.

Todas las ADS tienen un protocolo porcino donde se recoge el programa higiénico-sanitario (vacunaciones, controles serológicos, control de anticuerpos, programas de desparasitación, controles de higiene, control de medicamentos,...) y el control y asesoramiento sanitario de la eliminación de cadáveres.

### **3.- ENFERMEDADES DE DECLARACIÓN OBLIGATORIA**

Se comunicará a la autoridad competente, de forma inmediata:

- Cualquier enfermedad de la lista de enfermedades de declaración obligatoria.
- Cualquier enfermedad de los animales que por su especial virulencia, extrema gravedad o rápida difusión impliquen un peligro potencial de contagio para la población animal o un riesgo para la salud pública o el medio ambiente.
- Cualquier enfermedad que, aunque no presente las características mencionadas en el punto anterior, ocasione la sospecha de ser una enfermedad de las incluidas en la lista de enfermedades de declaración obligatoria.

Si la normativa aplicable no prevé un plazo específico, la comunicación de las enfermedades de declaración obligatoria se realizará en un plazo máximo de 24 horas.

#### **Enfermedades de declaración obligatoria**

Orden ARM/831/2009, de 27 de marzo, por la que se modifican los anexos I y II del Real Decreto 617/2007, de 16 de mayo, por el que se establece la lista de las enfermedades de los animales de declaración obligatoria y se regula su notificación.

#### **ANEXO I Enfermedades**

A. Enfermedades de declaración obligatoria en la Unión Europea conforme a la Decisión 2008/650/CE, de la Comisión, de 30 de julio de 2008, y la Directiva 2006/88/CE, del Consejo, de 24 de octubre de 2006, y a la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE).

Peste porcina clásica.

Peste porcina africana.

Enfermedad vesicular porcina.

B. Otras enfermedades incluidas en la lista única de la Organización Mundial de Sanidad Animal que, no apareciendo en el apartado A de este anexo, están sujetas a la obligación de comunicación.

Fiebre aftosa

Miasis por *Cochliomya hominivorax*

Estomatitis vesicular

Miasis por *Chrysomya bezziana*

Encefalitis japonesa

Fiebre hemorrágica de Crimea-Congo

Rinitis atrófica del cerdo

Carbunco bacteridiano

Cisticercosis porcina

Rabia

Brucelosis porcina

Triquinelosis

Gastroenteritis transmisible

Enfermedad de Aujeszky

Síndrome reproductivo y respiratorio porcino

Equinococosis/Hidatidosis

Encefalitis por virus Nipah

Leptospirosis

### **3.1.- PRÁCTICAS RECOMENDADAS**

El propietario o poseedor de los animales debe comunicar al veterinario responsable de la sanidad de la explotación cualquier alteración del estado de salud de los mismos.

### **3.1.1.- TRATAMIENTOS VETERINARIOS**

Los tratamientos veterinarios tienen como finalidad prevenir patologías de los animales antes de que aparezcan o recuperar el estado de salud de los mismos aliviando o curando enfermedades o dolencias.

Es importante que la aplicación de los tratamientos se realice de forma correcta, siguiendo las pautas indicadas por el veterinario, para obtener los resultados deseados pero también para evitar los efectos nocivos que sobre el consumidor puede tener la presencia de residuos de medicamentos veterinarios en la carne de los animales tratados.

Por otro lado, es preciso mantener el medicamento en condiciones óptimas de almacenamiento para lograr que tenga el efecto deseado y que esté correctamente identificado para evitar confusiones y errores en su uso.

Es aconsejable disponer de un programa o planning de tratamientos rutinarios elaborado por el veterinario responsable de la explotación (vacunaciones, hierro,...).

Sólo hay que medicar a los animales cuando lo prescriba el veterinario y siguiendo sus pautas de administración (vía, dosis, duración tratamiento).

Se debe identificar y diferenciar los animales que se están tratando.

Periódicamente se comprobará el buen funcionamiento de los medicadores.

## **4.- LIMPIEZA, DESINFECCIÓN Y CONTROL DE PLAGAS**

Un correcto estado de limpieza y desinfección de las instalaciones y equipos, junto con el adecuado control de plagas, es imprescindible para minimizar la aparición de enfermedades infectocontagiosas y parasitarias, así como la proliferación de vectores (insectos, roedores y otros animales que pueden transmitir enfermedades).

Es obligatorio estar en posesión del carné de aplicador de productos zoosanitarios para poder utilizar desinfectantes, raticidas e insecticidas en las explotaciones ganaderas.

Se utilizarán únicamente productos autorizados para uso ganadero, respetando la dosificación y las instrucciones dadas por el fabricante.

El almacenamiento de los productos de limpieza, desinfección y control de plagas se realizará en un lugar separado y específico haciendo especial incidencia en que no se den contaminaciones cruzadas ni puedan acceder los animales, para evitar accidentes. Todos los productos se almacenarán en los envases originales.

Se limpiarán y desinfectarán las instalaciones (naves de cebo, cuarentenas, parideras, transiciones...) cada vez que queden vacías, tan pronto como sea posible y antes de entrar nuevos animales.

Los depósitos, conducciones y bebederos de agua, se limpiarán y desinfectarán, como mínimo, una vez al año o cada vez que termine un ciclo productivo.

Se recomienda la elaboración de dos planes por separado y específicos para nuestra explotación, uno de limpieza y desinfección y otro de control de plagas que deberán contemplar los siguientes puntos:

- Persona o empresa responsable
- Productos a utilizar e instrucciones de uso y seguridad
- Lugares, sistema, calendario y frecuencia de limpieza y desinfección
- Comprobación de las actuaciones
- Registro de actuaciones
- Archivo de las fichas técnicas y de seguridad de los productos utilizados y de sus albaranes de compra.

#### **4.1.- LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN**

La desinfección persigue la eliminación de los microorganismos patógenos y se debe realizar sobre superficies limpias, ya que los restos de materia orgánica, polvo, etc. impiden la correcta acción de los desinfectantes.

Se limpiarán y desinfectarán los silos, previa retirada del pienso y de los restos incrustados, aplicando un producto eficaz para el control de los hongos y de los ácaros, si es necesario.

El contenedor de cadáveres se debe limpiar y desinfectar tantas veces como sea necesario y, siempre después de que hayan sido recogidos los cadáveres por el gestor del servicio.

Es recomendable mantener limpio y ordenado el recinto de la explotación, sin basuras, chatarra o escombros y libre de malas hierbas.

#### **4.2.- DESINSECTACIÓN, DESRATIZACIÓN Y CONTROL DE ANIMALES DOMÉSTICOS**

Se debe evitar la acumulación de suciedad, los charcos de agua y los restos de alimentos eliminando las basuras correctamente.

Es necesario prestar especial atención a las grietas, desagües, estercoleros y fosas y tapar los agujeros que sirven de acceso o de escondrijo a los roedores.

En la zona de almacenamiento de los cadáveres y en sus alrededores se aplicarán periódicamente medidas de desinsectación y desratización.

Se aconseja distribuir los portacebos con los cebos raticidas por toda la explotación, protegidos de las inclemencias meteorológicas y evitando que puedan acceder los cerdos o cualquier otro animal que no sean los roedores.

Es conveniente colocar los portacebos en los lugares de paso de los roedores, cerca de los almacenes de alimentos, del contenedor de cadáveres, etc., pero siempre evitando cualquier posibilidad de accidentes.

Se recomienda aplicar las medidas para el control de los insectos durante todo el año pero muy especialmente los meses más cálidos, siempre siguiendo las indicaciones del fabricante.

No es deseable la presencia de animales domésticos en la zona limpia de la explotación. De la misma manera se debe evitar la presencia de cualquier otro tipo de animales (domésticos o salvajes).

Es conveniente comprobar, al menos visualmente, que las operaciones de limpieza, desinfección, desinsectación y desratización se han realizado adecuadamente.

**ANEXO 8**  
**PURÍN**

## **Anexo 8.- Purín**

1.- El purín .....	Pág. 1
1.1.- Introducción .....	Pág. 1
1.2.- Problemática de los purines .....	Pág. 2
1.3.- Producción de purín en la explotación .....	Pág. 4
2.- Fertilización de cultivos con purines de ganado porcino .....	Pág. 4
2.1.- Composición del purín .....	Pág. 5
2.2.- Cálculo del número de hectáreas receptoras del purín .....	Pág. 6
3.- Condiciones para la aplicación de las deyecciones líquidas (purines) .....	Pág. 7
4.- Utilización agrícola del purín.....	Pág. 7
5.- Resultado de ensayos de fertilización con purines.....	Pág. 8

## 1.- EL PURÍN

### 1.1.- INTRODUCCIÓN

El purín se define como la mezcla de los excrementos sólidos y líquidos del ganado, las aguas residuales y los restos de comida. La gestión tradicional de los purines consiste en su almacenamiento y vertido posterior a terrenos de cultivo para su fertilización. Sin embargo, cuando la cantidad de purines vertidos en una zona es elevada, se producen problemas de carácter medioambiental:

- Exceso de nutrientes (Nitratos, Fósforo y Potasio) en el suelo.
- Contaminación por nitratos de las aguas subterráneas en las zonas vulnerables.
- Existencia de un residuo voluminoso, en su mayor parte agua.

Dependiendo del tipo de explotación de la que provenga el purín, su composición va a ser distinta. En general, el purín procedente de los cebaderos es más concentrado en nutrientes que el correspondiente a las granjas de producción de lechones, situándose en una posición intermedia, las explotaciones de ciclo cerrado.

Además del tipo de explotación se han comprobado otros factores que afectan a la composición de los purines.

- Tipo y edad del animal.
- Tipo de alimentación.
- Composición nutritiva del pienso.
- Tipo de limpieza de los establos.
- Tipo de almacenamiento del purín.

En cuanto a la edad, se constatan importantes diferencias tanto en materia seca como en composición de nutrientes entre los purines procedentes de una nave de cebo y una de reproductores, destacando la alta concentración de metales pesados de aquellos procedentes de animales en crecimiento.

La alimentación seca puede suministrarse en forma de harina o gránulo. La harina presenta el problema de compactación en el comedero y además se pueden

producir pérdidas de alimento tanto en el suministro como a causa del comportamiento de los animales durante su consumo, aumentando de este modo el contenido en materia seca de los purines y su composición en nutrientes. Con la alimentación húmeda es necesario proporcionar más cantidad de agua por kg de alimento que con la seca. La alimentación húmeda va acompañada de una producción de purines mayor en volumen pero con menor cantidad de nitrógeno y fósforo al elevar la digestibilidad del alimento frente a la seca.

Habitualmente el sistema de limpieza de las naves se realiza con agua a presión. Trabajando con altas presiones y bajos caudales, se ahorra agua y tiempo de limpieza, pero además se reduce un importante volumen de agua, lo cual, implica una disminución de la concentración del purín de nutrientes. En relación al tipo de balsas lo ideal es que éstas sean cubiertas pero bien ventiladas. La principal ventaja es que no entra agua de lluvia, no alterando así ni la concentración ni el volumen del purín existente en la fosa.

Como conclusión a todo lo anterior, se puede decir que la mejor recomendación es realizar un análisis de comprobación de la composición del purín que se esté produciendo en la explotación. Unos valores medios orientativos, de los elementos nutritivos que suele presentar el purín son:

TIPO DE GRANJA	ELEMENTOS NUTRITIVOS (g/l)		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Cebadero	6,5	5,9	4
Producción de lechones	3,5	3,3	2
Ciclo cerrado	4	3,7	2,3

Como se puede apreciar, se cumple la tendencia general, mayor concentración de nutrientes en los cebaderos, menos en las granjas de producción de lechones e intermedia en el ciclo cerrado.

## 1.2.- PROBLEMÁTICA DE LOS PURINES

El purín es un líquido con una baja concentración de materia seca por m<sup>3</sup>, ni siquiera el 10%. Pero además el purín es un líquido que en exceso puede ser contaminante por lo que se requieren muchas hectáreas para su aplicación.

En la actualidad existen ya centros que recogen el purín para con una serie de tratamientos para obtener de ellos fertilizantes e incluso energía. Pero dado la

situación geográfica de esta explotación, se optará por el método tradicional, ya que los costes de transportes harían inviable la segunda opción.

Para un mejor manejo y aprovechamiento del purín, se pueden aplicar complejos bacterio-enzimáticos. Estos complejos absorben los olores molestos, digieren la materia orgánica en suspensión, siendo así el purín más fluido y homogéneo. Otra ventaja es que el poder abrasivo del purín disminuye, debido a que estas bacterias destruyen las sales del purín.

Además los purines pueden generar otro tipo de problemática, que se resume a continuación:

- Presencia de costras a solidificaciones que hacen necesaria la agitación para facilitar su extracción.
- Reducido efecto como abono líquido.
- Peligro de eliminación de sustancias nutritivas para las plantas.
- Posibles quemaduras en las plantas.
- Alto poder de contaminación debido al nitrógeno soluble.

Para evitar todos los inconvenientes citados anteriormente, se aconseja el tratamiento del purín con complejos bacterio-enzimáticos. Estos complejos entran en contacto con el purín, sus bacterias seleccionadas se multiplican rápidamente, depredando gérmenes patógenos. Para ello necesita grandes cantidades de nitrógeno amoniacal, absorbiendo así los olores molestos.

Las enzimas liberadas por las bacterias en este proceso, digieren la materia orgánica en suspensión, resultando un purín más fluido en el que ya no hay costra por un lado y líquido por otro, sino una masa fluida homogénea que circula mejor por los desagües, impidiendo obstrucciones. Eso sí, bien es cierto que la utilización del purín como fertilizante era un problema hace unos años, ya que los agricultores preferían ser más “prácticos” o “autosuficientes” y aportar su propio abonado químico, pero el panorama ha cambiado en los últimos años, ya que el alto precio de los abonos inorgánicos, ha conseguido que los agricultores se replanteen qué aportar al campo y sean algo más reacios a los abonos químicos y más receptivos al purín, estiércol, etc.

### 1.3.- PRODUCCIÓN DE PURIN EN LA EXPLOTACIÓN

Los purines producidos, serán utilizados como fertilizante orgánico para campos de cultivo. La aplicación de los mismos se realizará de forma adecuada a las necesidades de los campos, teniendo en cuenta tanto las necesidades edafológicas de los mismos así como las necesidades nutricionales de los cultivos.

Para realizar un correcto uso de los purines se deberá tener en cuenta la producción anual de nitrógeno, con el fin de poder realizar una distribución racional de los mismos.

Para el cálculo del purín producido, nos atendemos a lo impuesto por el Decreto 94/2009 y lo establecido en el Decreto 77/1997 de Código de Buenas Prácticas Agrícolas de Aragón. Según el Decreto 94/2009 los cálculos de la balsa de purines deben realizarse para una producción de 120 días, que multiplicado por 3 nos darán los m<sup>3</sup> anuales de purín.

En la explotación se generarán al año:

$$\begin{aligned}
 & 1.999 \text{ cerdos} \times 0,68 \text{ m}^3/\text{plaza en 120 días}= \\
 & 1.359,32 \text{ m}^3 \text{ purín en 120 días} \times 3 = \\
 & 4077,96 \text{ m}^3 \text{ purín/año}
 \end{aligned}$$

Los purines se extraerán cada dos meses aproximadamente de la balsa de purín y mediante una cuba de purín se verterán en los campos de cultivo.

Se escogerá días húmedos con poco viento, temperaturas moderadas y con poca insolación para el vertido de purines.

La explotación dispone de la superficie suficiente para poder distribuir el purín, por lo que realizando un uso racional y adecuado del estiércol se obtener un óptimo aprovechamiento de los mismos sin producir problemas en los campos de cultivo que afecten al rendimiento agrícola, así como tampoco generar problemas medioambientales.

### 2.- FERTILIZACIÓN DE CULTIVOS CON PURINES DE GANADO PORCINO

El uso como fertilizante orgánico en los cultivos de los purines producidos en la explotación implica dos importantes ventajas. Por un lado, solucionamos la gestión de un residuo generado en la explotación ganadera y por otro lado aplicamos una

cantidad importante de nutrientes naturales a las plantas, lo que supone un ahorro económico importante en abonos y fertilizantes empleados en la explotación agraria.

## 2.1.- COMPOSICIÓN DEL PURÍN

La realización práctica de un abonado correcto en parcela, va a necesitar de forma prioritaria del conocimiento de la composición del purín, y más concretamente de la concentración expresada en kilogramos por metro cúbico de los principales elementos fertilizantes: Nitrógeno (N); Fósforo ( $P_2O_5$ ) y Potasio ( $K_2O$ ).

Esta concentración es variable, dependiendo fundamentalmente de los siguientes factores:

- Tipo de explotación: Producción lechones; Cebaderos; Ciclos cerrados.
- Gestión del agua de bebida:
  - El tipo de bebedero en las secciones de precebo y cebo.
  - El caudal de los bebederos.
  - La presencia o no de fugas en la canalización.
- La dilución por aguas de lluvia.
- La composición de los piensos.

Como hemos señalado los factores en juego son múltiples, y el uso de piensos con distinta composición según las necesidades de los animales en sus distintas etapas de crecimiento, no nos permiten asignar una composición exacta del purín en la explotación sin realizar una analítica del mismo. Por ello sólo se puede hacer una estimación orientativa de su composición. Para una explotación de cebo, como es nuestro caso, rondaría los siguientes valores:

- 5 - 6,5 kg/m<sup>3</sup> de N.
- 5 - 5,9 kg/m<sup>3</sup> de  $P_2O_5$ .
- 3 - 4 kg/m<sup>3</sup> de  $K_2O$ .

Los compuestos nitrogenados en el purín se encuentran en forma inorgánica, urea y formas orgánicas (fecal). Las formas inorgánicas o amoniacales constituyen aproximadamente el 70 – 75 % del nitrógeno total, mientras que la orgánica supone el 25-30 % restante.

El fósforo está contenido en forma casi exclusivamente en las partes sólidas de las deyecciones de los animales. Está en forma orgánica y debe ser mineralizado previamente antes de su utilización por la planta.

El potasio se encuentra en forma de sales solubles que liberan fácilmente el nutriente, el cual es absorbido por las plantas.

El resto de elementos esenciales están en formas fácilmente asimilables.

## 2.2.- CÁLCULO DEL NÚMERO DE HECTÁREAS RECEPTORAS DEL PURÍN

A continuación se calcula la superficie agrícola receptora de los purines según el RD 94/2009 del 26 de Mayo, por el que se aprueba la revisión de las directrices sectoriales sobre actividades e instalaciones ganaderas.

- Producción anual de purín:

Calculado en el punto 1.3 hemos obtenido  $4.077,96 \text{ m}^3$  purín/año

- Producción de nitrógeno por año:

$1.999 \text{ plazas} \cdot 7,25 \text{ kg N/plaza y año} = 14.492,75 \text{ kg de N}$

- Número de hectáreas necesarias:

$\text{Nº ha necesarias} = 14.492,75 \text{ kg de N} / 210 \text{ kg N/ha} = 69,01 \text{ ha}$

(Siendo la cantidad máxima de purín aplicada en los campos de 210 kg de N/ha y año)

Así pues la producción anual de purín en la explotación es  $4.077,96 \text{ m}^3$ . Se utilizará como fertilizante agrícola en las tierras de cultivo del propietario de la explotación y la superficie agrícola necesaria para verter la cantidad señalada anteriormente será de 69,01 ha.

### **3.- CONDICIONES PARA LA APLICACIÓN DE LAS DEYECCIONES LÍQUIDAS (PURINES)**

Las condiciones para la aplicación de las deyecciones líquidas sin tratamiento previo producidas por la explotación ganadera en suelos agrícolas son las siguientes:

a) Se prohíbe la aplicación en suelos agrícolas de deyecciones líquidas:

- A menos de 2 metros del borde de la calzada de carreteras nacionales, autonómicas y locales.
- A menos de 100 metros de edificios, salvo granjas o almacenes agrícolas. Si se entierra antes de 12 horas, puede aplicarse hasta 50 metros de distancia.

Cuando el purín haya tenido un tratamiento desodorizante, puede aplicarse hasta 50 metros de distancia y enterrándolo antes de 24 horas. Todo ello siempre y cuando el estado del cultivo lo permita.

- A menos de 100 metros de captaciones de agua destinadas a consumo público.
- A menos de 10 metros de cauces de agua naturales, lechos de lagos y embalses.
- A menos de 100 metros de zonas de baño reconocidas.
- A menos del 50 % de las distancias permitidas entre granjas, siempre y cuando que el purín proceda de otras explotaciones ganaderas.

b) Condiciones temporales: después de la aplicación de deyecciones líquidas, en todo caso se procederá a su enterramiento en un periodo máximo de 24 horas, siempre y cuando el estado del cultivo lo permita.

### **4.- UTILIZACIÓN AGRICOLA DEL PURÍN**

La riqueza del purín en materia orgánica y en elementos 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 no solo la forma tradicional, natural y más correcta de degradación, sino también un gran ahorro de abonos químicos, que, aparte de su coste, comienzan a constituir un elemento de contaminación a considerar por su grave incidencia en determinados lugares.

La eficacia relativa de los componentes del purín, en virtud de su disponibilidad inmediata, varía en relación a los abonos químicos y presenta diversos factores limitantes en su uso. Es por este motivo que muchas veces será necesaria la realización de análisis que permitan un conocimiento más exacto de la composición y sus márgenes de variabilidad.

Por otra parte el suelo no es tampoco uniforme, al igual que no lo son las diferentes necesidades de los diferentes cultivos. Por lo que se realizará un reconocimiento correcto y conjunto de las características de los abonos, tierras y cultivos, es imprescindible para la correcta programación de los abonados de forma que garantice la máxima productividad agrícola y el máximo ahorro económico, compatibles con la protección de la salud y el medio ambiente y la conservación o mejora del potencial productivo de las tierras. Ni siquiera con un cálculo correcto del abonado, se garantiza suficiente la falta de efectos perjudiciales de todo tipo si no se cuida la correcta aplicación del purín.

Cuestiones como la protección de las aguas, evitando escorrentías y filtraciones, el control de los olores y contaminaciones atmosféricas o problemas de contaminación se evitarán con el conocimiento de las características, riesgos y formas de utilización correcta del purín. Se harán análisis periódicos del purín para conocer con exactitud sus componentes, para junto con el conocimiento de las extracciones de los cultivos que el promotor cultiva (cereal, alfalfa, girasol, etc.) hacer las aportaciones necesarias sin perjuicio de contaminación.

## 5.- RESULTADOS DE ENSAYOS DE FERTILIZACION CON PURINES

A continuación se adjuntan los resultados de unos ensayos realizados por el Servicio de Producción y Sanidad Animal del Gobierno de Aragón, de fertilización con purines de ganado porcino sobre cultivos de cebada en secano y maíz en regadío, en distintos municipios de la provincia de Huesca.

# INFORMACIONES TECNICAS

Dirección General de Alimentación y Fomento Agroalimentario

Núm.244 ■ Año 2013

Servicio de Recursos Ganaderos



**Fertilización con purín:  
Resultados agronómicos en doble cultivo anual de  
cebada-maíz y efecto residual en cebada (2006-2012)**



UNIÓN EUROPEA  
Fondo Europeo Agrícola  
de Desarrollo Rural. FEADER



Departamento de Agricultura,  
Ganadería y Medio Ambiente

## 1. Introducción

La fertilización con purín porcino en áreas productoras de esa especie es una práctica habitual, permite una sustitución total o parcial de la fertilización mineral y la gestión del purín producido. Recientemente se han publicado las Informaciones Técnicas nº 219 y nº 232 del Departamento de Agricultura del Gobierno de Aragón (Orús et al., 2010 y 2011), como recopilación de la fertilización con subproductos orgánicos, con un enfoque de gestión sostenible de los nutrientes en la agricultura y su justificación en relación a la normativa aragonesa.

En el área donde se localizó el ensayo, que se presenta en esta información, se puede establecer el doble cultivo anual de cereal, por las condiciones climáticas adecuadas y disponibilidad de agua para el riego. Este doble cultivo anual permite maximizar la aplicación de purín agronómicamente, dado que se fertiliza en tres ocasiones, coincidentes con los tres períodos: fondo y cobertura de cereal de invierno, y fondo en cereal de primavera. El aporte de purín en estos tres momentos como fertilizante sustituye al abono mineral, y además facilita una adecuada gestión del purín, a los ganaderos de porcino, que tendrían suficiente con una capacidad de almacenamiento para 4 meses (capacidad mínima según normativa; Orden 18 Mayo 2009).

El ensayo nos permitió, además de evaluar agronómicamente el purín como fertilizante en condiciones de cultivo intensivo, valorar también su efecto en el suelo a medio/largo plazo, y tras cesar la aplicación de purín, evaluar el efecto residual.

Es conocido que en el purín porcino un nutriente principal es el nitrógeno (N), y con la particularidad frente a otros orgánicos que se encuentra mayoritariamente en forma mineral (N amoniacal), y con disponibilidad prácticamente inmediata para el cultivo. Pero también contiene otros macronutrientes significativos como es el fósforo (P) y el potasio (K), además de magnesio (Mg), y micronutrientes (Cu, Zn...) esenciales para las plantas, que aparecen en el suelo tras su aplicación (Gräber et al., 2005; Berenguer et al., 2008). El purín porcino también contiene sales, presentando valores de conductividad eléctrica elevados con valor promedio de  $27 \pm 9$  dS/m (Yagüe et al., 2012; 126 muestras) que pueden incidir en las propiedades físico-químicas del suelo.

El sistema de laboreo tiene una importancia relevante en el manejo de la fertilización, en particular en orgánicos, cuando tras su aplicación no se produce una incorporación con la labor de enterrado, esto ocurre con aportes en siembra directa y cobertura, teniendo también influencia en la distribución estratificada de los nutrientes en el perfil del suelo.

Existen referencias bibliográficas (Irañeta et al., 2002; Daudén et al., 2004; Yagüe y Quílez, 2010; Cela et al., 2011) que evalúan el efecto residual del purín porcino tras 2-4 años aplicación reiterada en monocultivo. El efecto residual está muy influenciado por las características climáticas, edafológicas (textura, estructura, profundidad del suelo..) y sistema de manejo agrícola (laboreo, tipo de cultivo, método de aplicación del orgánico, sistema de riego...); por ello se deben realizar ensayos a medio-largo plazo, para conocer su efecto y considerarlo en los planes de fertilización.

El estudio realizado a medio-largo plazo de aportes de purín de forma continuada como fertilizante, permite conocer estrategias sostenibles. En esta información técnica se presentan los resultados de un ensayo agronómico que se inició en noviembre del 2006 hasta junio del 2012, de fertilización con purín porcino en 5 años consecutivos en doble cultivo de cereal (cebada-maíz) y la evaluación del efecto residual en la siguiente campaña de cebada. El sistema de laboreo ha sido en condiciones de mínimo laboreo en cebada y siembra directa en maíz (**foto 1**), cada vez más utilizados por los agricultores. Existen pocas referencias en la bibliografía que presenten ensayos de campo con más de 3 años de fertilización orgánica, valorando los efectos en rendimiento y sobre el suelo, por lo que este estudio confiere especial relevancia. Los resultados agronómicos de los 3 primeros años fueron publicados previamente en la Información Técnica nº 223 (Iguacél et al., 2010).



Foto 1: Detalle de maíz en siembra directa sobre rastrojo de cebada.

## 2. Objetivos

1. **Evaluar agronómicamente el purín como sustitutivo a la fertilización mineral en doble cultivo anual de cebada y maíz, durante 5 campañas consecutivas.** En condiciones de **mínimo laboreo para cebada, y en siembra directa para maíz.**
2. **Evaluar el efecto residual del purín tras 5 campañas con doble cultivo** en el rendimiento de **cebada.**
3. Estudio de la **evolución de nutrientes del suelo y metales pesados** tras 5 campañas de fertilización mineral y purín porcino.

## 3. Metodología del ensayo agronómico

### 3.1. Diseño experimental

El campo de ensayo está ubicado en Valfarta (Huesca), (polígono 2, parcela 30) limítrofe con Bujaraloz (Zaragoza), en dicha parcela no se habían aportado purín u orgánicos con anterioridad, y el cultivo precedente en años anteriores fueron cereales. La parcela se encuentra equipada con **riego por aspersión**, disponiendo de llaves en las líneas de aspersores que permiten la apertura y cierre independiente, para los diferentes tratamientos cuando se realiza la fertilización mineral con el riego. El ensayo esta descrito con mayor detalle en la información técnica citada nº 223 (Iguácel et al., 2010).

En el ensayo se **ha realizado durante 5 campañas consecutivas** en doble cultivo cebada-maíz, desde diciembre 2006 a diciembre 2011. Posteriormente, **y para poder evaluar el posible efecto residual del purín, en la campaña de cebada 2011/12, no se fertilizó con purín, sino que únicamente se aplicó fertilizante mineral en toda la parcela.**

El diseño experimental se ha realizado en bandas con **cinco tratamientos por bloque y tres repeticiones**. Un tratamiento sin aplicación fertilizante, control, otro exclusivamente con abonado mineral, que nos servirá de referencia, y en otros tres, diferentes estrategias de fertilización con purín porcino. En los tratamientos fertilizados con purín, no se ha considerado el contenido de nitrógeno orgánico de éste, para establecer la dosis de purín, sino que **se han aplicado las unidades fertilizantes de nitrógeno amoniacal en igual cantidad que el tratamiento mineral de referencia.** En la actualidad, en el momento de la aplicación de purín, los métodos rápidos disponibles solo permiten conocer el nitrógeno amoniacal, ver información técnica nº 195 (Yagüe et al., 2008) de métodos rápidos.

### 3.2. Descripción de los tratamientos

#### 3.2.1. Durante las 5 campañas consecutivas de doble cultivo (2006/2011)

Los cinco tratamientos realizados en el ensayo se detallan a continuación:

- **Tratamiento control (T0):** sin aplicación fertilizante ni en forma orgánica ni mineral.
- **Tratamiento mineral (TM):**

En la fertilización de la **cebada**, en las dos primeras campañas se aplicaron 104 kg N/ha y las campañas sucesivas 120 kg N/ha, (un tercio en fondo y dos tercios en cobertura).

En el **maíz**, en la primera campaña, se aplicaron 200 kg N/ha y en las restantes 240 kg N/ha (fraccionado en fondo y dos coberturas). Este tratamiento está ajustado a las necesidades de los cultivos en función de las producciones de la zona (5,5 t/ha en cebada y 12 t/ha en maíz).

La dosis de nitrógeno se incrementó después de las tres primeras cosechas, al comprobar con los resultados de las mismas que los aportes de nitrógeno estaban muy ajustados, y para contrarrestar el posible efecto de bloqueo de nitrógeno (incorporación de los restos de cosecha, paja de cereal picada y cañote de maíz).

La fertilización fósforo-potásica fue en cebada 48 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha y 32 kg K<sub>2</sub>O/ha (400 kg de 4-12-8) y en maíz fue 60 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha y 40 kg K<sub>2</sub>O/ha (500 kg de 4-12-8), la aplicación está en el límite de las extracciones PK de la cebada y por debajo de las extracciones PK del maíz, pero el contenido de estos nutrientes en el suelo (0-30 cm) es medio-alto, 34 mg P/kg suelo (Olsen) y 340 mg K/kg suelo (Acetato amónico) (López-Ritas, 1978), por lo que no habrá deficiencia de estos nutrientes para el cultivo.

- **Tratamiento purín fondo (P100):** en este tratamiento, la totalidad de nitrógeno se ha aplicado en fondo en forma amoniacal con purín, en ambos cultivos cebada y maíz, en igual cantidad de nitrógeno que el total aplicado en el TM. Excepto en la última campaña de maíz (2011), que se aportó el 100% de las necesidades de nitrógeno (240 kg N/ha) en fondo, más un 43% (104 kg N/ha) sobreañadido, en una cobertura con fertilizante mineral.

- **Tratamiento purín cobertura 1 (PCob1):**

En **la cebada** se ha fertilizado solo con purín, en fondo y cobertura, durante los cinco años, repartido en **un tercio en fondo y dos tercios en cobertura** de las cantidades de nitrógeno en forma amoniacal del purín.

En la fertilización del **maíz**, la cobertura sólo es posible realizarla con abonado mineral, y al objeto de optimizar la aplicación en fondo de purín, se han planteado diversas estrategias, referido en porcentaje de nitrógeno en base a la dosis del tratamiento mineral correspondiente de cada año: en el 2007, en fondo el 66% y 33% en la segunda cobertura de maíz, en el año 2008, el 100% en fondo más un 25% sobreañadido en la segunda cobertura, en el año 2009, el 50% en fondo y 50% en cobertura (30% -1<sup>a</sup> cobertura y 20% -2<sup>a</sup> cobertura), en los dos últimos años 2010 y 2011, el 65% en fondo y 35% en segunda cobertura.

- **Tratamiento purín cobertura 2 (PCob2):**

En la fertilización de **la cebada con purín se ha aplicado mitad en fondo y mitad en cobertura**, en igual cantidad de N amoniacal del purín al total de nitrógeno aplicado en el tratamiento mineral.

En la fertilización del **maíz**, las aplicaciones han sido, en fondo con purín y las coberturas con nitrógeno mineral. Como en el tratamiento anterior, siempre referido en porcentaje, al nitrógeno aplicado en el tratamiento mineral correspondiente a cada año: en el año 2007, 15% en fondo con 50% y 35% en las coberturas, en el año 2008, 66% aplicado en fondo y 33% con la segunda cobertura, en el año 2009 en fondo 75% y 25% en la segunda cobertura, en los dos últimos años, 2010 y 2011 en fondo 80% y 20% en la segunda cobertura.

Los aportes de P y K cuando se aplica purín con el criterio de N, cubren las necesidades del cultivo de estos nutrientes.

Se exponen en las **Tablas 1 y 2** para cada tratamiento, cultivo y año de ensayo las dosis de nitrógeno aplicadas y su porcentaje respecto al tratamiento mineral.

**Tabla 1. Fertilización nitrogenada en cebada en el tratamiento mineral (TM), y en los tratamientos de purín (PCob1, PCob2 y P100) expresada en porcentaje sobre TM, en las 5 campañas consecutivas (2006/07 a 2010/11) y en la campaña (2011/12) para evaluar el efecto residual en cebada.**

Cebada	Tratamientos								T0	
	TM	PCob1		PCob2		P100				
	Mineral Fondo y Cobertura	Purín <sup>(*)</sup> Fondo	Purín <sup>(*)</sup> Cobertura	Purín <sup>(*)</sup> Fondo	Purín <sup>(*)</sup> Cobertura	Purín <sup>(*)</sup> Fondo	Cobertura			
2006/07	104 kg N/ha	33%	66%	50%	50%	100%	0%	0%		
2007/08	104 kg N/ha	33%	66%	50%	50%	100%	0%	0%		
2008/09	120 kg N/ha	33%	66%	50%	50%	100%	0%	0%		
2009/10	120 kg N/ha	33%	66%	50%	50%	100%	0%	0%		
2010/11	120 kg N/ha	33%	66%	50%	50%	100%	0%	0%		
2011/12	Mineral 90 kg N/ha									

<sup>(\*)</sup> Porcentaje de nitrógeno en forma amoniacal aplicado con purín.

**Tabla 2. Fertilización nitrogenada en maíz en el tratamiento mineral (TM), y en los tratamientos de purín (PCob1, PCob2 y P100) expresada en porcentaje sobre TM en las 5 campañas consecutivas (2006/07 a 2010/11).**

Maíz	Tratamientos								T0	
	TM	PCob1		PCob2		P100				
		Mineral Fondo y Cobertura	Purín(*) Fondo	Mineral Cobertura	Purín(*) Fondo	Mineral Cobertura	Purín(*) Fondo	Mineral Cobertura		
2007	200 kg N/ha	66%	33%	15%	85%	100%	0%	0%		
2008	240 kg N/ha	100%	25%	66%	33%	100%	0%	0%		
2009	240 kg N/ha	50%	50%	75%	25%	100%	0%	0%		
2010	240 kg N/ha	65%	35%	80%	20%	100%	0%	0%		
2011	240 kg N/ha	65%	35%	80%	20%	100%	43%	0%		

(\*) Porcentaje de nitrógeno en forma amoniacal aplicado con purín.

### 3.2.2. Durante la campaña de evaluación del efecto residual en cebada (2011/2012)

Para evaluar el posible efecto residual de los tratamientos fertilizados con purín porcino en los años anteriores, **se fertilizó el cultivo de cebada únicamente con abonado mineral en todos los tratamientos, incluido el control.**

La dosis de fertilizante mineral que se aplicó en toda la parcela fue de 90 kg N/ha (en fondo 20 kg N/ha con un abono triple 4-12-8, y 70 kg N/ha en cobertura, en forma de N26), **aproximadamente un 75% de las necesidades estimadas del cultivo (120 kg N/ha)**. Esta cantidad de fertilizante siendo inferior a las necesidades de la cebada, permitiría detectar el posible efecto residual de los tratamientos con purín aplicado durante los 5 años anteriores en doble cultivo (*Tabla 1*).

### 3.3. Muestreos y análisis

- Purín.** El purín se ha aplicado mediante el método de abanico. En los tratamientos de fertilización con purín se han aplicado, la misma cantidad de nitrógeno en forma amoniacal, que en el tratamiento mineral. Para conocer el nitrógeno amoniacal del purín, **se ha analizado "in situ" antes de cada aplicación con métodos rápidos**. En las primeras aplicaciones se analizaba con el método Quantofix® y por conductimetría, y también se enviaban muestras de purín al laboratorio para su análisis completo. Al observar que los resultados no mostraban diferencias relevantes, entre el contenido amoniacal analizado con los métodos rápidos y en laboratorio, en el resto de aplicaciones de purín se analizó únicamente por conductimetría.

**Se realizaron en los 5 años de ensayo 15 aplicaciones de purín, con un valor medio de N amoniacal de 4,7 kg/m<sup>3</sup> determinado mediante métodos rápidos**, con un rango de entre 3,2 y 5,7 kg/m<sup>3</sup> de nitrógeno en forma amoniacal. Estas variaciones en la concentración de nitrógeno amoniacal observadas con el purín utilizado, confirman la necesidad de utilizar métodos rápidos, para hacer un buen ajuste de la dosis.

- Suelo.** Se realizó un muestreo de caracterización físico-química del suelo: pH, conductividad eléctrica, materia orgánica, textura, N, P, K, carbonatos y caliza activa, de la capa superficial del suelo (0-0,30 m) al comenzar el ensayo en el año 2006.

Tras 3 campañas consecutivas de doble cultivo anual, se realizó la analítica de fertilidad físico-química del suelo y metales pesados (Cu y Zn): 30/11/2009; 26/11/2010 y 05/12/2011 (*foto 2*); en todos los tratamientos, para observar la evolución del suelo con fertilización mineral, purín y control.



*Foto 2: Detalle de suelo tras cinco campañas en doble cultivo de cereal.*

### 3.4. Prácticas agronómicas y cultivo

Se implantaron variedades de cebada precoces para no retrasar en exceso la siembra de maíz, las variedades han sido de ciclo 450-500. Las variedades fueron para cada campaña y cultivo las siguientes:

- Campaña 2006/07: Cebada variedad Unica y maíz variedad PR34N44.
- Campaña 2007/08: Cebada variedad Dobla y maíz variedad PR36B09.
- Campaña 2008/09: Cebada variedad Dobla y maíz variedad PR35B69.
- Campaña 2009/10: Cebada variedad Sakira y maíz variedad Archipel.
- Campaña 2010/11: Cebada variedad Pewter y maíz variedad PR35A56.
- Campaña efecto residual 2011/12: Cebada variedad Cometa.

La producción de cebada y maíz se ha obtenido mediante cosechadora de ensayos, la superficie cosechada en cada repetición fue 54 m<sup>2</sup> (36 x 1,5 m), con tres repeticiones por tratamiento. Se procedió a la medida de la humedad en grano con un medidor de campo (*foto 3*), para expresar la producción de cebada al 12% y maíz al 14% de humedad.

Las prácticas de **agricultura de conservación** han sido, en cebada tras maíz, **mínimo laboreo** de chisel y tren de siembra con rotovator, y para el cultivo de maíz, **siembra directa** sobre el rastrojo de cebada. Tras la cosecha de la cebada se picaba la paja y tras la cosecha del maíz se picaba e incorporaba superficialmente el cañote de maíz. El control de plagas y malas hierbas fueron las habituales de la zona.

**Las aplicaciones de purín se realizaron en el cultivo de la cebada en fondo y en cobertura (*foto 4*), antes del encañado de ésta, y sobre el maíz recién sembrado. Inmediatamente después de cada aplicación de purín se ha aplicado un riego ligero por aspersión, entre 10 y 15 litros por metro cuadrado**, con la finalidad de infiltrar la fracción líquida del purín y con ella el nitrógeno amoniacal, minimizando así las posibles pérdidas de N en forma de amoníaco en el momento de la aplicación. Este riego ligero se contabiliza como parte de las necesidades para la nascencia de la semilla de maíz y el desarrollo del cultivo de cebada.

En la página siguiente se muestra el calendario de cada cultivo indicando las fechas de siembra, cosecha y aplicación de purín, en los cinco años de ensayo de doble cultivo y en la campaña de cebada para evaluar el efecto residual.



Foto 3: Medidor portátil de humedad de grano.



Foto 4: Aplicación del purín en cobertura en cereal de invierno.

Agenda			Fecha
Efecto agronómico: 5 campañas consecutivas	Cebada 2006/07	Aplicación purín de fondo .....	28-11-06
		Siembra .....	29-11-06
		Aplicación purín en cobertura .....	02-03-07
		Cosecha .....	05-06-07
	Maíz 2007	Siembra .....	06-06-07
		Aplicación de purín en fondo .....	08-06-07
		Cosecha .....	27-11-07
	Cebada 2007/08	Aplicación purín de fondo .....	07-12-07
		Siembra .....	10-12-07
		Aplicación purín en cobertura .....	14-03-08
		Cosecha .....	16-06-08
	Maíz 2008	Siembra .....	18-06-08
		Aplicación de purín en fondo .....	20-06-08
		Cosecha .....	17-12-08
	Cebada 2008/09	Aplicación purín de fondo .....	17-12-08
		Siembra .....	19-12-08
		Aplicación purín en cobertura .....	21-03-09
		Cosecha .....	17-06-09
	Maíz 2009	Siembra .....	17-06-09
		Aplicación de purín en fondo .....	19-06-09
		Cosecha .....	30-11-09
	Cebada 2009/10	Aplicación purín de fondo .....	05-12-09
		Siembra .....	05-12-09
		Aplicación purín en cobertura .....	03-02-10
		Cosecha .....	16-06-10
	Maíz 2010	Siembra .....	18-06-10
		Aplicación de purín en fondo .....	19-06-10
		Cosecha .....	29-11-10
	Cebada 2010/11	Aplicación purín de fondo .....	01-12-10
		Siembra .....	15-12-10
		Aplicación purín en cobertura .....	11-03-11
		Cosecha .....	14-06-11
	Maíz 2011	Siembra .....	15-06-11
		Aplicación de purín en fondo .....	16-06-11
		Cosecha .....	05-12-11
Efecto residual	Cebada 2011/12	Aplicación mineral de fondo .....	09-12-11
		Siembra .....	09-12-11
		Aplicación mineral en cobertura .....	20-02-12
		Cosecha .....	14-06-12

## 4. Resultados agronómicos

### 4.1. Efecto agronómico de la fertilización en doble cultivo en 5 campañas consecutivas

El rendimiento de las cinco campañas de **cebada**, muestra que en los dos tratamientos que se combina la aplicación de purín en **fondo y cobertura (PCob1 y PCob2)**, (*Tabla 3*), se **alcanzan las producciones obtenidas en el tratamiento mineral (TM)**, en cambio en la aplicación de todas las necesidades de nitrógeno en forma de **purín en fondo (P100)**, la **producción es inferior**, en el promedio de los cinco años un 89% de la producción del TM. La aplicación fraccionada de purín resultó la más eficiente incluso supera ligeramente en promedio de los 5 años la producción el TM en un 4 y 8%. A efectos prácticos el fraccionamiento, 50% en fondo y 50% en cobertura es el más sencillo de realizar el campo, siempre la misma velocidad, además presenta un ligero incremento respecto a PCob1 aunque no fue relevante.

**La eficiencia del N amoniacal con el fraccionamiento del purín en cereal fue similar** al nitrógeno aportado con la **fertilización mineral** en el TM.

*Tabla 3. Valores de rendimiento de cosecha (kg/ha), del cultivo de cebada en cada año de ensayo, (12% humedad) y tratamiento.*

Cebada	Tratamientos				
	TM	PCob1	PCob2	P100	T0
2006/07	5.018	5.867	5.619	4.488	5.351
2007/08	4.861	4.881	4.736	3.983	1.918
2008/09	6.888	6.614	7.330	5.851	2.004
2009/10	6.557	7.118	7.417	6.013	1.039
2010/11	6.025	6.062	6.456	5.660	692
Total 5 campañas	29.349	30.542	31.558	25.995	11.004
Media de 5 campañas	5.870	6.108	6.312	5.199	2.201
Relación (*) Ti/T0	2,67	2,78	2,87	2,36	1,00
Relación (*) Ti/TM	1,00	1,04	1,08	0,89	0,37

(\*) Ti: cada uno de los cinco tratamientos.

**En el rendimiento del maíz**, en las tres primeras campañas en los tratamientos PCob1 y PCob2, variaron con la finalidad de maximizar la aplicación de purín en fondo, y para alcanzar el rendimiento del tratamiento mineral, se hizo necesaria una cobertura mineral en maíz, entre 20 y 35% de las necesidades de nitrógeno. En los últimos años, 2010 y 2011, se valoraron en los tratamientos entre PCob1 y PCob2, aportando estas coberturas minerales (**Tabla 4**), sin diferencias significativas en rendimiento entre ellos; aunque ligeramente inferior rendimiento que el TM, como media la producción respecto al TM en los últimos dos años fue 88% en PCob1 y 90% en PCob2. En el tratamiento P100 se observa que en general (con la excepción en el año 2009) **la aplicación única en fondo, refleja que el nitrógeno no queda disponible para el cultivo**, ya que no se alcanza el valor de rendimiento del TM (**Tabla 4**). En el año 2011, se aplicó en el tratamiento P100; el 100% de las necesidades (equivalentes a TM) en fondo y además en la primera cobertura, aportando un 43% más de las necesidades con abono mineral, el resultado es que incluso supera ligeramente al rendimiento en TM (**Tabla 4**).

Estos resultados confirman que no puede sustituirse totalmente la fertilización mineral en maíz, y se precisa de cobertura mineral dado que los aportes elevados de N en fondo sufren presumiblemente pérdidas por lavado (riego-lluvias); en esta práctica, que es realizada por algunos agricultores, el principal problema es que para alcanzar esta producción el aporte de N es excesivo, un 143% de las necesidades del cultivo, no siendo viable económicamente ni sostenible medioambientalmente.

*Tabla 4. Valores de rendimiento de cosecha (kg/ha) del cultivo de maíz en cada año de ensayo (14% humedad) y tratamiento.*

Maíz	Tratamientos				
	TM	PCob1	PCob2	P100	T0
2007	11.774	9.192	11.876	7.629	4.838
2008	11.251	11.459	11.964	10.682	4.061
2009	12.576	13.621	12.100	12.105	3.848
2010	12.231	10.787	10.834	9.189	2.656
2011	13.732	11.981	12.519	14.248	3.813

Recordar que para poder realizar una **aplicación eficiente del nitrógeno del purín**, es preciso ajustar las dosis a las necesidades del cultivo. Por tal motivo, es preciso conocer la concentración de N del mismo, y este valor puede ser variable a lo largo del año en una misma granja (estacionalidad, edad de los animales, alimentación, manejo del agua, tiempo almacenamiento en fosa...). La **utilización de métodos rápidos "in situ"** resulta ser una herramienta rápida y fiable, para uso rutinario en la fertilización con purín, como se observó en el ensayo.

#### 4.2. Efecto residual de la fertilización con purín en cebada tras 5 campañas consecutivas en doble cultivo

En este último año de ensayo 2011/12, el objetivo fue detectar el posible efecto residual del purín aplicado durante los 5 años anteriores, **para ello se aplicó una dosis de mineral inferior a las necesidades estimadas de N para el cereal (75%)**. Los resultados en rendimiento al 12% humedad (**Tabla 5**), detectaron diferencias entre tratamiento control (T0) con los tratamientos fertilizados (excepto el PCob1, no se puede explicar ya que el total de N aplicado fue igual que el resto de tratamientos).

**Tabla 5. Valores de rendimiento de cebada (kg/ha, 12% humedad) en la campaña de evaluación del efecto residual con aporte de fertilización mineral 90 kg N/ha.**

	Tratamientos				
	TM	PCob1	PCob2	P100	T0
Cebada 2011/12	90 kg N/ha				
Rendimiento (kg/ha)	6.216	5.526	5.954	5.853	5.316
Relación <sup>(*)</sup> Ti/T0	1,17	1,04	1,12	1,10	1,00
Relación <sup>(*)</sup> Ti/TM	1,00	0,89	0,96	0,94	0,86

(\*) Ti: cada uno de los cinco tratamientos.

Los resultados de rendimiento no mostraron diferencias significativas entre los tratamientos de purín, PCob2 y P100 respecto al tratamiento mineral TM, por lo tanto no se detectó un efecto residual asociado al purín en rendimiento. Pero sí se detectó un efecto residual en los tratamientos fertilizados durante los 5 años anteriores, se obtuvo un mayor rendimiento de cebada en estos independientemente que su fertilización fuera mineral u orgánica, entre 10-17% más de rendimiento (excepto PCob1), respecto al tratamiento control T0 (**Tabla 5**).

## 5. Evolución de nutrientes y metales pesados en el suelo

### 5.1. Muestreos de inicio (2006) y final (2011), en la capa superficial de suelo

El suelo presenta una textura (USDA) franco-arcillo-limosa (28,7% arena, 41,8% limo y 29,5% arcilla) en su análisis inicial (2006), es moderadamente básico, con una conductividad eléctrica (CE) que no indica problemas de salinidad, con un contenido medio de materia orgánica (**Tabla 6**), y su contenido de carbonatos totales fueron 34,2% (caliza activa 11,1%).

**Tabla 6. Análisis inicial (2006) y final (2011) del suelo en la capa superficial (0-0,30 m).**

Parámetro	Inicial 2006	Final 2011				
		TM	PCob1	PCob2	P100	T0
pH en agua (1:2,5) <sup>(*)</sup>	8,2	8,5	8,4	8,5	8,5	8,4
Conductividad eléctrica (1:5; dS/m) <sup>(**)</sup>	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Materia orgánica (%)	2,5	2,7	2,7	2,8	2,4	2,6
Nitrógeno mineral (mg N-NO <sub>3</sub> /kg)	13,6	17,0	21,3	13,0	18,0	4,3
Fósforo (Olsen, mg P/kg)	34,2	33,7	34,5	39,7	44,7	38,3
Potasio (Ext. Ac. Am, mg K/kg)	340	339	530	516	543	389
Magnesio (meq/100g suelo)	4,3	4,4	5,6	5,4	5,1	5,7

(\*) pH en agua 1:2,5 (suelo:agua destilada).

(\*\*) Conductividad eléctrica en agua 1:5 (suelo:agua destilada).

Las variaciones en los parámetros del suelo evaluado en la **capa superficial** al inicio del ensayo y al final, tras los 5 años de fertilización continuada en cada tratamiento, se observa que el pH y la CE no se alteraron **por el aporte de purín, no hubo salinización** (**Tabla 6**), en cuanto a la materia orgánica se observa un ligero incremento (excepto en P100), atribuido principalmente al sistema de laboreo y no al tipo de fertilización con purín ya que también se observa en el tratamiento mineral, TM y T0.

En cuanto a los macronutrientes NPK (**Tabla 6**), el **fósforo no presento una variación relevante al final del ensayo respecto del inicio**, tampoco asociado al purín, sí se detecta en el tratamiento P100 tiene un ligero incremento respecto al resto de tratamientos y al valor inicial; en cambio, en el **potasio sí se detecta un incremento en los tratamientos en los que han recibido purín** respecto del T0 y TM; el **nitrógeno mineral** inicial fue de 13,6 mg N-NO<sub>3</sub>/kg suelo y en los **tratamientos fertilizados se incremento ligeramente** hasta el 21,3 mg N-NO<sub>3</sub>/kg suelo, el control disminuyó notablemente respecto al valor inicial (4,3 mg N-NO<sub>3</sub>/kg suelo), mostrando deficiencia en este nutriente el cultivo.

## 5.2. Efecto de los distintos tratamientos de fertilización tras 5 campañas consecutivas en los principales parámetros del suelo a diferentes profundidades

Las **Tablas 7, 8 y 9** recogen los distintos parámetros del suelo, en las dos profundidades, tras 3, 4 y 5 campañas de doble cultivo respectivamente. En los resultados de los parámetros se observa, en las tres tablas hay un efecto del sistema de laboreo y fertilización en la distribución de nutrientes como nitrógeno mineral, fósforo y potasio, también en la materia orgánica; estos presentan mayor contenido en la capa superficial, 0-30 cm respecto a la capa inferior, 30-60 cm. El sistema de mínimo laboreo y siembra directa se caracterizan por no ser superior la profundidad de trabajo de 25-30 cm, lo que influye en la estratificación de nutrientes en el perfil del suelo.

**Tabla 7. Contenido de nutrientes y metales pesados de los diferentes tratamientos tras 3 campañas consecutivas de doble cultivo en el muestreo de suelo realizado el 30 de noviembre del 2009.**

Tratamiento	Prof. (cm)	pH (*) 1:2,5	CE dS/m	MO %	P mg/kg	K mg/kg	Mg meq/100g	Cu mg/kg	Zn mg/kg
TM	0-30	8,5	0,2	2,8 b	40,5 ab	477	5,0	1,0	2,6 b
PCob1	0-30	8,6	0,2	2,7 b	35,0 b	692	5,7	1,2	3,2 ab
P100	0-30	8,5	0,2	3,3 a	57,6 a	878	5,4	1,3	3,7 a
T0	0-30	8,4	0,2	2,6 b	47,8 ab	472	5,5	1,2	3,0 ab
Significación (**)		NS	NS	S	S	S	NS	NS	S
TM	30-60	8,5	0,2	1,4 b	9,1 b	231 c	7,0	0,9	1,3 b
PCob1	30-60	8,8	0,2	1,6 ab	7,7 b	367 ab	7,4	1,0	1,4 b
P100	30-60	8,6	0,2	2,0 a	23,3 a	481 a	6,9	0,9	2,8 a
T0	30-60	8,6	0,2	1,8 ab	11,7 ab	362 b	6,7	1,0	Sd(***)
Significación (**)		NS	NS	S	S	S	NS	NS	S

(\*) pH, en agua 1/2,5 (suelo/agua destilada); CE: conductividad eléctrica en extracto de agua 1/5 (suelo/agua destilada). MO: materia orgánica; P: fósforo (Olsen); K: potasio (Acetato amónico); Mg: magnesio; Cu: cobre (EDTA); Zn: Zinc (EDTA).

(\*\*) NS: no significativo  $p>0,05$ ; S: Significativo  $p<0,05$ . Letras diferentes en columna significan diferencias entre tratamientos  $p<0,05$ .

(\*\*\*) Sd: Sin dato.

**Tabla 8. Contenido de nutrientes y metales pesados de los diferentes tratamientos tras 4 campañas consecutivas de doble cultivo en el muestreo de suelo realizado el 26 de noviembre del 2010.**

Tratamiento	Prof (cm)	pH (*) 1:2,5	CE dS/m	MO %	P mg/kg	K mg/kg	N-NO <sub>3</sub> mg/kg	Mg meq/100g	Cu mg/kg	Zn mg/kg
TM	0-30	8,4	0,2	2,6	21,0 b	342	16,3 a	4,0	0,7 b	Sd(***)
PCob1	0-30	8,3	0,2	2,9	41,7 a	583	16,0 a	4,1	1,1 a	Sd
P100	0-30	8,4	0,2	2,7	44,7 a	520	15,3 a	4,5	0,9 ab	Sd
T0	0-30	8,3	0,2	2,9	47,7 a	444	6,3 b	4,2	0,9 ab	Sd
Significación (**)		NS	NS	NS	S	S	S	NS	S	
TM	30-60	8,5	0,2	1,6	6,7 b	165	10,3 a	4,6	0,7	Sd
PCob1	30-60	8,5	0,2	1,8	10,0 ab	255	5,3 ab	4,8	0,6	Sd
P100	30-60	8,5	0,2	1,5	9,3 ab	229	4,7 b	5,3	0,6	Sd
T0	30-60	8,5	0,2	1,8	13,7 a	259	3,7 b	5,6	0,8	Sd
Significación (**)		NS	NS	NS	S	NS	S	NS	NS	

(\*) pH, en agua 1/2,5 (suelo/agua destilada); CE: conductividad eléctrica en extracto de agua 1/5 (suelo/agua destilada). MO: materia orgánica; P: fósforo (Olsen); K: potasio (Acetato amónico); N-NO<sub>3</sub>: nitrógeno en forma de nitrato, Mg: magnesio; Cu: cobre (EDTA); Zn: Zinc (EDTA).

(\*\*) NS: no significativo  $p>0,05$ ; S: Significativo  $p<0,05$ . Letras diferentes en columna diferencias significan entre tratamientos  $p<0,05$ .

(\*\*\*) Sd: Sin dato.

**Tabla 9. Contenido de nutrientes y metales pesados de los diferentes tratamientos tras 5 campañas consecutivas de doble cultivo en el muestreo de suelo realizado el 5 de diciembre del 2011.**

Tratamiento	Prof (cm)	pH <sup>(*)</sup> (1:2,5)	CE (dS/m)	MO (%)	P mg/kg	K mg/kg	N-NO <sub>3</sub> mg/kg	Mg meq/100g	Cu mg/kg	Zn mg/kg
TM	0-30	8,5	0,2	2,7	33,7	339 b	17,0 ab	4,4	0,9 b	1,0 a
PCob1	0-30	8,4	0,2	2,7	34,3	530 c	21,3 a	5,6	1,2 a	3,0 c
PCob2	0-30	8,5	0,2	2,8	39,7	516 c	13,0 b	5,4	1,3 a	3,2 c
P100	0-30	8,5	0,2	2,4	44,7	543 c	18,0 ab	5,1	1,1 a	3,2 c
T0	0-30	8,4	0,2	2,6	38,3	389 b	4,3 c	5,7	1,1 a	1,7 b
Significación(**)		NS	NS	NS	NS	S	S	NS	S	S
TM	30-60	8,6	0,2	1,5	14,7	136 c	9,7 a	5,6	0,9	0,4 b
PCob1	30-60	8,5	0,2	1,9	17,3	327 a	7,7 a	6,7	1,0	1,8 a
PCob2	30-60	8,5	0,2	1,7	17,3	298 ab	7,0 ab	6,6	1,1	1,5 a
P100	30-60	8,4	0,2	1,7	14,7	217 bc	9,3 a	6,7	0,9	1,7 a
T0	30-60	8,6	0,2	2,0	23,0	298 ab	2,7 b	6,8	1,0	1,2 a
Significación(**)		NS	NS	NS	NS	S	S	NS	NS	S

<sup>(\*)</sup> pH, en agua 1/2,5 (suelo/agua destilada); CE: conductividad eléctrica en extracto de agua 1/5 (suelo/agua destilada). MO: materia orgánica; P: fósforo (Olsen); K: potasio (Acetato amónico); N-NO<sub>3</sub>: nitrógeno en forma de nitrato, Mg: magnesio; Cu: cobre (EDTA); Zn: Zinc (EDTA).

(\*\*) NS: no significativo p>0,05; S: Significativo p<0,05. Letras diferentes en columna diferencias significan entre tratamientos p<0,05.

El efecto de los diferentes tratamientos para cada parámetro en cada profundidad de suelo (**foto 5**), se puede resumir de forma general:

**En la profundidad 0-30 cm:**

- **pH**, no hay diferencias entre tratamientos, no hay efecto de la fertilización mineral u orgánica.
- **La conductividad eléctrica (CE)**, no se incrementa con el aporte de purín al suelo, por lo que no hay un efecto de salinización del suelo, siempre que se apliquen dosis agronómicas.
- **La materia orgánica (MO)** se incrementa ligeramente respecto al inicial, muy posiblemente por el sistema del laboreo, mínimo laboreo, y no por la materia orgánica que aporta el purín, ya que las diferencias entre el control (T0) y P100 son pequeñas.
- **Fósforo (P)**, no hay diferencia en general con el control, T0 y los tratamientos de purín; aunque aparezcan muestreos en los que el TM es ligeramente inferior a los tratamientos con purines y también respecto al control, podría asociarse a las extracciones del cultivo y aportes fueron inferiores a las necesidades del cultivo en el TM, pero el contenido de P sigue manteniéndose en valores medio-altos, con valores similares al valor inicial. Destacar el valor del tratamiento P100 en el último muestreo, este tratamiento es donde la aplicación de purín fue máxima, se detecta un incremento de P, por lo que este tratamiento no es recomendable.
- **Potasio (K)**, en los tratamientos con purines se observa una acumulación de K, respecto al TM. En el caso del control no hay diferencias con los tratamientos que han recibido purín, en el año 2010, pero si en los otros años. El similar contenido de K en TM y T0, nos podría indicar que las extracciones de K son elevadas por las producciones altas en TM y su aporte con K mineral es inferior a las necesidades, pero la concentración de este elemento en el suelo aún se encuentra en niveles medios altos, por lo que se aconsejaría mantenerla o ligero descenso en la fertilización potásica y fosfatada.



*Foto 5: Detalle del muestreo en la capa superficial del suelo.*

- **N-mineral (N-NO<sub>3</sub>)**, en general en el control es menor respecto al resto de tratamientos, no se observa una acumulación importante dado que se ha ajustado la dosis a las necesidades en todos los tratamientos.
- **Magnesio (Mg)**, no hay diferencias entre tratamientos incluido el control, la fertilización no afecto a la concentración de este nutriente en el suelo.
- **Cobre (Cu)**, no se detectan diferencias entre los tratamientos que han recibido purín y el tratamiento control, en dos años el TM es inferior a los que han recibido purín, pero destacar que en el último muestreo 2011 hay diferencias entre el control y TM, los tratamientos de purín presentan valores similares al control.
- **Zinc (Zn)**, se observa que los tratamientos TM y T0 cuantitativamente difieren poco de los tratamientos con purín, en el primer muestreo de suelo y la concentración de Zn desciende en estos tratamientos el muestreo final, asociado a las extracciones del cultivo, en cambio los tratamientos con purín PCob1 y P100 mantuvieron la concentración de Zn en ambos muestreos en esta capa superficial, indicando que los aportes de Zn fueron similares a las extracciones del cultivo.

#### En la profundidad 30-60 cm:

- **pH, CE y Mg**, no hubo diferencias entre tratamientos y los valores son similares a la capa superficial.
- **MO** presento valores inferiores respecto a la capa superficial, sin diferencias entre los tratamientos fertilizados y control.
- **Macronutrientes NPK**, en todos descendieron las concentraciones respecto a la capa superficial.
  - **P**, los tratamientos con purín no fueron diferentes respecto al T0 o TM en el último muestreo, por lo que no hubo una acumulación del nutriente asociada a la aplicación del purín.
  - **K**, los tratamientos con purín no fueron diferentes al T0, destacar el notable y significativo descenso del potasio en el tratamiento mineral, TM, en esta profundidad en el último muestreo.
  - **N-NO<sub>3</sub>**, se detecta un importante descenso del contenido de N mineral en el tratamiento control, dado a que no hubo aportación de fertilizante. En los tratamientos fertilizados con purín o mineral no hubo diferencias en el contenido de N mineral, con valores entre 7,0 y 9,7 mg N-NO<sub>3</sub>/kg suelo.

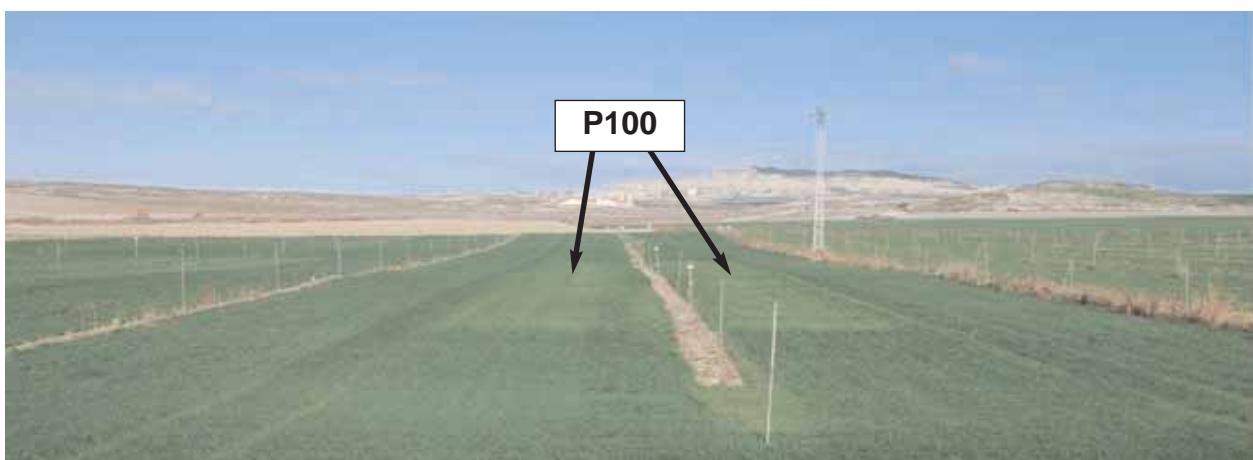


Foto 6: Vista del ensayo en primavera, deficiencia de N en el tratamiento P100 (todas las unidades de N aportadas en fondo).

- **Cu y Zn**, el contenido de cobre apenas desciende en esta profundidad respecto a la capa superficial, no se detectan diferencias entre tratamientos; en el zinc hubo un descenso de su contenido en profundidad, alrededor de la mitad de la concentración en la capa superficial; el tratamiento TM en el muestreo final fue el que menor concentración de Zn presentó, asociado a las extracciones del cultivo, y esta concentración significativamente diferente a los tratamientos de purín y control.

Tras 10 cosechas cebada-maíz (5+5), con fertilización con purín porcino, sustituyendo por completo la fertilización mineral en cebada y entre un 65-80% la fertilización mineral en maíz, no ha incrementado la salinidad del suelo, el resto de nutrientes y características físico-químicas se mantuvieron similares o muy ligero incremento al control o tratamiento mineral. Excepto en contenido de K se incrementó su concentración en el suelo en estos tratamientos con purín, el K no tiene efectos medioambientales nocivos conocidos. El tratamiento P100 (todas las necesidades N en fondo) es una estrategia no recomendable, ni desde el punto de vista productivo ya que no se alcanza el rendimiento máximo, ni desde el punto de vista medioambiental, induciría a la acumulación de fósforo en el suelo, y puede conllevar consecuencias medioambientales (*foto 6*).

Dado que apenas se detecta un ligero incremento en P los tratamientos con purín, PCob1 y PCob2 y sí un mayor incremento de K; para evitar posibles futuras acumulaciones de P y K, y dado que las condiciones iniciales de estos elementos en el suelo que eran medio-alto, se recomienda alternar con la fertilización mineral únicamente nitrogenada en alguna campaña, por ejemplo por cada 4 ó 5 años de fertilización con purín. Esto permitiría alcanzar niveles medios de PK en el suelo, además de evitar posibles incidencias en el medio ambiente y ahorrar en fertilización fósforo-potásica en alguna campaña.

## 6. Consideraciones en la fertilización orgánica y normativa

Como ya indicamos en la información técnica anterior (Iguácel et al., 2010) en referencia a la normativa de Zonas Vulnerables de Aragón (Orden 18 mayo 2009) que limita a 170 kg N/ha y año, los aportes de fertilizantes orgánicos, así como el Decreto 94/2009 de 26 de mayo (Directrices Sectoriales sobre actividades e instalaciones ganaderas) limita estos mismos aportes hasta el equivalente de 210 kg N/ha y año, fuera de las zonas vulnerables.

En **zonas vulnerables** el cómputo del N contenido en los estiércoles, se calcula sobre el N total (Nt), con lo cual, el aporte máximo de orgánicos 170 kg Nt/ha, proporcionaría en términos de eficiencia real en el caso de los purines porcinos (Orús et al., 2010; 0,71-0,76 kg N amoniacal/kg Nt):  $170 \times (0,71-0,76) = (120-129)$  kg de N amoniacal por ha y año, que trasladado al caso de nuestro ensayo (doble cultivo anual; cebada-maíz), cubriría únicamente las demanda de la cebada, pero no podría fertilizarse el maíz, como doble cultivo anual.

En **zonas no vulnerables**, con el límite, a 210 kg Nt/ha y año, y con la misma hipótesis de cálculo, en purín porcino:  $210 \times (0,71-0,76) = (149-160)$  kg de N amoniacal por ha y año, nos permitiría fertilizar la cebada dado que supera las necesidades (120 kg N amoniacal/ha), pero solo tendríamos disponible 29-40 kg N/ha para fertilizar el maíz, es decir, solo cubriría entre 12 y 17% de las necesidades del maíz (240 kg N/ha), dosis tan bajas, son en la práctica difícil de aplicar adecuadamente con purín porcino con el método de abanico.

En este ensayo las aportaciones anuales de nitrógeno total del purín, para cubrir las necesidades de nitrógeno de los dos cultivos (100% en cebada y 65-80% en maíz) fueron superiores al máximo de 210 kg de nitrógeno total /ha y año que contempla la Directriz sectorial sobre actividades e instalaciones ganaderas (Decreto 94/2009), en forma de orgánicos, y las zonas no vulnerables.

Una mayor precisión en las normas obligaría a introducir el concepto de la eficiencia de los fertilizantes, pero requeriría un trabajo previo de investigación y experimentación (Orús et al., 2011) que permitiera obtener la autorización de la Unión Europea para superar los límites de 170 kg N/ha año en zonas vulnerables y los 210 kg N/ha año en zonas no vulnerables, en zonas como la del estudio, en que las extracciones anuales en el doble cultivo superan estos límites.

En nuestras condiciones, la eficiencia teórica del N aportado con el purín porcino fue la equivalente a su contenido en N amoniacal, no detectando un efecto residual en rendimiento, se desconocen las posibles pérdidas producidas por lixiviado de nitrato y/o por otros procesos (volatilización, desnitrificación,..) aunque con criterio de fertilización en base a las extracciones de N del cultivo, con fraccionamiento y medidas de mitigación de pérdidas por volatilización (riego inmediatamente posterior a la aplicación de purín), ayudan a minimizar las pérdidas de N del sistema; futuros trabajos experimentales en condiciones de mínimo o no laboreo deberían plantearse para mejorar esta eficiencia, con estrategias que minimizaran al máximo las pérdidas de N y su impacto ambiental (suelo, agua y atmósfera).



Foto 7: Balsa de almacenamiento de purín porcino.

La Orden de 18 mayo de 2009 (BOA 03 junio de 2009), en referencia a la capacidad de almacenamiento del purín establece un mínimo de 4 meses (*foto 7*); en zonas como esta dónde los cultivos son cereales de invierno (trigo-cebada) y/o de primavera (maíz), el aporte de purín como fertilizante se realiza en fondo cereal de invierno, octubre-noviembre, cobertura en cereal de invierno, febrero-marzo y en fondo de maíz, abril, desde abril a octubre el purín no tiene cultivo para fertilizar, se supera la capacidad mínima de 4 meses de almacenamiento de los ganaderos.

## 7. Conclusiones

- **Los resultados productivos en cebada** mostraron que es posible la sustitución de fertilización mineral por purín porcino, realizando el fraccionamiento del mismo, fondo y cobertura. La eficiencia del N amoniacal del purín fue similar a la fertilización mineral, no hubo diferencias en rendimiento.
- **Los resultados productivos del maíz** mostraron la necesidad de una cobertura nitrogenada mineral complementaria al purín de fondo, para alcanzar el rendimiento del tratamiento mineral. Las coberturas minerales 20 y 35% de las necesidades del cultivo no mostraron diferencias entre si, ni con el tratamiento mineral (su rendimiento fue 88% y 90% de la producción de la fertilización mineral).
- La aplicación de purín sobre los residuos de la cosecha anterior y un **riego inmediatamente posterior en condiciones de mínimo laboreo ó siembra directa**, contribuye a **mejorar la eficiencia del N aplicado** con el purín dado que se **minimizan las pérdidas de N por volatilización**, por lo que es una estrategia a recomendar, en este tipo de sistemas de laboreo.
- **Efecto residual** no fue relevante en este sistema agrario de doble cultivo de cereal anual en siembra directa y mínimo laboreo, con riego por aspersión, en que los aportes de dosis purín se realizan en base al contenido de N en forma amoniacal y se ajustan a las extracciones del cultivo, es decir, la cantidad de N orgánico aportado con el purín **no fue lo suficientemente relevante como para detectar un efecto del purín en el rendimiento de la cosecha posterior**.
- En la **valoración de los parámetros del suelo**, tras 5 campañas consecutivas de fertilización con purín, en **dosis agronómicas** en las que se sustituye el 100% de las necesidades de N en cebada (fraccionamiento purín) y entre el 65-80% de las necesidades de N (complementado con cobertura N mineral), no se producen efectos nocivos en el suelo, presentando los **valores de los parámetros estudiados**, en general, en el **rango habitual de fertilidad del suelo**.

## 8. Referencias bibliográficas

- Berenguer, P., Cela, S., Santiveri, F., Boixadera, J., Lloveras, J. 2008. Copper and zinc soil accumulation and plant concentration in irrigated maize fertilized with liquid swine manure. *Agronomy Journal*. 100: 1056-1061.
- Dauden, A., Quílez, D., Martínez, C. 2004. Residual effects of pig slurry applied to a Mediterranean soil on yield and N uptake of a wheat crop. *Soil Use and Management* 20: 156-162.
- Cela, S., Santiveri, F., Lloveras, J. 2011. Residual effects of pig slurry and mineral nitrogen fertilizer on irrigated wheat. *European Journal of Agronomy* 34: 257-262.
- 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. (BOA nº 106, de 05.06.09).
- Gräber, I., Hansen, J.F., Olesen, S.E., Petersen, J., Ostergaars, H.S., Krogh, L. 2005. Accumulation of copper and zinc in Danish agricultural soils in intensive pig production areas. *Danish Journal of Geography*. 105: 15-22.
- Iguacél, F., Yagüe, M.R., Orús, F., Quílez, D. 2010. Fertilización con purín en doble cultivo anual, en mínimo laboreo, y riego por aspersión. *Informaciones Técnicas del Dpto de Agricultura del Gobierno de Aragón* N°223, 12 pág.
- Irañeta, I., Abaigar, A., Santos, A. 2002. Purín porcino ¿fertilizante o contaminante? *Navarra Agraria*. Mayo-Junio, 132: 9-23.
- Orden de 18 de mayo de 2009, del Consejero de Agricultura y Alimentación por la que se aprueba el III Programa de Actuación sobre las zonas vulnerables (BOA nº 104, de 03.06.09).
- Orús, F., Yagüe, M.R., Iguacél, F. 2010. Uso de los estiércoles en la fertilización agrícola y su justificación en relación con la normativa aragonesa. *Inf Técnica del Dpto de Agricultura*, N° 219.
- Orús, F., Betrán, J., Iguacél, F., López, M.V. 2011. Fertilización con subproductos orgánicos (Hacia una gestión sostenible de los nutrientes en la agricultura). *Informaciones Técnicas*. N°232, 72 pág.
- López-Ritas, J., López-Mélida, J. 1989. *Diagnóstico de suelos y plantas: Métodos de campo y laboratorio*. Mundiprensa. 333p.
- Yagüe, M.R., Bosch-Serra, A.D., Boixadera, J. 2012. Measurement and estimation of the fertilizer value of pig slurry by physicochemical models: usefulness and constraints. *Biosystems Engineering*. 111: 206-216.
- Yagüe, M.R., Quílez, D. 2010. Cumulative and residual effects of swine slurry and mineral in irrigated maize. *Agronomy Journal*. 102: 1682-1691.
- Yagüe, M.R., Quílez, D., Iguacél, F., Orús, F. 2008. Métodos rápidos de análisis como herramienta de gestión en la fertilización con purín porcino: conductimetría. *Informaciones Técnicas*. N°195, 16 pág.

## Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por el Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias (INIA) con el proyecto RTA04-114 y el Departamento de Agricultura y Alimentación del Gobierno de Aragón a través de las actividades previstas en el marco del Programa de Desarrollo Rural para Aragón 2007-2013, Proyecto Demostración “Utilización del purín porcino en condiciones de mínimo laboreo: sostenibilidad y rentabilidad económica” (DER-2009-02-50-7290009-553).

Los autores también desean agradecer al agricultor D. Gerardo Rozas por el interés y disposición en la realización del ensayo. También al personal laboral del Centro de Transferencia Agroalimentaria (CTA) y al personal de campo del departamento de Suelos y Riegos del Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón (CITA); también, agradecer al Laboratorio Agroalimentario el soporte y atención permanente en la realización de las analíticas de suelo.



Aplicación de purín en fondo sobre rastrojo de cereal.

## Índice:

<b>1. Introducción</b> .....	2
<b>2. Objetivos</b> .....	3
<b>3. Metodología del ensayo agronómico</b> .....	3
3.1. Diseño experimental .....	3
3.2. Descripción de los tratamientos .....	3
3.2.1. Durante las 5 campañas consecutivas de doble cultivo (2006/2011) .....	3
3.2.2. Campaña de evaluación del efecto residual en cebada (2011/2012) .....	5
3.3. Muestreos y análisis .....	5
3.4. Prácticas agronómicas y cultivo .....	6
<b>4. Resultados agronómicos</b> .....	7
4.1. Efecto agronómico de la fertilización en doble cultivo en 5 campañas consecutivas .....	7
4.2. Efecto residual de la fertilización con purín en cebada tras 5 campañas consecutivas en doble cultivo .....	8
<b>5. Evolución de nutrientes y metales pesados en el suelo</b> .....	9
5.1. Muestreo de inicio (2006) y final (2011) en la capa superficial del suelo .....	9
5.2. Efecto de los distintos tratamientos de fertilización tras 5 campañas consecutivas en los principales parámetros del suelo a diferentes profundidades .....	10
<b>6. Consideraciones en la fertilización orgánica y normativa</b> .....	13
<b>7. Conclusiones</b> .....	14
<b>8. Referencias bibliográficas</b> .....	15

## Autores:

*María Rosa Yagüe Carrasco*

Unidad de Suelos y Riegos (Unidad asociada EEAD-CSIC) CITA.  
Ingeniero Agrónomo COIAL-1775.

*Francisco Iguácel Soteras*

Centro de Mejora Ganadera. Servicio de Recursos Ganaderos.

*Fernando Orús Pueyo*

Unidad de Tecnología Vegetal.

Los ensayos presentados en esta Información Técnica han sido financiados con fondos de la Unión Europea (FEADER) y del Gobierno de Aragón (Programa de Desarrollo Rural para Aragón 2007-2013; Información y formación profesional, medida 111, submedida 1.7)

Los trabajos experimentales se han realizado en el marco de la RED DE FORMACIÓN Y EXPERIMENTACIÓN AGRARIA DE ARAGÓN

Se autoriza la reproducción íntegra de esta publicación, mencionando sus autores y origen: Informaciones Técnicas del Departamento de Agricultura, Ganadería y Medio Ambiente del Gobierno de Aragón.

Para más información, puede consultar al CENTRO DE MEJORA GANADERA:  
Av. Montaña, 930 • 50059 Zaragoza • Teléfono 976 71 63 37 - 976 71 63 41

Correo electrónico: [cta.sia@aragon.es](mailto:cta.sia@aragon.es) - [agricultura@aragon.es](mailto:agricultura@aragon.es)

■ Edita: Gobierno de Aragón. Departamento de Agricultura, Ganadería y Medio Ambiente. Dirección General de Alimentación y Fomento Agroalimentario. Servicio de Recursos Agrícolas. ■ Composición: Unidad de Tecnología Vegetal ■ Depósito Legal: Z-3094/96. ■ I.S.S.N.: 1137/1730.

**ANEXO 9**

**CÁLCULOS CONSTRUCTIVOS**

## Anexo 9.- Cálculos constructivos

1.- Acciones características .....	Pág. 1
2.- Características generales .....	Pág. 1
3.- Acciones en la edificación .....	Pág. 4
3.1.- Estructura de cubierta .....	Pág. 4
3.1.1.- Determinación de acciones características .....	Pág. 4
3.1.1.1.- Acciones permanentes .....	Pág. 4
3.1.1.2.- Acciones variables .....	Pág. 4
3.1.2.- Hipótesis de carga .....	Pág. 8
3.1.3.- Cálculo de esfuerzos .....	Pág. 9
3.2.- Cálculo de la estructura .....	Pág. 10
3.2.1.- Determinación de acciones características .....	Pág. 10
3.2.1.1.- Acciones permanentes .....	Pág. 10
3.2.1.2.- Acciones variables .....	Pág. 10
3.2.2.- Hipótesis de carga .....	Pág. 15
3.2.3.- Determinación de esfuerzos .....	Pág. 17
4.- Cálculo de la cimentación .....	Pág. 18
4.1.- Cálculo de la zapata .....	Pág. 18
4.1.1.- Datos previos al cálculo .....	Pág. 18
4.1.2.- Recubrimiento .....	Pág. 19
4.1.3.- Predimensionado de la zapata .....	Pág. 19
4.1.4.- Acciones en las zapatas .....	Pág. 19
4.1.5.- Clasificación en función de su geometría .....	Pág. 20
4.1.6.- Comprobaciones .....	Pág. 21
4.1.7.- Cálculo de la armadura de la zapata .....	Pág. 23
4.2.- Cálculo de las riostras .....	Pág. 26
4.2.1.- Cálculo de la armadura longitudinal .....	Pág. 26
4.2.2.- Cálculo de la armadura transversal .....	Pág. 26
5.- Fosas de deyecciones .....	Pág. 28
6.- Silos .....	Pág. 29
7.- Vallado perimetral .....	Pág. 30
8.- Zona oficinas-almacén .....	Pág. 31
9.- Badén de desinfección .....	Pág. 31
10.- Fosa de cadáveres .....	Pág. 32
11.- Balsa de purines .....	Pág. 32

## 1.- ACCIONES CARACTERÍSTICAS

En el presente anexo se procederá a describir y calcular todos los elementos estructurales que componen la explotación. Para realizar cualquier cálculo estructural es necesario fijar y conocer las acciones o cargas que van a soportar los distintos elementos estructurales de la construcción. Para ello nos basaremos en las siguientes normas:

- El Código Técnico de Edificación, CTE Documento Básico S.E. (Seguridad Estructural) y A.E.(Acciones de la Edificación), que considera las siguientes acciones:

- Acciones permanentes:
    - Peso propio
    - Pretensado
    - Acciones del terreno
  - Acciones variables:
    - Sobrecarga de uso
    - Viento
    - Acciones térmicas
    - Nieve
  - Acciones accidentales:
    - Sismo
    - Incendio
    - Impacto
    - Otras acciones accidentales

- Normas Tecnológicas de la Edificación NTE, que desarrollan a nivel operativo el contenido de la norma anterior.

- EHE “Instrucción de Hormigón Estructural”, cuando se calculan estructuras y elementos de hormigón.

En cuanto a las acciones térmicas y reológicas, todas las estructuras prefabricadas son capaces de absorber las tensiones normales debidas a la variación de temperatura y al paso del tiempo. La explotación no se encuentra en una zona de acción sísmica, por esto, tampoco se tendrán en cuenta para los próximos cálculos.

## 2.- CARACTERISTICAS GENERALES

La nueva explotación constará de dos naves, cuyo eje longitudinal tendrá una orientación Noroeste-sureste, con dimensiones interiores de 60 x 14 m, teniendo una superficie útil de 840 m<sup>2</sup> cada una.

Las naves estarán dispuestas longitudinalmente y separadas por un almacén central que contendrá las oficinas, vestuarios y una sala para las calderas y el motor generador de electricidad y almacén

- Nave 1 – 840 m<sup>2</sup>
- Nave 2 – 840 m<sup>2</sup>
- Almacén – 84 m<sup>2</sup>

Toda la granja y demás instalaciones van a ser de hormigón prefabricado.

### **Cimentación**

Se construirán zapatas de dimensiones 2,0 x 1,5 x 1,20 m. El hormigón será HA-25/B/20/IIa, el hormigón para limpieza HL-150/P/20 y el acero de armaduras B 500 S.

### **Estructura**

Será de hormigón prefabricado, pues este tipo de estructura es el que mejor resiste el ambiente existente en las granjas porcinas.

Se colocarán 11 pórticos articulados de cuatro piezas. La distancia entre ejes será de 6 m.

La estructura de cubierta estará formada por viguetas pretensadas P-18 de 6,00 m de longitud y 25 kg/ml, situadas entre ejes a 1,40 m.

### **Cerramientos**

Las paredes serán prefabricadas, de hormigón armado. Tendrán un espesor de 12 cm, incorporando en el interior un aislamiento de poliestireno expandido de 4 cm.

En la construcción de las paredes, se practicarán los huecos de puertas y ventanas.

### **Cubierta**

La cubierta es de dos aguas con una altura de coronación de 4,4 m y una pendiente del 20%. Estará formada por paneles tipo sándwich especialmente diseñadas para instalaciones porcinas.

La ventaja más importante de los paneles sándwich es que estos ofrecen, cuando se comparan con los métodos mas comunes de construcción, un mejor y más uniforme aislamiento, y una mayor estanqueidad al aire y al agua. Los tornillos utilizados para unir los paneles a las correas de la cubierta vienen con arandelas especiales que proporcionan una alta estanqueidad para evitar la filtración de agua y humedades.

Por lo tanto, cuando se instalan adecuadamente, los paneles compuestos garantizan:

- Una reducción de las filtraciones de agua.
- Un edificio más silencioso y confortable.
- Un uso más racional de la energía tanto en verano como en invierno.

Los paneles que se instalarán tienen una cara superior en Fibrocemento Ondulado 100% libre de amianto, una cara Inferior en Poliéster reforzado con Fibra de vidrio. Inerte al ataque del amoniaco procedente de purines y un núcleo aislante de Poliuretano inyectado Alta densidad. El espesor del panel será 50 mm y su peso 10,27 kg/m<sup>2</sup>.

En la cumbre se instalará un caballete corrido de poliéster para facilitar la ventilación.

La cubierta será de color rojizo.

## **Pavimentos**

La solera estará formada por 20 cm de hormigón HA-25/B/40/IIb sulforresistente. La base estará formada por un lecho de zahorras de 20 cm. de espesor con un tamaño máximo de 0.5 cm., extendida y apisonada sobre el terreno compactado en dos capas. Su misión será la de proporcionar un apoyo lo más uniforme posible a la losa de hormigón.

### 3.- ACCIONES EN LA EDIFICACIÓN

#### 3.1.- ESTRUCTURA DE CUBIERTA

##### 3.1.1.- DETERMINACIÓN DE ACCIONES CARACTERÍSTICAS

A continuación se describen las acciones características que inciden sobre las correas de cubierta atendiendo al C.T.E. DB SE-AE.

###### 3.1.1.1.- ACCIONES PERMANENTES

###### A. PESO PROPIO

	kg/m	kN/m
Correas	25	0,25

###### B. CARGA PERMANENTE.

Cubierta de panel tipo sándwich con aislante de 50

kg/m <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>	Intereje correas(m)	kg/m	kN/m
10,27	0,1027	1,4	14,378	0,14378
<b>TOTAL ACCIONES PERMANENTES:</b>			<b>39,38</b>	<b>0,39</b>

###### 3.1.1.2.- ACCIONES VARIABLES

No se consideran sobrecargas de uso, ya que los trabajos de mantenimiento se harán en ausencia de nieve, con lo cual, la sobrecarga de uso queda cubierta con el cálculo de la sobrecarga por nieve.

###### A. SOBRECARGA DE NIEVE

Sobrecarga de nieve por unidad de superficie en proyección horizontal, qn:

Coeficiente de forma de la cubierta (n):	1
Zona climática de invierno en el emplazamiento:	2
Altitud topográfica:	445
Valor característico de la carga de nieve (Sk):	0,65 kN/m <sup>2</sup>
Sobrecarga de nieve:	
qn= n x Sk=	0,65 kN/m <sup>2</sup>

Acción lineal de nieve sobre la correa:

kg/m <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>	Intereje correas(m)	kg/m	kN/m
65	0,65	1,4	91	0,91

## B.- VIENTO

La acción del viento es, en general, una fuerza perpendicular a la superficie de cada punto expuesto, o presión estática q que puede expresarse como :

$$q_e = q_b \times c_e \times c_p$$

Siendo:

**q<sub>b</sub>**: la presión dinámica del viento en la zona. Según la fig. D1 DB SE-SA nos encontramos en la zona C, el valor de **q<sub>b</sub>** en esa zona es **0,52 kN/m<sup>2</sup>**

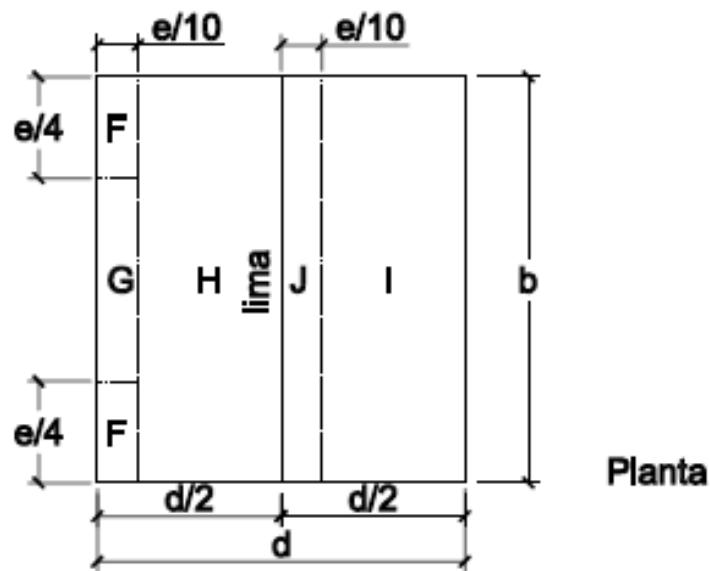
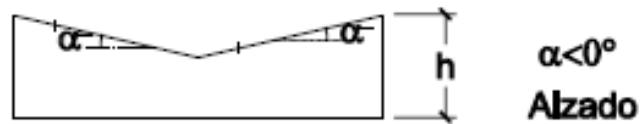
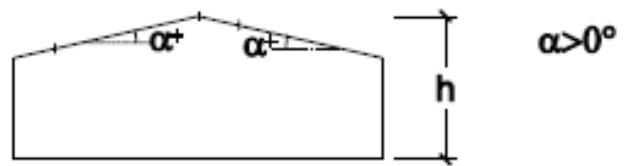
**c<sub>e</sub>**: el coeficiente de exposición, variable con la altura del punto considerado y en función del grado de aspereza del entorno donde se encuentra la explotación.

El grado de aspereza del entorno es III (Zona rural accidentada o llana con algunos obstáculos aislados, como árboles o construcciones pequeñas ). La altura del punto considerado es 3 m de altura de fachada.

Según la Tabla 3.4. Valores del coeficiente de exposición **c<sub>e</sub>** del DB SE-SA el valor es **1,6**.

**c<sub>p</sub>**: El coeficiente de presión exterior. Depende de la dirección relativa del viento, de la forma del edificio, de la posición del elemento y de su área de influencia. Los coeficientes se calculan interpolando en la tabla D6 del DB SE-SA. Partiendo de los siguientes datos:

Cubierta a dos aguas con una pendiente del 20% (ángulo 11,3º) y dirección del viento  $-45^\circ \leq \theta \leq 45^\circ$  calculamos los coeficientes eólicos.



### - Cálculo de coeficientes

#### Faldón a barlovento ( Zonas F G H )

	ZONA F	ZONA G	ZONA H
$C_p =$	-1,19	-0,95	-0,41
Superficie =	3,87	107,01	771,12

Coeficiente eólico medio de succión: **-0,48**

	ZONA F	ZONA G	ZONA H
$C_p =$	0,13	0,13	0,13

Coeficiente eólico medio de presión: **0,13**

Faldón a sotavento (Zonas I J):

	ZONA I	ZONA J
$C_p =$	-0,47	-0,85
Superficie=	771,12	110,88

Coeficiente eólico medio de succión: **-0,52**

	ZONA I	ZONA J
$C_p =$	0	0
Superficie=	771,12	110,88

Coeficiente eólico medio de presión: **0,00**

- Cálculo de la presión estática- Faldón a barlovento:

Succión:

$$q_e = q_b \times C_e \times C_p = \mathbf{-0,40 \text{ kN/m}^2}$$

Presión:

$$q_e = q_b \times C_e \times C_p = \mathbf{0,11 \text{ kN/m}^2}$$

- Faldón a sotavento:

Succión:

$$q_e = q_b \times C_e \times C_p = \mathbf{-0,43 \text{ kN/m}^2}$$

Presión:

$$q_e = q_b \times C_e \times C_p = \mathbf{0,00 \text{ kN/m}^2}$$

- Acción lineal característica de viento sobre la correa:- Faldón a barlovento:

Succión:

kg/m <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>	Intereje correas(m)	kg/m	kN/m
-40	-0,40	1,4	-55,79	-0,56

Presión:

kg/m <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>	Intereje correas(m)	kg/m	kN/m
11	0,11	1,4	15,14	0,15

- Faldón a sotavento:

Succión:

kg/m <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>	Intereje correas(m)	kg/m	kN/m
-43	-0,43	1,4	-60,31	-0,60

Presión:

kg/m <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>	Intereje correas(m)	kg/m	kN/m
0	0,00	1,4	0,00	0,00

**3.1.2.- HIPÓTESIS DE CARGA**

A continuación se muestran 4 hipótesis en función de la acción del viento y la carga de nieve.

1º HIPÓTESIS.		Faldón a barlovento.		Nieve con viento a presión	
ACCIÓN CARACTERÍSTICA	COEFICIENTE PONDERACIÓN	COEFICIENTE SIMULTAN	ACCIÓN PONDERADA		
PERMANENTE	39,378	1,35	0	53,16	kg/m
NIEVE	91	1,5	0,5	68,25	kg/m
VIENTO	15,14	1,5	0,6	13,63	kg/m
			TOTAL:	135	kg/m

2º HIPÓTESIS.		Faldón a barlovento.		Viento a succión sin nieve	
ACCIÓN CARACTERÍSTICA	COEFICIENTE PONDERACIÓN	COEFICIENTE SIMULTAN	ACCIÓN PONDERADA		
PERMANENTE	39,378	0,8	1	31,50	kg/m
NIEVE	91	0	0,6	0,00	kg/m
VIENTO	-55,79	1,5	1	-83,68	kg/m
				-52	kg/m

**3º HIPÓTESIS.** .Faldón a sotavento. Nieve con viento a presión

ACCIÓN CARACTERÍSTICA	COEFICIENTE PONDERACIÓN	COEFICIENTE SIMULTAN	ACCIÓN PONDERADA
PERMANENTE	39,378	1,35	53,16 kg/m
NIEVE	91	1,5	68,25 kg/m
VIENTO	0,00	1,5	0,00 kg/m
			<b>121 kg/m</b>

**4º HIPÓTESIS.** .Faldón a sotavento. Viento a succión.

ACCIÓN CARACTERÍSTICA	COEFICIENTE PONDERACIÓN	COEFICIENTE SIMULTAN	ACCIÓN PONDERADA
PERMANENTE	39,378	0,8	31,50 kg/m
NIEVE	91	0	0,00 kg/m
VIENTO	-60,31	1,5	-90,47 kg/m
			<b>-59 kg/m</b>

De esta manera vemos que la Hipótesis 1, con 1,35 kN/m es la situación más desfavorable de las 4, por lo que utilizaremos este dato como carga para el cálculo.

### 3.1.3.- CÁLCULO DE ESFUERZOS

Intereje de pórticos, luz de cálculo de la correa:  $l(m) = 6$

Carga vertical de cálculo:  $135 \text{ kg/m}$   $1,35 \text{ kN/m}$

Momento flector máximo en centro de vano  $M_z$ :

$$M = q \cdot l^2 / 8 \quad 596 \text{ Kg.m} \quad 5,96 \text{ kN.m}$$

Se adoptan correas prefabricadas con un momento último superior a 596 Kg.m

### 3.2.- CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA

#### 3.2.1.- DETERMINACIÓN DE ACCIONES CARACTERÍSTICAS

Determinación de las acciones características de los pórticos de cubierta. Las acciones sobre pórticos se determinan atendiendo al CTE DB SE-AE.

##### 3.2.1.1.-ACCIONES PERMANENTES

###### A. PESO PROPIO

	kg/m	kN/m
Jácena prefabricada	350	3,5

###### B. CARGA PERMANENTE.

Correas prefabricadas

kg/m	kN/m	Intereje correas(m)	kg/m <sup>2</sup>	Intereje pórticos(m)	kg/m	kN/m
25	0,25	1,40	17,86	6	107,14	1,07

Cubierta panel tipo sándwich con aislante de 50

kg/m <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>	Intereje pórticos(m)	kg/m	kN/m
10,27	0,1027	6	61,62	0,62

**TOTAL ACCIONES PERMANENTES:**

kg/m	kN/m
<b>519</b>	<b>5,19</b>

#### 3.2.1.2.- ACCIONES VARIABLES

No se consideran sobrecargas de uso, ya que los trabajos de mantenimiento se harán en ausencia de nieve, con lo cual, la sobrecarga de uso queda cubierta con el cálculo de la sobrecarga por nieve.

###### A. SOBRECARGA DE NIEVE

- Sobrecarga de nieve por unidad de superficie en proyección horizontal, (qn):

Coeficiente de forma de la cubierta (n):	1
Zona climática de invierno en el emplazamiento:	2
Altitud topográfica:	445
Valor característico de la carga de nieve (Sk):	0,65 kN/m <sup>2</sup>
Sobrecarga de nieve:	
qn= n x Sk=	0,65 kN/m <sup>2</sup>

Acción lineal característica de nieve sobre jácenas:

kg/m <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>	Intereje pórticos(m)	kg/m	kN/m
65	0,65	6	390	3,9

## B.- VIENTO

La acción del viento es, en general, una fuerza perpendicular a la superficie de cada punto expuesto, o presión estática q que puede expresarse como :

$$q_e = q_b \times c_e \times c_p$$

Siendo:

**q<sub>b</sub>**: la presión dinámica del viento en la zona. Según la fig. D1 DB SE-SA nos encontramos en la zona Cel valor de **q<sub>b</sub>** en esa zona es **0,52 kN/m<sup>2</sup>**

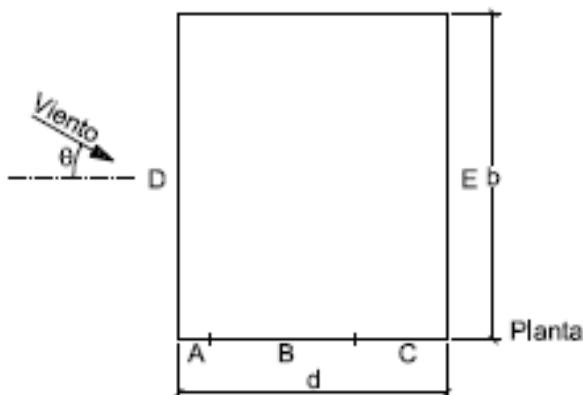
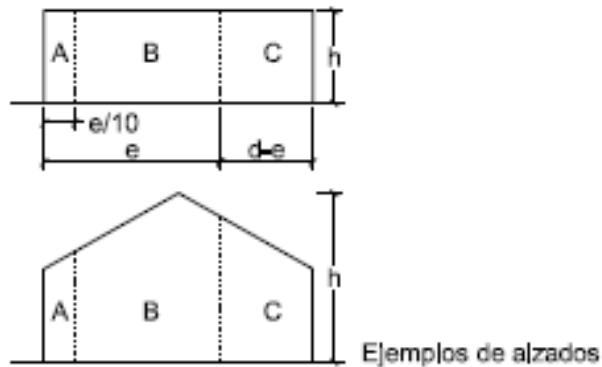
**c<sub>e</sub>**: el coeficiente de exposición, variable con la altura del punto considerado y en función del grado de aspereza del entorno donde se encuentra la explotación.

El grado de aspereza del entorno es III (Zona rural accidentada o llana con algunos obstáculos aislados, como árboles o construcciones pequeñas ). La altura del punto considerado es 3 m de altura de fachada.

Según la Tabla 3.4. Valores del coeficiente de exposición **c<sub>e</sub>** del DB SE-SA el valor es **1,6**.

**c<sub>p</sub>**: El coeficiente de presión exterior. Depende de la dirección relativa del viento, de la forma del edificio, de la posición del elemento y de su área de influencia. Los coeficientes se calculan interpolando en la tabla D3 del DB SE-SA. Partiendo de los siguientes datos:

Cubierta a dos aguas con una pendiente del 20% (ángulo 11,3º), longitud de cubierta 126 m, ancho de cubierta 14 m, altura de cumbre 4,4 m y altura de fachada 3 m calculamos los coeficientes eólicos.



### - Calculo de coeficientes en fachadas

#### - Fachada a barlovento (D):

ZONA D  
 $C_p = 0,71$   
 $S_{up} = 378,00$

Coeficiente eólico de presión: **0,71**

#### - Fachada a sotavento (E):

ZONA E  
 $C_p = -0,32$   
 $S_{up} = 378,00$

Coeficiente eólico de succión: **-0,32**

- Coeficientes eólicos en fachadas hastiales ( A, B, C):

	ZONA A	ZONA B	ZONA C
Cp=	-1,2	-0,8	-0,5
Sup=	3,87	34,85	22,88

Coeficiente eólico medio de succión: **-0,71**- Cálculo de la presión estática en fachadas-Fachada a barlovento (D):

Presión:

$$qe = qb \times Ce \times Cp = \mathbf{0,76} \text{ kN/m}^2$$

- Fachadas a sotavento (E):

Succión:

$$qe = qb \times Ce \times Cp = \mathbf{-0,34} \text{ kN/m}^2$$

- Fachadas hastiales ( A+B+C):

Succión:

$$qe = qb \times Ce \times Cp = \mathbf{-0,76} \text{ kN/m}^2$$

- Acción lineal característica de viento sobre pilares:- Pilares a barlovento (D):

Presión:

kg/m <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>	Intereje pórtico(m)	kg/m
76	0,76	6	453,20

- Pilares a sotavento(E):

Succión:

kg/m <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>	Intereje pórtico(m)	kg/m
-34	-0,34	6	-202,84

- Pilares en fachadas hastiales (A B C):

Succión:

kg/m <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>	Intereje pórtico(m)	kg/m
-76	-0,76	6	-456,49

**- Cálculo de coeficientes eólicos en faldones de cubierta:****- Faldón a barlovento (Zonas F G H):**

Coeficiente eólico medio de succión:	<b>-0,48</b>
--------------------------------------	--------------

	ZONA F	ZONA G	ZONA H
Cp=	-1,19	-0,95	-0,41
Sup=	3,87	107,01	771,12

Coeficiente eólico medio de presión:	<b>0,13</b>
--------------------------------------	-------------

	ZONA F	ZONA G	ZONA H
Cp=	0,13	0,13	0,13

**- Faldón a sotavento (ZONAS I J):**

Coeficiente eólico medio de succión:	<b>-0,52</b>
--------------------------------------	--------------

	ZONA I	ZONA J
Cp=	-0,47	-0,85
Sup=	771,12	110,88

Coeficiente eólico medio de presión:	<b>0,00</b>
--------------------------------------	-------------

	ZONA I	ZONA J
Cp=	0	0
Sup=	771,12	110,88

**- Cálculo de la presión estática sobre faldones:****- Faldón a barlovento:**

Succión:

qe=	qb x Ce x Cp=	<b>-0,51</b>	kN/m <sup>2</sup>
-----	---------------	--------------	-------------------

Presión:

qe=	qb x Ce x Cp=	<b>0,14</b>	kN/m <sup>2</sup>
-----	---------------	-------------	-------------------

**- Faldón a sotavento:**

Succión:

qe=	qb x Ce x Cp=	<b>-0,55</b>	kN/m <sup>2</sup>
-----	---------------	--------------	-------------------

Presión:

qe=	qb x Ce x Cp=	<b>0,00</b>	kN/m <sup>2</sup>
-----	---------------	-------------	-------------------

**- Acción lineal característica de viento sobre viga de pórtico:****- Faldón a barlovento:**

Succión:

kg/m <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>	Intereje pórtico(m)	kg/m
-51	-0,51	6	-306,33

Presión:

kg/m <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>	Intereje pórtico(m)	kg/m
14	0,14	6	83,15

**- Faldón a sotavento:**

Succión:

kg/m <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>	Intereje pórtico(m)	kg/m
-55	-0,55	6	-331,17

Presión:

kg/m <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>	Intereje pórtico(m)	kg/m
0	0,00	6	0,00

**3.2.2.- HIPÓTESIS DE CARGA**

A continuación se muestran 4 hipótesis en función de la acción del viento y la carga de nieve.

**1º HIPÓTESIS.**

.Faldón a barlovento.

Nieve con viento a presión:

**VIGAS-DINTELES**

ACCIÓN CARACTERÍSTICA	COEFICIENTE PONDERACIÓN	COEFICIENTE SIMULTAN	ACCIÓN
PERMANENTE	508	1,35	1
CARGA DE NIEVE	390	1,5	0,5
ACCIÓN DE VIENTO	83,15	1,5	0,6
TOTAL:			<b>1.054</b>

**PILARES**

ACCIÓN CARACTERÍSTICA		COEFICIENTE PONDERACIÓN	COEFICIENTE SIMULTAN	ACCIÓN
VIENTO BARLOVENTO	453,20	1,5	1	680
VIENTO SOTAVENTO	-202,84	1,5	1	-304

**2º HIPÓTESIS.** .Faldón a barlovento. Viento a succión sin nieve:

**VIGAS-DINTELES**

ACCIÓN CARACTERÍSTICA		COEFICIENTE PONDERACIÓN	COEFICIENTE SIMULTAN	ACCIÓN
PERMANENTE	508	0,8	1	406,72
CARGA DE NIEVE	0	1,5	1	0,00
ACCIÓN DE VIENTO	-306,33	1,5	1	-459,49
				<b>TOTAL: -53</b>

**PILARES**

ACCIÓN CARACTERÍSTICA		COEFICIENTE PONDERACIÓN	COEFICIENTE SIMULTAN	ACCIÓN
VIENTO BARLOVENTO	453,20	1,5	1	679,80
VIENTO SOTAVENTO	-202,84	1,5	1	-304,27

**3º HIPÓTESIS.** .Faldón a sotavento. Nieve con viento a presión:

ACCIÓN CARACTERÍSTICA		COEFICIENTE PONDERACIÓN	COEFICIENTE SIMULTAN	ACCIÓN
PERMANENTE	508	1,35	1	686,33
CARGA DE NIEVE	390	1,5	0,5	292,5
ACCIÓN DE VIENTO	0,00	1,5	0,6	0
				<b>TOTAL: 979</b>

**PILARES**

ACCIÓN CARACTERÍSTICA		COEFICIENTE PONDERACIÓN	COEFICIENTE SIMULTAN	ACCIÓN
VIENTO BARLOVENTO	453,20	1,5	1	679,80
VIENTO SOTAVENTO	-202,84	1,5	1	-304,27

**4º HIPÓTESIS.** .Faldón a sotavento. Viento a succión sin nieve.

ACCIÓN CARACTERÍSTICA		COEFICIENTE PONDERACIÓN	COEFICIENTE SIMULTAN	ACCIÓN
PERMANENTE	508	0,8	1	406,72
CARGA DE NIEVE	0	0,8	0	0,00
ACCIÓN DE VIENTO	-331,17	1,5	1	-496,75
				<b>TOTAL: -90</b>

No es necesario mayorar las acciones ya que las hojas técnicas de los catálogos de los pórticos consideran acciones características.

**3.2.3.- DETERMINACIÓN DE ESFUERZOS**

Se adoptan pórticos prefabricados con una carga soportada en cubierta superior a 1.054 kg/m. Puesto que se trata de pórticos prefabricados, los esfuerzos en apoyos y momentos flectores son datos garantizados por el fabricante y serán utilizados para los cálculos del dimensionado.

Los valores de las reacciones del pórtico elegido son:

- Esfuerzo axil (N): 9.577 Kg
- Esfuerzo cortante (V): 5.208 kg
- Momento flector ( $M_z$ ): 0

## 4.- CÁLCULO DE LA CIMENTACION

Toda la cimentación ha de garantizar, de forma permanente, la estabilidad de la obra que soporta. Las cimentaciones deben de contar con un coeficiente de seguridad adecuado frente al hundimiento, y sus asientos deben de ser compatibles con la capacidad de deformación de la estructura cimentada y con su función.

El tipo de cimentación, la profundidad, y las dimensiones de la misma deben elegirse teniendo en cuenta, por una parte, la estructura a soportar, y por otra, el terreno del que se trate de forma que la cimentación sea segura y económica.

### 4.1.- CÁLCULO DE LA ZAPATA

La estructura de pórticos se colocara sobre una cimentación consistente en zapatas aisladas sobre las que se empotrarán los pilares del pórtico. El empotramiento de los pilares será de 0,4 m. También se dispondrán riostras de atado que unirán zapatas contiguas.

#### 4.1.1.- DATOS PREVIOS AL CÁLCULO

Para realizar el cálculo de las zapatas debemos tener en cuenta los siguientes datos:

- Presión admisible por el terreno:  $\sigma_{adm} = 2 \text{ Kg/cm}^2$  (según la C.T.E. SE AE)
- Definición del tipo de ambiente de exposición según el artículo 39.2 de la norma EHE.
- Tipo de hormigón a utilizar: HA-25/B/20/IIa para la cimentación y HL-150/P/20 para limpieza.
- Acero utilizado en la cimentación: B500 S

#### 4.1.2.- RECUBRIMIENTO

El recubrimiento de hormigón es la distancia entre la superficie exterior de la armadura (incluyendo cercos y estribos) y la superficie del hormigón más cercana.

Según el artículo 37.2.4 de la EHE:

$$r_{nom} = r_{min} + \Delta r$$

Dónde:

-  $r_{nom}$ : recubrimiento nominal

-  $r_{min}$ : recubrimiento mínimo (Tabla 37.2.4)

-  $\Delta r$ : margen de recubrimiento, en función del tipo de elemento y del nivel de control de ejecución.

El recubrimiento nominal es el valor que debe prescribirse en el proyecto y reflejarse en los planos, y servirá para definir los separadores. El recubrimiento mínimo es el valor a garantizar en cualquier punto del elemento y que es objeto de control. Por lo tanto tenemos:

$$r_{nom} = 25 + 10 = 35\text{mm}$$

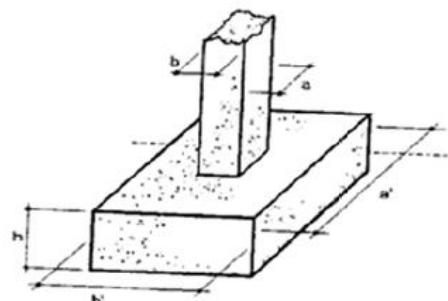
#### 4.1.3.- PREDIMENSIONADO DE LA ZAPATA

- Dimensiones adoptadas para la zapata:

Longitud ( a' ): 2 m

Anchura ( b' ): 1,5 m

Altura ( h ): 1,2 m



#### 4.1.4.- ACCIONES EN LAS ZAPATAS

La zapata recibe solicitudes de dos tipos, las debidas a la estructura y las debidas al peso propio de la zapata y de las tierras que gravitan sobre ellas.

Las acciones se sitúan en el pie del pilar, por lo que deben ser trasladadas a la base de la zapata (plano de apoyo) para realizar el cálculo. En el apoyo o base del pilar tenemos:

- Reacción horizontal (esfuerzo cortante):  $V = 52,08 \text{ kN}$
- Reacción vertical (esfuerzo axil):  $N = 95,08 \text{ kN}$
- Momento flector en apoyo:  $M = 0 \text{ kN}$

Los valores de momento flector, esfuerzo axil y esfuerzo cortante en la base de la zapata, sin mayorar, que se utilizarán para las comprobaciones de hundimiento, deslizamiento y vuelco son:

$$M_1 = M + (V \times h) = 0 + (52,08 \times 1,2) = \mathbf{62,49 \text{ kN}\cdot\text{m}}$$

$$N_1 = N + P_t + P_z = 95,08 + 0 + (2 \times 1,5 \times 1,2 \times 25) = \mathbf{185,08 \text{ kN}}$$

Siendo

- $M$ : momento flector en la base del pilar.
- $V$ : esfuerzo cortante en la base del pilar.
- $N$ : esfuerzo axil en la base del pilar.
- $h$ : canto de la zapata.
- $P_t$ : peso del terreno que descansa sobre la zapata (consideramos zapata con cara superior a nivel del terreno).
- $P_z$ : peso propio de la zapata.

#### 4.1.5.- CLASIFICACIÓN EN FUNCIÓN DE SU GEOMETRÍA

La primera comprobación que debemos hacer en las zapatas será si son zapatas rígidas o flexibles, siguiendo lo estipulado en el artículo 58 de la EHE:

$V_{max} < 2h \rightarrow$  zapata rígida.

$V_{max} > 2h \rightarrow$  zapata flexible.

Siendo:

$V$  el vuelco de la zapata

$h$  la altura de la zapata

$$V_{max} = (\text{ancho zapata} - \text{ancho pilar})/2 =$$

$$(1,5 - 0,4)/2 = 0,55 \text{ m}$$

$0,55 < 2 \times 1 \rightarrow 0,55 < 2 \rightarrow$  Zapata rígida

#### 4.1.6.- COMPROBACIONES

##### a) Comprobación de estabilidad al vuelco.

Se debe cumplir que el momento volcador multiplicado por un coeficiente de seguridad tiene que ser menor o igual al momento estabilizador multiplicado por otro coeficiente de seguridad. Estos coeficientes de seguridad son según el CTE:

$$Mv' < Me' \rightarrow Mv \times 1,8 < Me \times 0,9$$

$$Mv = M + (V \cdot h) = 0 + (52,08 \cdot 1) = 62,49 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$Mv' = Mv \cdot 1,8 = 112,48 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$Me = N_1 \cdot a/2 = 185,08 \cdot 2/2 = 185,08 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$Me' = Me \cdot 0,9 = 166,57 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$Mv' < Me' \rightarrow 112,48 < 166,57 \rightarrow$  CUMPLE

##### b) Comprobación a hundimiento

Para la comprobación a hundimiento debe cumplirse que  $q_b < \sigma_{adm}$ .

$$q_b = N_1 / (a \times b)$$

$$q_b = 185,08 / (1,5 \times 2) = 61,69 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_{adm} = 20.000 \text{ Kg/m}^2 = 200 \text{ kN/m}^2$$

$$q_b < \sigma_{adm} \rightarrow 61,69 \text{ kN/m}^2 < 200 \text{ kN/m}^2 \rightarrow \text{CUMPLE}$$

**c) Comprobación de estabilidad a deslizamiento.**

La estabilidad al deslizamiento de las zapatas queda asegurada al ser una cimentación arriostrada.

**d) Comprobación de las tensiones del terreno.**

La distribución de las tensiones del terreno sobre la base de una zapata que interesa para comprobar que no se rebasa la tensión admisible de éste y para calcular los esfuerzos en la zapata, depende fundamentalmente del tipo de suelo y de la rigidez de la zapata.

Para conocer el tipo de distribución de tensiones en la base de la zapata (triangular o trapezoidal), calcularemos la excentricidad de las cargas.

El terreno solo resiste compresiones.

$e = 0$  Distribución uniforme de tensiones sobre el terreno

$e < a/6$  Distribución trapezoidal de tensiones sobre el terreno

$e > a/6$  Distribución triangular de tensiones sobre el terreno

$$e = M_1 / V_1$$

$$e = 62,49 / 185,08 = 0,34$$

$$a/6 = 2/6 = 0,33$$

En nuestro caso  $e > a/6 \rightarrow \text{DISTRIBUCIÓN TRIANGULAR}$

- Cálculo de las presiones máxima y media transmitida por la zapata al terreno.

$$\sigma_{max} = 4N_1 / 3(a - 2e) \times b$$

$$\sigma_{max} = 4 \cdot 185,08 / 3 \cdot (2 - 0,8) \cdot 1,5 = 137,09 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_{media} = \sigma_{max} / 2$$

$$\sigma_{media} = 155 / 2 = 68,54 \text{ kN/m}^2$$

- Comprobaciones.

$$1,25 \sigma_{\text{adm}} \geq \sigma_{\text{máx}} \quad 1,25 \cdot 200 \geq 137,09 \rightarrow \text{CUMPLE}$$

$$\sigma_{\text{adm}} > \sigma_{\text{media}} \rightarrow 200 > 68,54 \rightarrow \text{CUMPLE}$$

Tras la realización de estas comprobaciones y ya que se cumplen todas, se adoptan unas zapatas de dimensiones:

Longitud (a) = 2 m  
 Anchura (b) = 1,5 m  
 Altura (h) = 1,2 m

#### 4.1.7.-CÁLCULO DE LA ARMADURA DE LA ZAPATA

La armadura de las zapatas se realizará por cuantía geométrica mínima, que para el acero utilizado (B 500 S):

##### Armadura transversal

- **Superficie de acero:**

$$A_s > 0,0018 \cdot a \cdot h = 0,0018 \cdot 200 \cdot 120 = 43,2 \text{ cm}^2.$$

- **Número de barras:**

Considerando que armaremos con redondos de  $\varnothing$  20mm, y sabiendo que el área aproximada de cada redondo son  $3,14 \text{ cm}^2$ , sería necesario disponer de 13,75 redondos por lo que se dispondrán 14 redondos  $\varnothing$  20mm para la armadura longitudinal de la zapata.

- **Separación entre barras:**

Para determinar la separación entre las barras de acero debemos tener en cuenta en recubrimiento nominal calculado anteriormente de 3,5 cm y el número de barras que dispondrá la armadura.

$$\text{Separación} = 200 - 2 \cdot 3,5 = 193 \text{ cm} / 14 \approx 13 \text{ cm}$$

Finalmente se colocarán 14 redondos de 20 mm de diámetro cada uno a una distancia de unos 13 cm entre los mismos.

Para asegurarnos que esta separación es correcta según la normativa, debe cumplirse el artículo 66.4.1 de la EHE:

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

Vemos que cumple todas las condiciones.

### Armadura longitudinal

**- *Superficie de acero:***

$$As > 0,0018 \cdot b \cdot h = 0,0018 \cdot 150 \cdot 120 = 32,4 \text{ cm}^2.$$

**- *Número de barras:***

Para la armadura transversal se colocaran redondos de Ø 20 mm, por tanto serán necesarios disponer 10,31 redondos, es decir, se colocaran 11 redondos Ø 20 mm en la armadura transversal.

**- *Separación entre barras:***

$$\text{Separación} = 150 - 2 \cdot 3,5 = 143 \text{ cm} / 11 \approx 13 \text{ cm}$$

Finalmente se colocarán 11 redondos de 20 mm de diámetro cada uno a una distancia de unos 13 cm entre los mismos.

Para asegurarnos que esta separación es correcta según la normativa, debe cumplirse el artículo 66.4.1 de la EHE:

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

Vemos que cumple todas las condiciones.

**Disposición de las armaduras:**

Se disponen, independientemente del tipo de anclaje, formando un emparrillado sin reducción hasta los bordes de la zapata (teniendo en cuenta el recubrimiento).

**Anclaje de armaduras:**

La longitud del anclaje depende de los siguientes factores:

- De la resistencia del acero y del hormigón: las barras de acero más resistentes necesitan más longitud de anclaje, y si están en hormigón más resistente, necesitan menos longitud que si lo están en hormigón menos resistente.
- De las propiedades de adherencia de las barras: a mayor adherencia, se necesitará menor longitud de anclaje.
- De si el anclaje se hace prolongando la barra en forma recta, en patilla, en gancho, o soldando otra barra transversal.
- De la posición de la barra dentro de la pieza de hormigón:
  - Posición I: de buena adherencia.
  - Posición II: de adherencia deficiente.

Para obtener la longitud de anclaje, la EHE (art. 66) define primero la longitud básica de anclaje  $L_b$ . La calcularemos mediante la fórmula siguiente:

Para barras en posición I:

$$L_bI = m \cdot \phi^2 \text{ y } F_{yk} \cdot \phi / 20$$

Dónde:

$$m = 15$$

$$\phi = 2 \text{ cm}$$

$$F_{yk} \text{ (límite elástico garantizado del acero)} = 500 \text{ N/mm}^2$$

$$L_bI = m \cdot \phi^2 = 15 \cdot 2^2 = 60 \text{ cm}$$

$$F_{yk} \cdot \phi / 20 = 500 \cdot 20 / 20 = 500 \text{ mm} = 50 \text{ cm}$$

Se adopta la mayor longitud básica = **60 cm**

A partir de la longitud básica de anclaje se obtiene la longitud neta  $Lb,net$  que considera otros dos factores que permiten acortar la longitud de anclaje:

$$Lb,net = Lb \times \beta \times As/As,real$$

Dónde:

$\beta$  (factor de reducción según tipo de anclaje) = 0,7.

$As = 43,2$  para la longitudinal y  $32,4$  para la longitudinal.

$As$  real:  $43,96 \text{ cm}^2$  para la longitudinal y  $34,54 \text{ cm}^2$  para la transversal.

$$Lb, net (\text{longitudinal}) = 60 \cdot 0,7 \cdot 43,2/43,96 = 41,27 \text{ cm}$$

$$Lb, net (\text{transversal}) = 60 \cdot 0,7 \cdot 32,4/34,54 = 39,4 \text{ cm}$$

#### 4.2.- CÁLCULO DE LAS RIOSTRAS

Las vigas que se vayan a construir deben cumplir:

$$\text{Canto de la viga (a)} > \text{luz libre}/20$$

$$\text{En nuestro caso } a > 6/20 = 0,3 \text{ m}$$

Al resultar el dimensionado menor al mínimo constructivo según EHE, se adoptarán las medidas mínimas según la norma, por lo que se ejecutará una ristra de sección transversal de  $40 \times 40 \text{ cm}$ . con un recubrimiento tanto lateral como superior e inferior de 5 cm. El hormigón será HA-25/B/20/IIa.

Dado que la pieza se hormigona sobre el terreno, debe disponerse una capa de hormigón de limpieza y excavarse el terreno con las misma precauciones que el fondo de la zapata.

Consideramos una base de hormigón de limpieza de 10 cm para toda la cimentación.

##### 4.2.1.- CÁLCULO DE LA ARMADURA LONGITUDINAL

La armadura  $As$  debe cumplir las condiciones de cuantía geométrica mínima respecto a la sección de la pieza de atado.

$$As > 0,0028 \cdot a \cdot b$$

Considerando que armamos con redondos de  $\varnothing 20$  mm y que necesitamos 4 redondos (2 en la parte superior y 2 en la parte inferior), tenemos que:

$$As = 2 \cdot \pi \cdot r^2$$

$$2 \cdot \pi \cdot 1^2 > 0,0028 \cdot 40 \cdot 40 \rightarrow 6,28 > 4,48$$

La separación entre barras será:  $40 - (2 \times 5) = 30$  cm

#### 4.2.2.- CÁLCULO DE LA ARMADURA TRANSVERSAL

El cálculo se realiza según EHE Art. 42, por cuantía geométrica mínima y deberá cumplir:

Armaduras pasivas:

· Separación:

$$St \leq 15 \times \varnothing \text{ barra} \rightarrow St \leq 15 \times 20\text{mm} = 300\text{mm} = 30\text{cm}$$

· Diámetro:

$$\varnothing t \geq 1/4 \varnothing \text{ armadura} = 1/4 \times 20 \rightarrow \varnothing \text{ estribo} \geq 4\text{mm}$$

Piezas comprimidas:

Distancia entre 2 barras:

- $St \leq 30\text{cm}$
- $St \leq 3a$  ( $a=40$ )  $\rightarrow St \leq 120\text{cm}$
- $St \leq 0,85 \times d$  ( $40-5=35$ )  $\rightarrow St \leq 29,75\text{cm}$

$$\varnothing \text{ estribo} \geq 8 \text{ mm}$$

Para satisfacer todas las condiciones se deberán colocar estribos de  $\varnothing 8$  de acero B 500 S a una equidistancia  $St$  de 25 cm entre estribos, y a 5 cm de los extremos.

## 5.- FOSAS DE DEYECCIONES

La instalación de saneamiento comienza en las naves, con la acumulación del purín en las fosas de deyección situadas bajo las rejillas de las celdas.

Estas fosas no tienen pendiente alguna para evitar la sedimentación de la materia sólida y están conectadas a una tubería por donde fluye el purín hasta una arqueta de registro.

Las arquetas donde se encuentra la apertura de la fosa de deyecciones se colocaran fuera de la nave por si se producen atascos. Las bajantes desde la arqueta hasta la fosa de purín serán del mismo material.

Las fosas de deyección serán de hormigón HA-25/B/20/lia + Qb y el acero para su armado B 500 S. Estarán formadas por muros de 15 cm de grosor y una losa de 15 cm de espesor sobre el hormigón de limpieza.

La solera se distribuye por toda la superficie de la nave, evitando con ello cualquier percolación en el suelo.

### Armado de muros

Acero necesario en la sección vertical:

$$As > 0.0009 \times b \times h$$

$$As > 0.0009 \times 15 \times 100 = 1.35 \text{ cm}^2$$

La cuantía mínima vertical es la correspondiente a la cara de tracción. Se recomienda disponer en la cara opuesta una armadura mínima igual al 30% de la consignada.

Acero necesario en la sección horizontal:

$$As > 0,0032 \times b \times h$$

$$As > 0,0032 \times 15 \times 50 = 2,4 \text{ cm}^2$$

La armadura mínima horizontal deberá repartirse en ambas caras. Para muros vistos por ambas caras debe disponerse el 50% en cada cara.

Para ello se armará con dos tramos de malla electro soldada de redondo de Ø 8 mm cada 15 cm en sentido horizontal y de 30 cm en sentido vertical (15 x 30).

### Armado de losa

La cantidad de acero recomendada para soleras se sitúa entre 2-3 Kg/m<sup>2</sup> de solera.

La losa y solera serán de hormigón armado HA-25/B/20/Ila + Qb de 15 cm de espesor. Se dispondrán juntas de retracción cada 6 m, de un espesor de 5 mm y una profundidad de 1/3 del espesor de la capa. Se llenaran con sellante de juntas de material elástico y adherente al hormigón.

Para calcular la losa también se hace por cuantía geométrica mínima:

$$As > 0,0018 \times b \times h$$

$$As > 0,0018 \times 200 \times 15 = 5,4 \text{ cm}^2$$

Se armará con una malla electro soldada de redondo de Ø8 mm cada 15 cm en cada sentido (15 x 15 cm).

### 6.- SILOS

Los silos han sido calculados para abastecer a la explotación durante 14 días, por lo que se colocaran 4 silos de 18.000 kg de capacidad cada uno.

En cada nave se instalaran 2 silos de chapa de acero galvanizado. Cada uno estará sujeto por cuatro zapatas de 0,6 x 0,6 x 0,4, de hormigón HA- 25/B/20/Ila y acero B 500 S.

Las comprobaciones de las zapatas serán solo a esfuerzo axil, ya que es el único esfuerzo que van a recibir.

La presión que ejerce el silo sobre el terreno debe ser menos que la presión admisible por el mismo que se estima en 2Kg/cm<sup>2</sup>.

Peso propio silo: 21.000 Kg/4 = 5.250Kg = **52,50kN**

Peso de la zapata:  $(0,6 \times 0,6 \times 0,4)m^3 \times 2.500 \text{ Kg/m}^3 = 360 \text{ Kg} = \mathbf{3,60 \text{ kN}}$

Peso total:  $5.250 + 360 = 5.610 \text{ Kg} = \mathbf{56,10 \text{ kN}}$

$$\sigma = N/A = 56,10 \text{ kN} / (0,6 \times 0,6) \text{ m}^2 = \mathbf{155,83 \text{ kN/m}^2}$$

$$155,83 \text{ kN/m}^2 < 200 \text{ kN/m}^2 \rightarrow \mathbf{CUMPLE}$$

El cálculo para la armadura se realiza por cuantía geométrica mínima:

$$As = 0,0018 \times b \times h = 0,0018 \times 60 \times 40 = 4,32 \text{ cm}^2$$

Para que cumpla la cantidad mínima de acero necesario utilizaremos 4 redondos de acero de Ø12 mm colocados a una distancia de 17,5 cm entre barras y a 3,5 cm de cada extremo.

Para permitir el acceso a la parte superior, cada silo cuenta con una escalera en su superficie con un sistema de protección frente a posibles caídas.

En la parte baja del cono lleva una ventanilla para vaciado del mismo o por si se producen obstrucciones.

## 7.- VALLADO PERIMETRAL

De acuerdo con el artículo 3.12 de la Ley 8/2003, de 24 de Abril, de sanidad animal, las explotaciones de la especie porcina de producción intensiva deben disponer de un vallado perimetral que acoja la explotación y que impida el acceso a vehículos, animales y personas no autorizadas. La entrada dispondrá de vado sanitario y éste se encontrara siempre en disposición de uso.

El vallado de todo el perímetro de la explotación se realizará mediante malla galvanizada de 2 m. de altura, con postes de tubo galvanizado de 50 mm de diámetro asentados en dados de hormigón de 40 x 40 x 50 cm cada 3 m.

Cada 5 postes habrá uno que llevará dos tirantes, de hierro galvanizado de 50 mm que se unirán al suelo. Asimismo las esquinas del vallado también tendrán estos tirantes, los cuales por la forma específica de la esquina formaran un ángulo entre si.

Para la entrada a la explotación se colocará una puerta de 4 metros de anchura, formada por dos hojas, con marcos de acero inoxidable y la misma tela metálica que el vallado.

Asimismo, tal y como exige el artículo 3.12 de la Ley 8/2003, de 24 de Abril, de sanidad animal, la zona donde se ubican la fosas de purín y de cadáveres se vallará de manera independiente. El vallado y la puerta de acceso serán del mismo material y de las mismas dimensiones que los anteriores.

## 8.- ZONA OFICINAS-ALMACEN

La caseta almacén de la explotación se sitúa entre las dos naves dispuestas longitudinalmente uniéndolas en un solo edificio y tiene unas medidas interiores de 6 x 14 m y contendrá el almacén, la sala de calderas, la oficina, el baño-vestuario y la sala para el grupo electrógeno. La distribución es la siguiente:

- Oficina – 9 m<sup>2</sup>
- Vestuario/baño – 9 m<sup>2</sup>
- Almacén – 48 m<sup>2</sup>
- Sala calderas – 6 m<sup>2</sup>
- Sala grupo electrógeno – 12 m<sup>2</sup>

La solera de la caseta será idéntica a la colocada en las naves y la cubierta de esta se apoyara sobre los 4 pilares hastiales de la nave de 0,3 x 0,3 m empotrados en zapatas de 1 x 1 x 1 m y situados a 4,8 m de intereje. Las correas utilizadas serán idénticas a las utilizadas en la cubierta de la nave con la diferencia de que en la caseta no se rematara esta con una cumbre.

Los cerramientos se realizaran en bloques de hormigón y se colocaran puertas de chapa galvanizada con rejillas de ventilación incorporada.

## 9.- BADEN DE DESINFECCIÓN

El badén de desinfección se ubicará a la entrada de la explotación, de manera que cualquier vehículo que entre deberá cruzarlo. Se llenara con una solución desinfectante con el objetivo de eliminar cualquier parásito que pudieran contener los neumáticos de los vehículos. Se renovara mensualmente.

Para su construcción, se hará una excavación sobre ella una presolera de 15 cm de zahorra compactada y encima una solera de 22 cm de HM-20 con mallazo 15x30 Ø6.

Las medidas serán 8 x 3 m, con una pendiente a la entrada y la salida de 2,75 metros quedando 2,5 metros de solera plana con una profundidad de 0,45 m y 0,25 de llenado.

## 10.- FOSA DE CADÁVERES

Según el reglamento de la CE 1069/2009 se deberán disponer contenedores para el almacenamiento de cadáveres hasta la recogida de estos por parte de un servicio de recogida de cadáveres autorizado para transportarlo a un centro autorizado para su tratamiento.

En la explotación se dispondrán dos contenedores situados sobre una pequeña solera de Hormigón en masa con el fin de obtener una superficie de fácil limpiado. Los contenedores se situaran en el interior del vallado perimetral junto a la entrada de la nave y el camión de transporte accederá a ellos a través de una puerta colocada para dicho fin, de forma que no será necesario que acceda a la explotación.

Conforme al D 94/2009 y con el fin de prever situaciones extraordinarias en el sistema o servicio que imposibiliten la recogida y eliminación de cadáveres, se dispondrá de una fosa de cadáveres impermeable y cerrada.

Deberá poder acoger un 2% del total de plazas, es decir, 40 cerdos a razón de 5 cerdos por  $m^3$ , se necesita un volumen útil de 8  $m^3$ .

## 11.- BALSA DE PURINES

Para el cálculo de la capacidad del depósito de almacenamiento de purín producido en  $m^3$  por cabeza en 120 días, empleamos el dato de referencia indicado en la Orden de 13 de Febrero de 2015, de los Consejeros de Obras Públicas, Urbanismo, Vivienda y Transportes, de Política Territorial e Interior, y de Agricultura, Ganadería y Medio Ambiente, por la que se sustituyen varios anexos de las Directrices sectoriales sobre actividades e instalaciones ganaderas, cuya revisión se aprobó por el Decreto 94/2009, de 26 de Mayo, del Gobierno de Aragón.

Capacidad depósito almacenamiento:

$$1999 \text{ cerdos} \cdot 0,75 \text{ } m^3/\text{plaza en 120} = 1499,25 \text{ } m^3 \text{ de purín en 120 días}$$

$$1499,25 \cdot 3 = 4497,75 \text{ } m^3 \text{ purín/año}$$

La opción adoptada para la construcción será una balsa excavada en el terreno, de dimensiones:

- Base mayor: 35 x 15 m
- Base menor: 29 x 9 m
- Profundidad: 3 m
- Resguardo: 10 % de la capacidad
- Talud: 1/1 (h/v)
- Capacidad útil: 1.152 m<sup>3</sup>

Puesto que la capacidad de las fosas interiores de purines pueden computarse como parte integrante del sistema de almacenamiento, consideraremos los canales de deyección del interior de las naves ganaderas. La nave ganadera dispone de 8 canales de 60 m de longitud por 1,80 m. de anchura y 0,50 m. de profundidad, con una capacidad total de 432 m<sup>3</sup>.

Entre la balsa y los canales se tiene una capacidad de almacenamiento de 1.584 m<sup>3</sup>, superior a los 1.500 m<sup>3</sup> necesarios según normativa.

La solera será de hormigón armado HA-25/B/20-IIa+Qa de 15 cm de espesor con malla electro-soldada de acero B 500 T con redondos de 8 mm cada 15 cm en las dos direcciones.

La fosa estará protegida por una valla metálica perimetral de 2 m de alta con 2 puertas de 4 m de anchura para el acceso de vehículos. El material utilizado será el mismo que el empleado para el vallado perimetral.

**ANEXO 10**  
**INSTALACIONES**

## Anexo 10.- Instalaciones

1.- Instalación de distribución de Alimento .....	Pág. 1
1.1.- Consumo calculado para un periodo de 14 días .....	Pág. 1
1.2.- Elementos de la instalación .....	Pág. 1
1.3.- Conducción de pienso .....	Pág. 3
2.- Instalación de Ventilación .....	Pág. 4
2.1.- Sistema de ventilación: Ventilación natural .....	Pág. 4
2.1.1.- Ventilación estática horizontal .....	Pág. 5
2.1.2.- Ventilación estática vertical .....	Pág. 6
2.2.- Cálculo de la ventilación en invierno .....	Pág. 7
2.3.- Cálculo de la ventilación en verano .....	Pág. 8
2.4.- Cálculo de la ventilación para cerdos de 6 a 60 kg .....	Pág. 10
2.4.1.- Cálculo de la ventilación en invierno.....	Pág. 10
2.4.2.- Cálculo de la ventilación en verano.....	Pág. 11
2.5.- Cálculo de la ventilación para cerdos de 60 a 105 kg .....	Pág. 11
2.5.1.- Cálculo de la ventilación en invierno.....	Pág. 11
2.5.2.- Cálculo de la ventilación en verano.....	Pág. 11
2.6.- Cálculo de la superficie necesaria para la ventilación .....	Pág. 12
3.- Calefacción .....	Pág. 13
3.1.- Introducción .....	Pág. 13
3.2.- Cálculos.....	Pág. 13
3.2.1.- Cálculo de calor aportado por los animales (Qs) .....	Pág. 14
3.2.2.- Cálculo de calor necesario para calentar el aire exterior (Qv) .....	Pág. 15
3.2.3.- Cálculo de calor transmitido por elementos constructivos (Qt) .....	Pág. 16
3.2.3.1.- Coeficiente de transmisión térmica de las paredes .....	Pág. 18
3.2.3.2.- Coeficiente de transmisión térmica de la cubierta .....	Pág. 18
3.2.3.3.- Coeficiente de transmisión térmica de las ventanas .....	Pág. 18
3.2.4.- Cálculo de las necesidades de calefacción .....	Pág. 19
3.3.- Instalación de la calefacción .....	Pág. 19
3.3.1.- Elementos de la instalación .....	Pág. 19
4.- Instalación de la fontanería .....	Pág. 22
4.1.- Descripción .....	Pág. 22
4.2.- Necesidades de agua .....	Pág. 23
4.3.- Conducciones de agua.....	Pág. 24
4.3.1.- Tubería del hidrante al depósito .....	Pág. 24
4.3.2.-Tubería del depósito a la explotación .....	Pág. 24
4.3.3.- Tuberías interiores de la nave .....	Pág. 26
5.- Instalación de protección contra incendios .....	Pág. 27
6.- Instalación de saneamiento .....	Pág. 27
6.1.- Instalación de transporte y almacenamiento de purines.....	Pág. 27

## 1.- INSTALACIÓN DE DISTRIBUCIÓN DE ALIMENTO

La alimentación es uno de los pilares básicos del manejo de los animales, y como tal, requiere una atención especial por parte de los cuidadores de la explotación.

Debido al gran número de animales en la fase de cebo, el reparto del pienso será automatizado, evitando así gran parte de la mano de obra.

A continuación se establece el consumo estimado para un periodo de 14 días, así como los elementos necesarios para almacenar el pienso y repartirlo a cada una de las corralinas.

### 1.1.- CONSUMO CALCULADO PARA UN PERIODO DE 14 DÍAS

Se estima una consumo diario de pienso de aproximadamente 2,5 kg por cerdo y día.

$$1.999 \text{ cerdos} \cdot 2,5 \text{ kg/día} = 4.997,5 \text{ kg/día}$$

$$4.997,5 \text{ kg/día} \cdot 14 \text{ días} = 69.965 \text{ kg}$$

Ajustamos el consumo calculado a 70.000 kg. Dispondremos de 4 silos, 2 en cada nave, de 18.000 kg de capacidad cada uno.

### 1.2.- ELEMENTOS DE LA INSTALACIÓN

Silo: Los silos serán de chapa galvanizada lisa y con unión soldada. Se fijan al suelo mediante pernos a la cimentación. Tendrán capacidad para almacenar el pienso suficiente para el consumo de 14 días, por ello se dispondrá de 4 silos de 18.000 kg cada uno.

Cono: Esta pieza sirve para adaptar los diversos tipos de cajetines al silo. Puede ser simple o doble. En nuestro caso será simple.

Cajetín: El cajetín es una pieza metálica, que se coloca debajo del silo. En él cae el pienso y contiene el comienzo del alambre sínfin. Puede tener de una a tres salidas que combinándolo con conos simples o dobles podemos obtener hasta seis líneas de salida por silo. En nuestro caso será un cajetín de dos salidas.



Tubo transportador: Se encarga de llevar el pienso desde el silo hasta los diversos contenedores. Su diámetro vendrá dado por el tiempo en que se desee repartir el pienso. El tubo de reparto será de PVC de diámetro 90 mm.

Dosificadores: Son adaptables al diámetro del tubo transportador, con raseta de cierre y trampilla de medicación individuales, paro de doble seguridad por membrana y célula fotoeléctrica.

Bajantes: Facilitan la caída del pienso en las tolvas. Se adaptan al tubo transportador mediante una conexión en T sujetada con bridas. Suponen un incremento en el volumen de pienso almacenado para cada celda. Se instalarán bajantes de PVC diámetro 90 mm.

Sujeciones: Los tubos se mantienen en el aire gracias a que están sujetos a un alambre tensor que se estira mediante un tensor de alambres clavado en las paredes.

Motor: Los motores son trifásicos y su potencia será de 1 CV. El motor se conecta con el sinfín mediante un cabezal y se mantiene sujeto con cadenas y alambres tensores al mismo alambre que sujeta el tubo. Al estar situados dentro de los alojamientos, deberá tener la protección adecuada para trabajar en un local calificado como húmedo. Se situará al final de la línea, estará equipado con un conjunto moto reductor con unidad de control, sensor capacitivo de membrana, tubo de gran diámetro para evitar apelmazamientos y motoreductor compacto construido totalmente en aluminio.



Tolvas: Son tolvas tubulares de PVC de diámetro 300 mm, una para cada celda, la cual lleva incorporado un chupete. Incorporan mecanismo de cierre-regulación de caída de pienso situado en la parte posterior de la misma, y en los primeros meses de crecimiento unas tolvas multiplaza que disponen de 5 plazas que además están adaptadas para que los lechones realicen una transición adecuada a las tolvas monoplazas.



### 1.3.- CONDUCCIÓN DE PIENSO

Desde el cajetín de cada silo saldrá un tubo principal de PVC de 90 mm de diámetro, el cual transportará el pienso mediante un sifón para cada una de las bajantes a tolva. Habrá pues, 2 tubos principales en cada nave, uno por pasillo, recorriéndolo a una altura de 3 m hasta el final del pasillo. Las bajantes transportarán por caída el pienso desde el tubo principal hasta la tolva, serán de tubo de PVC de 90 mm. Los tubos para cada pasillo estarán conectados a los dos silos, de ahí el uso del cajetín de dos salidas. Esto permite utilizar el pienso de cada silo para cualquiera de los dos pasillos.



## 2.- INSTALACIÓN DE VENTILACIÓN

Ventilar consiste en sustituir el aire del interior de un alojamiento por otro procedente del exterior, más apto para los animales. Con la ventilación se pretenden alcanzar los siguientes objetivos:

- Aportar el oxígeno necesario para la respiración.
- Eliminar los gases nocivos producidos como consecuencia de la propia respiración de los animales y de la fermentación de la materia orgánica.
- Eliminar el exceso de humedad en el interior del alojamiento que se produce por la respiración del propio ganado y de la evaporación de orines y aguas de limpieza.
- Disminución de la temperatura ambiental en verano mediante la sustitución del aire interior por otro más frío procedente del exterior.

### 2.1.- SISTEMA DE VENTILACIÓN: VENTILACIÓN NATURAL

Teniendo en cuenta que para que exista movimiento de aire entre dos puntos debe haber una diferencia de presión entre ambos, la ventilación natural se basa en la formación de corrientes de aire producidas por diferencias de presión o temperatura dentro del mismo.

En este caso, el flujo de aire depende:

- De la diferencia de temperatura entre el aire exterior e interior, lo que es lo mismo, de la diferencia de densidad.
- De la velocidad y dirección del viento así como, aunque en menor medida, de la diferencia de temperaturas entre fachadas opuestas, diferencia debida a la radiación solar que crea una corriente de aire desde la fachada fría a la caliente.

El interés esencial de la ventilación estática es que no existe movimiento de aire si no hay viento o si se igualan las temperaturas interior y exterior. En conjunto y como primera conclusión, habría que señalar que en la ventilación natural adquiere una gran importancia la orientación de la nave, lo que no sucede con la ventilación dinámica o forzada.

Existen dos tipos fundamentales de ventilación estática o natural:

- Ventilación estática horizontal.
- Ventilación estática vertical.

### **2.1.1.- VENTILACIÓN ESTÁTICA HORIZONTAL**

Se basa en la acción del viento al incidir en una fachada con huecos o ventanas originando un aumento de presión en la masa de aire próxima a ella que se contrapone a la zona de depresión en la fachada opuesta, creándose una corriente de aire desde la primera hasta la segunda. En la práctica, con vientos de 5 km/h se consigue una buena renovación de aire por este sistema, incluso superior a la obtenida mediante "barrido vertical".

Este "barrido transversal" puede ser acentuado por diferencias de temperatura entre ambas fachadas, de manera que si no hay viento las diferencias de presión se producen fundamentalmente por este último mecanismo gracias al calentamiento de la pared orientada al sur, lo que provoca una menor densidad del aire próximo a la misma y una corriente de aire para equilibrar presiones desde la fachada orientada al norte.

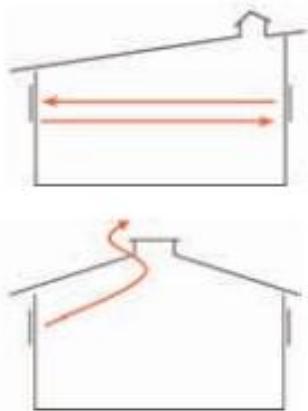
Lógicamente, aquellas instalaciones en las que la renovación del aire se va a producir fundamentalmente gracias al viento no deben estar ubicadas en lugares protegidos del mismo, dado que siempre es posible restringir la ventilación ante una excesiva velocidad del aire.

Los alojamientos que renuevan el aire mediante ventilación estática horizontal tienen aberturas o ventanas en sus dos fachadas principales. Es muy interesante automatizar la apertura y/o cierre de las ventanas o cortinas con objeto de tener un adecuado control sobre la renovación del aire las 24 horas del día.

Para ello, se instalan dos sondas de temperatura (una a cada lado del edificio) que envían información a un sencillo microprocesador que ordena abrir o cerrar a sendos moto reductores.

## 2.1.2.- VENTILACIÓN ESTÁTICA VERTICAL

Es la que tiene lugar por la cumbre ("barrido vertical"), en la que se deben colocar chimeneas o aberturas. Es necesario regular las secciones de entrada y salida del aire.



Se basa en que el aire caliente pesa menos que el frío y en que el aire húmedo es así mismo, más ligero que el seco a igual temperatura. De esta manera, el aire que está en contacto con los animales, más caliente y húmedo, sube a las capas más altas del alojamiento, siendo sustituido por otro frío y menos húmedo que entra desde el exterior generalmente a través de ventanas abiertas en las fachadas principales. Es un sistema que, como se ha señalado, funciona bastante bien en invierno, cuando el objetivo fundamental de la ventilación es eliminar el exceso de humedad y el caudal de aire que es necesario evacuar es reducido.

En nuestras naves de cebo utilizaremos ventilación estática o natural vertical y horizontal, que se basa en la formación de corrientes de aire naturales producidas por diferencias de presión o de temperatura.

Se aprovecharán al máximo estas corrientes de aire mediante la colocación de ventanas en las fachadas principales, por las que entrará el aire fresco que sustituye al aire viciado que sale por la apertura que recorre toda la cumbre de las naves, según se puede apreciar en los planos correspondientes

Para el cálculo del caudal de aire a renovar en alojamientos porcinos se establecen dos tipos; la ventilación de invierno y la de verano:

Ventilación de invierno: Para disminuir el exceso de humedad producida por el ganado, además de los gases tóxicos y evitar que descienda la temperatura.

Ventilación de verano: Consiste en evacuar el calor producido por el ganado, a fin de que la temperatura sea, como máximo, la del exterior.

## 2.2.- CÁLCULO DE LA VENTILACIÓN EN INVIERNO

El caudal de aire a evacuar para eliminar el vapor de agua producido por los animales, se calcula de la siguiente forma:

$$V = P / (P_i - P_e)$$

Dónde:

- $V$  representa el caudal de aire a renovar expresado en  $m^3/h$ .
- $P$  representa la cantidad de vapor de agua a extraer del alojamiento expresado en  $g/h$ . Que es el producto del vapor de agua exhalado por animal albergado por el número de animales alojados.
- $P_i$  representa la humedad absoluta del aire en el interior del alojamiento a la temperatura y humedad relativa óptimas en función del tipo de animal alojado expresada en  $g$  de agua por  $m^3$  de aire.
- $P_e$  representa la humedad absoluta del aire en el exterior del alojamiento a la temperatura y humedad relativa ambiental (exterior) expresada en  $g$  de agua por  $m^3$  de aire.

Para este cálculo hemos utilizado las siguientes tablas:

Tabla 10.1.- Cantidad de agua (g) contenida en un m <sup>3</sup> de aire Fuente: García Vaquero	
T <sup>o</sup> °C	Contenido (g/m <sup>3</sup> ) de agua saturada en aire
-2	4,14
0	4,91
2	5,62
4	6,52
6	7,28
8	8,10
10	9,51
12	10,85
14	12,26
16	13,90
18	15,65
20	17,70
22	19,82
24	22,40
26	25,26
28	28,20
30	31,70

Tabla 10.2.- Humedad producida por el ganado porcino	
Peso Vivo (kg)	Vapor de agua (g/h)
Nacimiento	10
Destete	15
20 kg	50
30 kg	70
45 kg	95
60 kg	110
70 kg	120
95 kg	150
cerda con camada	200

### 2.3.- CÁLCULO DE LA VENTILACIÓN EN VERANO

Para el cálculo de las necesidades del caudal de aire a renovar en verano hay que partir del hecho de que 1 m<sup>3</sup> de aire absorbe 0,3 kcal cuando su temperatura se incrementa 1 °C, con lo que si la diferencia de temperatura entre el interior y el exterior es T<sub>i</sub> – T<sub>e</sub>, 1 m<sup>3</sup> de aire absorberá 0,3 (T<sub>i</sub> – T<sub>e</sub>) kcal.

El caudal estimado a renovar se calcula:

$$V = A / 0,3 \cdot (T_i - T_e)$$

Dónde:

- **V** es el caudal de aire a renovar en verano (m<sup>3</sup>/h), que equivale al caudal de aire necesario para absorber el calor sensible producido por los animales.

- **A** es el calor sensible (que es el que calienta la nave) producido por los animales alojados expresado en kcal/h.

-  $T_i - T_e$  es la diferencia entre la temperatura interior y la exterior, sus valores oscilan entre 2 y 4 dependiendo de la temperatura media en verano en la zona considerada, de manera que cuando ésta es superior a 26 °C se adoptará el menor valor (2), yendo a valores superiores (hasta 4) en zonas menos calurosas. En nuestro caso concreto, como la temperatura media del mes según anexo de climatología es para los meses de verano el siguiente:

- Junio: 21,8°C
- Julio: 24,2 °C
- Agosto: 24,7 °C

Tomaremos el valor de 3, ya que no sobrepasa el límite superior de 26°C.

La tabla utilizada para estos cálculos será la siguiente:

<b>Tabla 10.3.- Calor sensible producido por el ganado (varios autores)</b>	
<b>Peso vivo (kg)</b>	<b>Calor sensible (Kcal/h)</b>
<b>Lechones</b>	
Nacimiento	3
Destete	8
20 kg	40
<b>Cebos</b>	
30 kg	50
45 kg	68
60 kg	78
70 kg	85
95 kg	110
<b>Maternidad</b>	
Cerda con camada	200

Los cálculos de ventilación serán los siguientes:

En la fase de cebo los cerdos entrarán con 6 kg (peso vivo) y saldrán con 105 kg (peso vivo). Las dos naves de cebo que posee la explotación que se proyecta son

iguales, por tanto se calcula la ventilación de una de ellas. En la fase de cebo se realizarán dos cálculos de ventilación, ya que esta fase comprende un periodo de tiempo amplio en la vida del cerdo, y por tanto la envergadura del animal difiere mucho a su entrada en el cebadero con su salida.

Los dos cálculos serán:

- Ventilación del cebadero hasta que los animales alcanzan un peso vivo de 60 kg. Para este caso consideramos el peso medio del animal este último.
- Ventilación del cebadero, desde los 60 kg (PV) hasta los 105 kg (PV). Este último será el peso medio a considerar para los cálculos.

## 2.4.- CÁLCULO DE VENTILACIÓN PARA CERDOS DE 6 A 60 KG (Peso vivo)

### 2.4.1.- CÁLCULO DE LA VENTILACIÓN EN INVIERNO

Características a tener en cuenta:

- N° de cerdos de cebo por nave = 1000
- Peso medio = 60 kg
- Temperatura óptima interior = 24 °C
- Humedad relativa interior = 70%
- Temperatura ambiental exterior = 0°C
- Humedad relativa exterior = 90%

Por lo tanto:

$$P_i = 22,4 \cdot 0,7 = 15,68 \text{ g/m}^3$$

$$P_e = 4,91 \cdot 0,7 = 3,44 \text{ g/m}^3$$

$$P = 110 \text{ g/h producido por un cerdo de 60 kg}$$

$$V = P / (P_i - P_e) = 110 / (15,68 - 3,44) = 8,98 \text{ m}^3 / \text{hora y animal}$$

Multiplicamos por el número total de cerdos, el caudal de aire a renovar será:

$$V_r = 8,98 \times 1000 = \mathbf{8.980 \text{ m}^3/h}$$

## 2.4.2.- CÁLCULO DE LA VENTILACIÓN EN VERANO

Características a tener en cuenta:

- N° de cerdos por nave = 1000
- Peso medio = 60 kg
- A = 78 kcal/h
- Ti-Te = 3°C

Por tanto:

$$V = A / 0,3 \cdot (Ti-Te) = 78 / (0,3 \cdot 3) = 86,66 \text{ m}^3/\text{h y animal}$$

Como cada nave de cebo contiene 1000 cerdos, el caudal de aire total a renovar será:

$$VT = 86,66 \cdot 1000 = \mathbf{86.660 \text{ m}^3/\text{h}}$$

## 2.5.- CÁLCULO DE VENTILACIÓN PARA CERDOS DE 60 A 105 KG (Peso vivo)

### 2.5.1.- CÁLCULO DE LA VENTILACIÓN EN INVIERNO

Las características para el cálculo son las mismas que en el caso anterior, salvo que ahora el peso medio de los cerdos de cebo es fijado al peso de su salida del cebadero, con una media de 95 kg.

Por tanto:

Solo varía el valor de  $P = 150 \text{ g/h}$  producido por un cerdo de 95 kg

$$V = 150 / (15,68 - 3,44) = 12,25 \text{ m}^3/\text{h y animal.}$$

Como cada nave contiene 1000 cerdos:

$$VT = 12,25 \times 1000 = \mathbf{12.250 \text{ m}^3/\text{h}}$$

### 2.5.2.- CÁLCULO DE LA VENTILACIÓN EN VERANO

El peso medio que se considera para los cerdos es de 95 kg/PV, al cual le corresponde:

$$A = 110 \text{ kcal/h}$$

$$Ti-Te = 3^\circ\text{C}$$

Por tanto:

$$V = 110 / (0,3 \cdot 3) = 122,22 \text{ m}^3/\text{h y animal}$$

Como cada nave de cebo contiene 1000 cerdos el caudal de aire total a renovar será:

$$VT = 122,22 \cdot 1000 = \mathbf{122.220 \text{ m}^3/\text{h}}$$

## 2.6.- CÁLCULO DE LA SUPERFICIE NECESARIA PARA LA VENTILACIÓN

Las necesidades de superficie de ventilación serán:

$$S = 0.000185 \cdot V$$

Siendo:

$S$  = Superficie necesaria de ventilación.

$V$  = Caudal de aire a renovar en verano en cerdos de 60-95 kg (122.220 m<sup>3</sup>/h)

$$S = 0.000185 \cdot 122.220 \text{ m}^3/\text{h} = \mathbf{22,61 \text{ m}^2}$$

La superficie de ventilación disponible será la suma de las ventanas y del caballete en cumbre:

Superficie de ventanas proyectadas: 40 ventanas  $\cdot$  2 m<sup>2</sup> / ventana = 80 m<sup>2</sup>

Superficie de la apertura de cumbre: 58 m  $\cdot$  0,20 m = 11,6 m<sup>2</sup>

Total Superficie Útil para Ventilación: 91,6 m<sup>2</sup>

Como 91,6 m<sup>2</sup> > 22,61 m<sup>2</sup> **SE CUMPLE**

La solución adoptada para el mes más caluroso es válida.

### 3.- CALEFACCIÓN

#### 3.1.- INTRODUCCIÓN

La demanda energética de una instalación ganadera está íntimamente ligada a mantener unas condiciones ambientales adecuadas para los animales en su interior. El control del ambiente mejora el bienestar de los animales y contribuye a alcanzar los objetivos productivos de la explotación.

Los sistemas de calefacción y refrigeración se usan para controlar la temperatura interior en los alojamientos ganaderos. Su objetivo es el de alcanzar, en la medida de lo posible, las temperaturas óptimas de producción.

Debido a las características productivas del sector porcino, las medidas de climatización y aislamiento no están tan extendidas. La respuesta de los animales ante variaciones ambientales y de temperatura se caracteriza por una mayor elasticidad.

El sistema aislante empleado es muy importante a la hora de determinar las necesidades de calefacción o refrigeración de los animales. Representa un factor determinante en el resultado final, pero su influencia no ha de ser considerada de modo independiente. Es importante recordar, que el equilibrio térmico en el alojamiento depende también de otros factores como son el calor suministrado por los propios animales y la necesidad de calentar o enfriar el aire que entra a través de los sistemas de ventilación.

#### 3.2.- CÁLCULOS

Se trata de determinar las necesidades de calefacción  $Q_c$  (kcal/h·plaza) para una explotación de cebo de 1999 plazas en el término municipal de Almudévar.

Para el cálculo de estas necesidades lo primero es conocer las temperaturas recomendadas para los animales en la explotación.

Tabla 10.4.- TEMPERATURAS RECOMENDADAS	
Categoría Animal	Temperatura Ideal (ºC)
Gestación-cubrición	15
Cerdas lactantes	17
Lechones	24
Cerdos de cebo	18

Fuente : IDAE

Tomaremos como temperatura ideal de la explotación 24ºC

El cálculo para determinar las necesidades energéticas (calor suministrado por la calefacción / refrigeración), se basa en el principio de equilibrio térmico en un alojamiento ganadero.

Por un lado, el calor transmitido a través de los cerramientos ( $Q_t$ ) depende del sistema de aislamiento empleado, y tendrá distinto signo en función del sentido del flujo de calor. El caudal de aire que entra en las instalaciones necesita ser calentado o refrigerado ( $Q_v$ ). Por otro lado, los animales aportan calor ( $Q_s$ ) en el interior de la explotación.

Por tanto, será posible compensar las pérdidas y ganancias de calor a través del ( $Q_c$ ), calor aportado por los equipos de calefacción o refrigeración.

La ecuación de equilibrio térmico en un alojamiento ganadero es la siguiente:

$$Q_s + Q_c = Q_v + Q_t$$

Donde:

**$Q_s$**  Es el calor sensible aportado por los animales.

**$Q_c$**  Es el calor suministrado por la calefacción / refrigeración.

**$Q_v$**  Es el calor necesario para calentar o enfriar el aire que penetra en el alojamiento desde el exterior como consecuencia de las necesidades de ventilación.

**$Q_t$**  Es el calor transmitido, que se pierde o se gana a través de los elementos constructivos del alojamiento.

### 3.2.1.- CÁLCULO DEL CALOR APORTADO POR LOS ANIMALES ( $Q_s$ )

El calor sensible aportado por los animales en el interior de la explotación depende tanto de la especie animal como del estado fisiológico.

El calor aportado por el ganado porcino se recoge en la siguiente tabla:

**TABLA 10.5.- CALOR APORTADO POR EL GANADO**

Categoría Animal	Qs (kcal/h·cabeza)
Gestación-cubrición	115
Cerdas lactantes	200
Lechones	45
Cerdos de cebo	97,5

Fuente : IDAE

En nuestro caso el valor de Qs es 45 kcal/h·cabeza.

El valor en la explotación

$$Qs = 45 \text{ kcal/h·cabeza} \times 1999 \text{ cabezas} = 89.955 \text{ kcal/h}$$

### 3.2.2.- CALCULO DEL CALOR NECESARIO PARA CALENTAR EL AIRE DEL EXTERIOR (Qv)

En primer lugar es necesario calcular el volumen de aire a renovar. Tomaremos el dato referido a invierno según la siguiente tabla.

Categoría Animal	Ventilación (m <sup>3</sup> /h·cabeza)		
	Invierno	Primavera/Otoño	Verano
Gestación-cubrición	50	125	200
Cerdas lactantes	75	212,5	350
Lechones	12	36	30
Cerdos de cebo	29	77	125

Fuente : IDAE

El caudal de aire a renovar (C) en invierno será 12 m<sup>3</sup>/h·cabeza

A su vez Qv se calcula mediante la siguiente expresión:

$$Qv = C \cdot n \cdot 0,3 (T_i - T_e)$$

Donde:

C es el caudal de aire a renovar en invierno en m<sup>3</sup>/h·cabeza.

n es el número de animales.

0,3 se considera el calor específico del aire.

T<sub>i</sub> es la temperatura óptima para cada tipo de animal dentro de la granja.

T<sub>e</sub> es la temperatura exterior.

El valor de **C** según la tabla anterior es  $12 \text{ m}^3/\text{h}\cdot\text{cabeza}$ . El número de animales en la nave será 1999. La temperatura óptima es  $24 \text{ }^\circ\text{C}$  y como temperatura exterior tomaremos  $2 \text{ }^\circ\text{C}$ , que es la media de las temperaturas mínimas del mes de enero, según el anexo climático.

Por tanto el valor de  $Q_v$  es:

$$Q_v = 12 \text{ m}^3/\text{h}\cdot\text{cabeza} \cdot 1999 \text{ cabezas} \cdot 0.3 \cdot (24 - 2) = \mathbf{158.320 \text{ kcal/h}}$$

### 3.2.3.- CÁLCULO DEL CALOR TRANSMITIDO POR ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS (Qt)

A continuación hay que abordar el término  $Qt$  de la ecuación, que corresponde a las pérdidas de calor a través de los elementos constructivos.

Como consideración preliminar, según la bibliografía especializada, señalar que las pérdidas de energía en un edificio ganadero se cuantifican como sigue: 10% a través del suelo, 20% a través de las paredes del contorno y 70% a través de la cubierta. Inmediatamente se deduce la importancia que tiene el tipo de cubierta a elegir y su sistema de aislamiento, para evitar pérdidas energéticas. No se deberá tampoco descuidar una adecuada elección del material de construcción de las paredes, donde están también incluidas las superficies de puertas y ventanas. Por lo que respecta a las soleras, vienen generalmente impuestas por condicionantes derivados del manejo de las deyecciones de los animales. No obstante, tienen energéticamente hablando poca contribución, comparándola con el resto de elementos que conforman el edificio.

En este apartado hay que calcular el coeficiente de transmisión térmica ( $K$ ), expresado en  $\text{kcal}/\text{m}^2\cdot\text{h}\cdot\text{ }^\circ\text{C}$  de cada uno de los diferentes cerramientos que componen el edificio. La resistencia térmica de cada material se calcula mediante la expresión:

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_e} + \frac{e}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_i}}$$

El término  $1/\alpha_e$  es el coeficiente superficial de transmisión de calor del fluido caliente a la pared (admisión), expresado generalmente en  $\text{kcal}/\text{h}\cdot\text{m}^2\cdot\text{ }^\circ\text{C}$  y el término  $1/\alpha_i$  es el coeficiente de transmisión de calor de la pared al fluido frío (emisor), expresado en idénticas unidades. Estos coeficientes se recogen en la siguiente tabla:

TABLA 10.7.- COEFICIENTES DE TRANSMISIÓN SUPERFICIAL		
Situación del elemento	$\alpha$	$1/\alpha$
<b>Superficies interiores</b>		
Paredes y tabiques	7	0,14
Ventanas	10	0,10
<b>Pavimentos y techos</b>		
Ventilación con aire ascendente	7	0,14
Ventilación con aire descendente	5	0,20
Falsos techos o similares	10	0,10
<b>Superficies exteriores</b>		
Zonas de vientos flojos y zonas urbanas	20	0,05
Zonas de vientos fuertes	25	0,04

Fuente: MAPA 1981.

Los coeficientes de conductividad térmica ( $\lambda$ ) de los distintos materiales de construcción pueden obtenerse de numerosa bibliografía. En el siguiente cuadro se recogen los correspondientes a algunos de los materiales habituales en la construcción de edificios ganaderos.

TABLA 10.8.- COEFICIENTES DE CONDUCTIVIDAD TÉRMICA	
Material	Conductividad térmica $\lambda$ (kcal/h·m·°C)
<b>PAREDES</b>	
Fábrica de bloque hueco hormigón	0,42
Fábrica de bloque de termoarcilla	0,25
Pares prefabricada de hormigón con aislante 4/4/4 (12 cm)	0,79
Pares prefabricada de hormigón con aislante 4/8/4 (16 cm)	0,44
<b>VENTANAS</b>	
Ventana cristal sencillo	4,47
Doble ventana	2,75
Ventana poliéster 5 mm	4,44
PVC con vidrio doble 4-8-4	2,80
<b>CUBIERTAS</b>	
Placa ondulada fibrocemento 6 mm (SIN AISLAR)	5,47
Placa ondulada fibrocemento+poliuretano proyectado "in situ" 50mm	0,37
Sándwich doble chapa metálica + 80mm lana de roca	0,47
Sándwich doble capa + 30 mm poliuretano	0,59
Sándwich doble capa + 50 mm de poliuretano	0,37

Varias fuentes

El término  $e$  hace referencia al espesor del material que forma parte del elemento constructivo.

### 3.2.3.1- COEFICIENTE DE TRANSMISIÓN TÉRMICA DE LAS PAREDES

Considerando que las paredes son prefabricadas de hormigón de 12 cm de espesor total, con 4 cm de aislante intermedio, el coeficiente de transmisión de calor (K) será:

$$K = \frac{1}{0,04 + \frac{1}{0,79} + 0,14} = 0,69 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$$

### 3.2.3.2- COEFICIENTE DE TRANSMISIÓN TÉRMICA DE LA CUBIERTA

Considerando que la cubierta se construye a partir de panel de sándwich con aislante de poliuretano de 50 mm, el coeficiente de transmisión de calor (K) será:

$$K = \frac{1}{0,04 + \frac{1}{0,37} + 0,14} = 0,34 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$$

### 3.2.3.3- COEFICIENTE DE TRANSMISIÓN TÉRMICA DE LAS VENTANAS

Considerando que las ventanas son de poliéster, el coeficiente de transmisión de calor (K) será:

$$K = \frac{1}{0,04 + \frac{1}{4,44} + 0,14} = 2,73 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$$

Con todas las superficies de contorno del recinto ganadero y materiales que lo componen, se construye el siguiente cuadro.

TABLA 10.9.- CÁLCULO DE LAS PÉRDIDAS DE CALOR A TRAVÉS DE LOS ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS DEL EDIFICIO				
Unidades	Superficie (m <sup>2</sup> )	K (kcal/m <sup>2</sup> h <sup>0</sup> C)	Ti-Te	Kcal/h
Cerramientos	360	0,69	22	5.464,8
Cubierta	856,8	0,34	22	6.408,8
Ventanas	80	2,73	22	4.804,8
Solera (10% a+b+c)				1667,8

El valor de **Qt** en nuestro caso es **18.346 kcal/h.**

### 3.2.4.- CÁLCULO DE LAS NECESIDADES DE CALEFACCIÓN

Conocidos los términos necesarios de la ecuación inicial, la incógnita relativa a las necesidades de calefacción es:

$$89.955 \text{ kcal/h} + Q_c = 18.346 \text{ kcal/h} + 158.320 \text{ kcal/h}$$

$$Q_c = 86.711 \text{ kcal/h} = 100,82 \text{ kw}$$

### 3.3.- INSTALACIÓN DE LA CALEFACCIÓN

Una vez realizados todos los cálculos hay que definir la instalación de la calefacción. El sistema elegido es por suelo radiante.

Son ventajas de este sistema el tipo de calor, la uniformidad de la distribución, una sensación más confortable para el animal, el aprovechamiento del espacio, que permite disponer de espacios diáfanos que facilitan la limpieza y la seguridad al estar instalada bajo el pavimento.

#### 3.3.1.- ELEMENTOS DE LA INSTALACIÓN

En este sistema de calefacción, el radiador es el propio pavimento de la granja. La técnica se basa en la circulación de agua caliente a temperatura media por un sistema de tuberías embebidas en el hormigón de la solera.

Estas tuberías recorren todas las celdas aprovechando el espacio no enrejillado.

La instalación comienza con la colocación de una placa de poliestireno expandido de alta densidad de 1,5-2 cm de espesor sobre el terreno. Estas placas desempeñan un papel importante para conseguir el necesario aislamiento térmico, impidiendo fugas de calor.

Sobre estas bases es conveniente la colocación de un mallazo metálico de acero al que unir las tuberías, que sirve, además de para favorecer la no aparición de grietas por la retracción del hormigón durante el fraguado, y poder fijar a la distancia adecuada las tuberías.

En las fotos 1 y 2 se observa la instalación por suelo radiante, en este caso hay tres tuberías de ida y retorno.



Foto 1. Instalación de suelo radiante en una explotación de porcino



Foto 2. Detalle de la instalación donde se aprecian las tres tuberías,  
Las placas aislantes y el mallazo de sujeción

Las tuberías en un sistema de calefacción por suelo radiante son los elementos fundamentales del mismo. Su función es conducir el agua caliente generada por la caldera hacia los distintos circuitos, logrando así transmitir el calor al pavimento. Son de material plástico de alta tecnología denominado polietileno reticulado y soportan con total garantía la circulación continua de agua caliente. La sección es de 20 x 2 mm en los elementos de radiación y de 32 x 2,9 mm en los colectores.

El pavimento es de hormigón con árido fino. En el amasado se añadirá un aditivo fluidificante y retardante, de manera que al aumentar la fluidez del mismo se podrá realizar una mejor distribución, será necesaria una menor cantidad de agua de amasado y se reducirá la porosidad una vez fraguado, sin dejar celdillas de aire alrededor de los tubos, que dificultarían la transmisión de calor. El espesor de la capa por encima de los tubos no será inferior a 4 cm



Foto 3. Hormigonado de la solera

En la foto 3, se observa el hormigonado de la solera dejando los tubos de calefacción embebidos en la misma. El espacio sin tubos corresponde a la zona de pasillo. También puede observarse en la fotografía la salida de los tubos de todos los circuitos de ambos lados de la nave, que irán a la zona de la caldera.

El sistema de colectores lo forman un conjunto de accesorios cuya función es distribuir el agua caliente que se recibe de la caldera a cada uno de los circuitos. En la fotografía 4 se observa la unión de los circuitos de ida y retorno a los colectores generales.



Foto 4. Detalle de los colectores.

En la fotografía 5 se observa la caldera, en nuestro caso serán dos calderas de combustión de biomasa. Cada una de ellas dará servicio a una nave.



Foto 5. Detalle de la caldera

Por supuesto son necesarios elementos de purgado en posiciones altas de los circuitos para eliminar el aire de la instalación y facilitar la correcta circulación del agua (Foto 6).



Foto 6. Detalle de las tuberías generales de ida y retorno en una instalación de varias naves

## 4.- INSTALACIÓN DE FONTANERÍA

### 4.1.- DESCRIPCIÓN

La explotación se encuentra situada en una parcela agrícola que cuenta con un hidrante de agua para riego a presión. El abastecimiento de agua se realizará a través de dicho hidrante hasta un depósito situado dentro de la parcela donde está la nave. A partir de este bajará por gravedad hasta el interior de la nave.

Del depósito saldrá una tubería hasta la explotación. A la entrada de la explotación instalaremos una llave general de paso de esfera y una válvula anti-retorno de 2”.

Dentro de la zona de almacén se colocarán dos dosificadores para cloración y aporte de medicamentos, y dos depósitos que darán servicio a las dos naves.

De cada depósito saldrán dos tuberías de polietileno, justamente por debajo de la línea de reparto de pienso para evitar que las posibles fugas de agua provoquen problemas en la línea de alimentación. Sus derivaciones abastecerán cada una de ellas a dos tolvas y dos bebederos. En estas bajantes, se instalarán válvulas de cierre para facilitar las labores de cambio de chupetes.

Además, se instalará un contador para controlar el consumo de agua, de forma que diariamente se pueda saber si hay cambios bruscos en el consumo, lo que supondría cambios en la salud de los animales, además de controlar la rotura de chupetes.

#### 4.2.- NECESIDADES DE AGUA

El cerdo en cebo, cuando la ración de comida está equilibrada y el animal se encuentra en un ambiente térmicamente confortable, bebe alrededor de 2,2-2,5 L/kg de comida. Las necesidades de agua aumentan bajo el efecto de una elevación brusca e importante de la temperatura, el aporte debe suponer entonces 4-5 L/Kg, teniendo en cuenta esto vamos a considerar unas necesidades medias de agua de 3 L/kg de comida.

Por otro lado, el consumo de alimento del cerdo de cebo varía de los 1,3 kg de comida/día cuando pesa 18 kg, a los 3kg de comida / día cuando pesa 105 kg.

Teniendo en cuenta lo anterior, consideramos un consumo de agua por cerdo de 10 L/día.

Volumen máximo para 5 días: (Según el Decreto 94/2009 se debe contar con una capacidad de almacenaje de agua igual o superior al consumo medio estimado para un período de 5 días)

$$V = 10 \text{ L/cerdo día} \cdot 1.999 \text{ cerdos} \cdot 5 \text{ días} = 99.950 \text{ L}$$

El depósito es de chapa metálica de 10 m de diámetro y 1,5 m de altura, lo que nos da una capacidad de 117,81 m<sup>3</sup>, quedando así garantizado el abastecimiento para 5 días.

#### 4.3.- CONDUCCIONES DE AGUA

##### 4.3.1.- TUBERÍA DEL HIDRANTE AL DEPÓSITO

El hidrante se encuentra a unos 60 m de la explotación. Este abastecerá el depósito de nuestra explotación.

Cálculo de la sección de la tubería:

El consumo diario estimado en verano es de 10 litros por animal, lo que nos da un consumo total diario de 19.990 litros de agua, es decir, 0,000231 m<sup>3</sup>/seg.

La velocidad del agua es de 1m/seg.

$$Q (m^3/s) = S (m^2) \times V (m/s)$$

$$S = \frac{0,000231 \text{ m}^3/\text{seg}}{1 \text{ m/seg}} = 0,000231 \text{ m}^2$$

$$S = 2,3 \text{ cm}^2$$

$$S = \pi r^2 \text{ de donde } r = 0,855 \text{ cm} = 8,55 \text{ mm} \quad D = 17,1 \text{ mm}$$

Se colocará una tubería de PE de Ø 50 mm y timbraje 10 atm.

##### 4.3.2 TUBERÍA DEL DEPÓSITO A EXPLOTACIÓN

El agua llegará del depósito a las naves sin necesidad de bomba ya que se sitúa lo suficientemente alto para que llegue con la presión adecuada.

Como el consumo no se produce en un instante del día, si no que se reparte a lo largo de la jornada, se calculan las conducciones para un gasto que dependerá del gasto máximo que pueda producirse en la red y lo llamaremos Q y del número de aparatos n a los que se suministra con esa conducción. El coeficiente de simultaneidad k minorara el consumo del conjunto en función del número de aparatos a los que suministramos agua.

$$q = k \times Q$$

Donde:

$$k = \frac{1}{(n-1)^{0,5}}$$

Respecto a los caudales de las conducciones se adopta en la primaria un valor de 1 m/s.

Esta tubería abastecerá tanto a todos los bebederos como a 4 tomas de agua, un lavabo, una ducha y un WC. También abastecerá al circuito de calefacción, puesto que este no generará más consumos que su llenado, no se tiene en cuenta para dimensionar esta instalación. Los caudales adoptados serán:

Bebedero de chupete: 1,5 l/min = 0,025 l/s

Bebedero de cazoleta: 3 l/min = 0,05 l/s

Tomas de agua: 0,3 l/s

Lavabo: 0,1 l/s

Ducha: 0,1 l/s

W.C: 0,2 l/s

Lo que supone un gasto máximo de:

Qnaves = 160 chupetes de 0,025 l/s (4 l/s)

160 cazoletas de 0,05 l/s (8 l/s)

4 tomas de agua de 0,3 l/s (1,2 l/s)

$$Qaseo = 0,1 + 0,1 + 0,2 = 0,4 \text{ l/s}$$

$$\mathbf{Qtotal = 4 + 8 + 1,2 + 0,4 = 13,6 \text{ l/s}}$$

Para los cálculos se supone que está en funcionamiento una toma de limpieza.

$$k = \frac{1}{(n-1)^{0,5}} = \frac{1}{(305-1)^{0,5}} = 0,057$$

$$q = k \cdot Q = 0,057 \cdot 13,6 = \mathbf{0,7752 \text{ l/seg}}$$

La sección de la tubería deberá ser de:

$$S = \frac{q}{v} = \frac{0,0007752 \text{ m}^3/\text{s}}{1 \text{ m/s}} = 0,0007752 \text{ m}^2$$

$$S = 7,75 \text{ cm}^2$$

$$S = \pi r^2 \text{ de donde } r = 1,57 \text{ cm} = 15,7 \text{ mm} \quad D = 31,4 \text{ mm}$$

Con estas cifras, se adopta la tubería de polietileno PE  $\varnothing$  50mm PN6, con  $\varnothing$  interior 42mm.

#### 4.3.3 TUBERIAS INTERIORES DE LAS NAVES

La instalación interior constará de 2 tuberías de polietileno que recorrerán la nave longitudinalmente y de sus derivaciones. Las dos tuberías serán de polietileno de baja densidad y de diámetro nominal 40 mm e irán instaladas a dos metros de altura y justamente por debajo de la línea de reparto del pienso para evitar que las posibles fugas de agua provoquen problemas en la línea de alimentación.

Todas las derivaciones de estas tuberías principales serán de polietileno de baja densidad diámetro nominal 20 mm. En estas se colocarán válvulas de cierre para facilitar las labores de cambio de los chupetes.

Para la sustentación de las dos tuberías principales que recorren los pasillos, se aprovecharán los elementos colocados en el sistema de alimentación automático.

#### Justificación del diámetro utilizado en estas tuberías:

Tomamos una tubería general de distribución interior que abastecerá a 40 celdas donde habrá un bebedero de chupete y otro de cazoleta en cada una de ellas.

- Bebedero de chupete: 1,5 l/min = 0,025 l/s
- Bebedero de cazoleta: 3 l/min = 0,05 l/s

$$q = 40 \times 0,025 + 40 \times 0,05 = 1 + 2 = 3 \text{ l/s}$$

Como no todos los bebederos (2 en cada corralina) serán utilizados a la vez, aplicaremos un factor de simultaneidad de 0,25.

$$q = 0,25 \times 3 = 0,75 \text{ l/s}$$

Con la ecuación de continuidad calcularemos la sección a utilizar en esta tubería de distribución, tomando una velocidad de 1 m/s.

$$S = \frac{q}{v} = \frac{0,00075 \text{ m}^3/\text{s}}{1\text{m}/\text{s}} = 0,00075 \text{ m}^2$$

$$S = 7,5 \text{ cm}^2$$

$$S = \pi r^2 \text{ de donde } r = 1,54 \text{ cm} = 15,4 \text{ mm} \quad D = 30,8 \text{ mm}$$

Se colocará una tubería de PE de Ø 40mm y timbraje 6 atm.

## 5. INSTALACIÓN DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Se basa en la construcción o colocación de los elementos necesarios para prevenir la iniciación, evitar la propagación y facilitar la extinción de los incendios que pudieran surgir en la explotación.

Según el CTE – DB – Seguridad en caso de incendio, se deberán colocar extintores portátiles de eficacia 21A-113B cada 15m de recorrido, como máximo, desde todo origen de evacuación. Atendiendo a dichas exigencias, en cada una de las naves se colocarán 4 extintores, uno cada 15 metros. En la caseta vestuario-almacén se colocará un extintor.

Cada extintor se señalizará con una señal foto luminiscente situada encima del dispositivo, la cual cumplirá lo establecido en la norma UNE 23035-4:1999.

## 6. INSTALACIÓN DE SANEAMIENTO

### 6.1 INSTALACIÓN DE TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO DE PURINES

Esta instalación nos permite recoger los residuos animales (purín) en un punto fijo (balsa de purines) para su posterior evacuación de las instalaciones.

Esta instalación comienza en la propia nave, debajo del enrejillado, donde se encuentran las fosas de deyecciones, a partir de allí, el purín irá a desembocar mediante tuberías a la balsa de purines.

Las fosas de las naves no tienen pendiente, ya que está demostrado que su diseño con pendiente mayor al 1% produce la sedimentación de materia sólida en el extremo opuesto a la salida del purín. Dichos fosas están conectados a una tubería de

PVC de 315 mm, por donde el purín fluye hasta una arqueta de registro. Las arquetas donde se encuentra la apertura de la fosa de deyecciones se colocaran fuera de las naves por si se producen atascos.

La balsa de purín tiene una capacidad útil de 1.152 m<sup>3</sup>, a lo que hay que sumar la capacidad de las fosas de la nave. Por lo tanto cumple con los 120 días que exige la normativa.

Para el cálculo de la capacidad de la fosa se ha tenido en cuenta el Decreto 94/2009, que estima que la capacidad mínima de almacenamiento de purín ha de ser de 120 días de actividad pudiendo computar fosas interiores.

Además de tener una profundidad mínima de 2 m y tener un vallado independiente.

**ANEXO 11**

**ELEMENTOS DE LA INSTALACIÓN**

## **Anexo 11.- Elementos de la Instalación**

1.-Introducción.....	Pág. 1
2.- Recinto interior .....	Pág. 1
2.1.- Celdas .....	Pág. 1
2.2.- Rejillas .....	Pág. 2
2.3.- Tolvases .....	Pág. 2
2.4.- Bebederos .....	Pág. 3
2.5.- Carpintería .....	Pág. 4
2.5.1.- Puertas.....	Pág. 4
2.5.2.- Ventanas.....	Pág. 4
2.6.- Iluminación .....	Pág. 5
2.7.- Limpieza de la nave .....	Pág. 5
2.8.- Extintores.....	Pág. 5
3.- Recinto exterior.....	Pág. 6
3.1.- Depósito de agua .....	Pág. 6
3.2.-Silos.....	Pág. 7

## 1.- INTRODUCCIÓN

Además de los diferentes elementos constructivos y de ciertos elementos que son partes fundamentales de las diferentes instalaciones, existen dentro de la explotación una serie de componentes que a continuación se van a intentar describir para una mejor comprensión. A modo de agilizar la ubicación de los diferentes elementos, separaremos todos aquellos que estén en el interior de la nave de los que estén en el exterior.

## 2.- RECINTO INTERIOR

### 2.1.- CELDAS

Se entienden por celdas o boxes los diferentes compartimentos en que se divide el espacio interior de la nave para el alojamiento de los animales con el objetivo de evitar aglomeraciones y de un mejor seguimiento de los mismos.

Constan de separadores de hormigón prefabricado, y de un frontal del mismo material.

Los separadores, de aquí en adelante tabiques prefabricados tienen una altura de 1 metro en la zona de rejilla. En la zona de solera debido a la pendiente que posee que en nuestro caso será del 6%, se producirá una disminución progresiva de la altura del tabique adaptándose a dicha pendiente hasta alcanzar el pasillo. Sus dimensiones serán 3 m de largos, 5 cm de anchos y 1 m de altura. Además los tabiques tienen huecos, que facilitan la circulación de aire y disminuyen el peso y el precio de la pieza.



Cada celda tiene unas dimensiones de 3 x 3 metros, con una superficie de 9 m<sup>2</sup>, cumpliendo las normas europeas de bienestar animal que exigen 0,2 m<sup>2</sup> por cerdo hasta 20 kg (0,36 m<sup>2</sup> proyectado) y 65 m<sup>2</sup> (0,69 m<sup>2</sup> proyectado) por cerdo hasta 110 kg (RD 1135/2002). La celda tiene 2 metros de rejilla, lo que nos supone 2/3 de la superficie total.

## 2.2.- REJILLA

Las rejillas o slats son elementos que separan el animal del foso de deyecciones. Son estructuras de hormigón prefabricado formadas por barras separadas una determinada anchura, en nuestro caso serán de 14 mm de anchura de la abertura y de 80 mm entre las mismas para cumplir en el sistema wean to finish (según RD1135/2002), y que permiten la eliminación de las deyecciones tanto sólidas como líquidas de los animales que se alojan sobre ellas.

Estas rejillas tienen un grosor suficiente que unido al fuerte armado les permite soportar el peso y no necesitar otros puntos de apoyo que los dos extremos. En nuestro caso serán de 11 cm.

En cada celda se instalarán 6 hileras de rejillas de hormigón, de 2 metros de longitud por 0,5 m de ancha.



## 2.3.- TOLVAS

El comedero será una tolva cilíndrica de PVC, con un mecanismo de regulación de caída del pienso. Este mecanismo permite que el animal tenga pienso todo el día y que no lo derrame, solo cuando él quiera dispondrá de alimento. Dicho mecanismo es una placa interior de chapa lacada sin aristas que va regulada por un tornillo que se puede manejar desde la parte superior, esto permitirá reducir las dosis de caída del pienso cuando el animal lo pida; de esta forma se ahorra pienso y por lo tanto dinero. Esta tolva se fija al suelo con mortero y al frontal con dos ganchos.



También se instalarán unas tolvas de 5 plazas para las primeras 10 semanas que dura la fase post destete y que se retiraran transcurrido ese tiempo.



#### 2.4.- BEBEDEROS

Los bebederos tienen la función de suministrar agua al animal en el momento que la precisen. Para ello se proyecta una instalación de fontanería que se describe en el anexo de las instalaciones. Se dispone de bebederos tipo cazoleta y tipo chupete. Los primeros son más utilizados en las primeras semanas. Los bebederos de tipo chupete, tienen las siguientes características:

- Tienen 5cm de largo.
- Son de acero inoxidable.
- De una sola pieza.
- Con tapa reguladora de caudal.
- Con filtro incorporado.
- Accionado por muelle interior de acero inoxidable.

Este tipo de chupetes, debido a su sensibilidad sufren a medida que van acumulando días de funcionamiento diversos problemas debidos a la fuerza con que los cerdos los pulsan en distintas ocasiones provocando la rotura de los muelles recuperadores. Con el objetivo de facilitar en la medida de lo posible las operaciones de cambio de chupete, se instalará una válvula de cierre en la bajante de PE, la cual sirve para dos tolvas.



Las cazoletas serán bebederos basculantes para destete y cebo. Tienen caudal constante y fácil acceso incluso para los lechones más pequeños. Reducen un 50% el desperdicio de agua, disminuye la cantidad de purines y su acción basculante ayuda a mantener la calidad higiénica del agua.

## 2.5.- CARPINTERIA

### 2.5.1.- PUERTAS



Según el plano nº 5, se colocarán puertas de dimensiones 2 x 0,8 m., construidas en PVC y aluminio, para impedir su deterioro. Irán ancladas a la pared con dos bisagras con mecanismo de apertura cada una como se señala.

La puerta de entrada a la oficina será de las mismas características, pero de dimensiones 2 x 1 m, y habrá una puerta doble en la entrada a la sala del grupo electrógeno y otra en la sala de calderas.

### 2.5.2.- VENTANAS

Se trata de ventanas de poliéster, de doble cámara, formadas por dos placas, dejando una cámara de aire intermedia y las dos partes finas al exterior. Se deslizan sobre unas guías de aluminio. Tienen unas dimensiones de 2 x 1 m.

Cada ventana estará sujetada con dos cordones de acero inoxidable, las cuales enlazarán con una de mayor tamaño que irá a parar al torno situado en un extremo de la fachada.



Este torno irá conectado a un motor de 0,5 CV que permitirá la apertura y cierre de las ventanas de una manera automática en función de la temperatura.

La apertura y cierre de la cumbre se realiza mediante tornos manuales situados en los extremos de las naves con huecos de 10 x 10 mm.

## 2.6.- ILUMINACIÓN

Los trabajos en la explotación generalmente, se realizarán durante el día, solamente se trabajará en horas nocturnas en invierno y ocasionalmente en trabajos de carga de cerdos adultos.

La iluminación durante el día será natural, a través de las ventanas.

Durante las horas nocturnas la explotación se iluminará con fluorescentes de consumo de 72 W (2 x 36), a lo largo de las naves; aseo y vestuario con bombillas de 60 W.

Iluminación exterior:

Focos LED de 80 W, en cada una de las salidas al exterior.

## 2.7.- LIMPIEZA DE LA NAVE

La limpieza de la nave, una vez realizado el vacío sanitario, se realizará mediante una máquina hidrolimpiadora.

Equipada con:

Bomba a 3 pistones cerámicos  
Sistema biela / cigüeñal  
Regulación de la presión  
Filtro de entrada de agua  
Aspiración de detergente  
Manómetro  
Acoplamiento elástico con protección  
Depósito de agua en acero inox  
Freno de estacionamiento  
Manguera de 10 mts. con pistola y lanza  
Cable eléctrico  
Capó en acero inoxidable



## 2.8.- EXTINTORES

Se dispondrá de 8 extintores portátiles de eficacia 21A-113B, según el CTE-DB-Seguridad en caso de incendio. Cada extintor se señalizará con una señal fotoluminiscente situada encima del dispositivo, la cual cumplirá lo establecido en la norma UNE 23035-4:1999.

Características del extintor:

Polvo polivalente.  
Capacidad 6kg.  
Altura: 420mm.  
Diámetro: 160mm.  
Presión de diseño 15 Bar.  
Presión de prueba 20,25 Bar.  
Temperatura -20 ° C + 60 ° C.



### 3.- RECINTO EXTERIOR

#### 3.1.- DEPÓSITO DE AGUA

Se ha proyectado un depósito con capacidad para cubrir el consumo de los animales durante 5 días (según RD 94/2009). Se estima un consumo diario de 10 L/día·cerdo por lo que el consumo en 5 días será:

$$1.999 \text{ cerdos} \cdot 10 \text{ L/día·cerdo} \cdot 5 \text{ días} = 99.500 \text{ L} = 99,5 \text{ m}^3$$

Las dimensiones adoptadas para el depósito son las siguientes:

- Diámetro depósito: 10 m
- Altura depósito: 1,5 m
- Capacidad útil: 117,80 m<sup>3</sup>



### 3.2.- SILOS

Los silos serán de chapa galvanizada lisa y con unión soldada. Se fijan al suelo mediante pernos a la cimentación. Tendrán capacidad para almacenar el pienso suficiente para el consumo de 14 días, por ello se dispondrá de 4 silos de 18.000 kg cada uno.



**ANEXO 12**  
**INSTALACIÓN ELÉCTRICA**

## Anexo 12.- Instalación Eléctrica

1.-Introducción.....	Pág. 1
2.- Previsiones de potencia.....	Pág. 1
3.- Descripción general de la instalación .....	Pág. 2
3.1.- Dispositivos generales de mando y protección .....	Pág. 2
3.2.- Características de las canalizaciones y conductores .....	Pág. 3
4.- Canalizaciones y conductores.....	Pág. 4
4.1.- Cálculo de la sección de los conductores en instalaciones de interior .....	Pág. 4
4.2.- Cálculos eléctricos de la explotación .....	Pág. 5
4.2.1.- Acometida que parte del grupo electrógeno al CG de protección .....	Pág. 5
4.2.2.- Derivación que parte del CG al cuadro secundario de la zona de servicios .....	Pág. 6
4.2.2.1.- Corriente monofásica de la zona de servicios .....	Pág. 7
4.2.2.2.- Iluminación interior de la zona de servicios .....	Pág. 8
4.2.2.3.- Iluminación exterior de la zona de servicios .....	Pág. 9
4.2.3.-Derivación que parte del CG al cuadro secundario de la nave 1 .....	Pág. 11
4.2.3.1.- Motores de alimentación de la nave 1 .....	Pág. 12
4.2.3.2.- Motores de ventilación de la nave 1 .....	Pág. 13
4.2.3.3.- Corriente monofásica de la nave 1 .....	Pág. 14
4.2.3.4.- Corriente trifásica de la nave 1.....	Pág. 16
4.2.3.5.- Iluminación interior de la nave 1 .....	Pág. 17
4.2.3.6.- Iluminación exterior de la nave 1 .....	Pág. 18
4.2.4.-Derivación que parte del CG al cuadro secundario de la nave 2 .....	Pág. 19
4.2.4.1.- Motores de alimentación de la nave 2 .....	Pág. 20
4.2.4.2.- Motores de ventilación de la nave 2 .....	Pág. 20
4.2.4.3.- Corriente monofásica de la nave 2 .....	Pág. 21
4.2.4.4.- Corriente trifásica de la nave 2.....	Pág. 21
4.2.4.5.- Iluminación interior de la nave 2 .....	Pág. 21
4.2.4.6.- Iluminación exterior de la nave 2 .....	Pág. 22
5.- Instalación interior.....	Pág. 22
5.1.- Alumbrado y fuerza.....	Pág. 22
5.2- Caída de tensión .....	Pág. 22
5.3.- Puesta a tierra .....	Pág. 22

## 1.- INTRODUCCIÓN

La instalación de la explotación será de baja tensión y cumplirá con la siguiente normativa:

- Reglamento electrotécnico de Baja Tensión. Real decreto 842/2002 de 2 de Agosto de 2002.
- Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC BT): Instalaciones Eléctricas de Baja Tensión.

## 2.- PREVISIONES DE POTENCIA

En las naves:

	Aparato	Potencia W
Fuerza	4 tomas de corriente (2.000 W Monofásica)	8.000 W
	4 tomas de corriente ( 8.000 W Trifásica)	32.000 W
	4 motores de alimentación de 1CV (735 W Trifásica)	2.940 W
	4 motores de ventilación de 0,5 CV (367,5 W Trifásica )	1.470 W
Alumbrado	40 fluorescentes (2 x 36 W Monofásica)	2.880 W
	8 luces emergencia (6 W Monofásica)	48 W
	4 focos LED exterior (80 W Monofásica)	320 W

En zona de servicios entre naves:

	Aparato	Potencia W
Fuerza	6 tomas de corriente (2.000 W Monofásica)	12.000 W
	1 calentador eléctrico (1.500 W Monofásica)	1.500 W
Alumbrado	8 fluorescentes (2 x 36 W Monofásica)	576 W
	4 luces emergencia (6 W Monofásica)	24 W
	2 bombillas (60 W Monofásica)	120 W
	2 focos LED exterior (80 W Monofásica)	160 W

Total potencia instalada = 40.414 W

Debemos considerar que nunca se utilizará toda la potencia instalada, ya que la mayoría de las tomas de corriente se instalan para tener un acceso mejor desde cualquier punto de la explotación. Para el cálculo del motor electrógeno que se debe adquirir vamos a considerar que como máximo se utilizan simultáneamente los siguientes aparatos:

- 2 Tomas de corriente de 2.000 W Trifásica (Una por nave)
- 4 motores de alimentación
- 4 motores de ventilación
- 1 Calentador eléctrico
- Toda la luminaria

Potencia será entonces  $4.000 + 2.940 + 1.470 + 1.500 + 4.128 = 14.038 \text{ W}$

**Potencia = 14.038 W = 14,04 KW**

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

La energía necesaria para el buen funcionamiento de la explotación la proporcionará un grupo electrógeno de 20 KVA o lo que es lo mismo 16 KW, formado por un motor de Gasóleo, en bancada propia y con batería de 12V.



#### **3.1.- DISPOSITIVOS GENERALES DE MANDO Y PROTECCIÓN**

Se instalará atendiendo a la ITC BT17 en el interior del edificio. Es origen de todos los circuitos interiores de la instalación, aloja interruptores automáticos magneto térmicos de protección contra sobre intensidades.

Se instalarán:

- Interruptores diferenciales de protección contra contactos indirectos de todos los circuitos.

- Interruptor general automático (IGA) omnipolar (corta 3F y N) de accionamiento manual y con dispositivo de protección contra sobrecargas y cortocircuitos de cada uno de los circuitos interiores.

### **3.2.- CARACTERISTICAS DE LAS CANALIZACIONES Y CONDUCTORES**

Las canalizaciones que parten del CGMP estarán constituidas por cables multiconductores en tubo y en trifásica PVC, según ITC BT 19.

Los tubos protectores cumplirán la ITC BT 21, serán aislantes flexibles, de PVC e irán siempre colocados a la vista, fijados a paredes y techos por medio de bridas o abrazaderas protegidas contra la corrosión. La distancia entre estas será como máximo de 0,6 m. Se dispondrán fijaciones de una y otra parte de los cambios de dirección y de los empalmes y en la proximidad inmediata de las entradas de las cajas y aparatos.

Otras prescripciones a tener en cuenta en la ejecución de las canalizaciones bajo los tubos protectores son las siguientes:

- El trazado de las canalizaciones se realizará siguiendo las líneas paralelas a las verticales y horizontales que limitan el local donde se efectúa la instalación.
- Es conveniente disponer los recorridos horizontales de los tubos a 50 cm de los suelos o techos y los verticales a una distancia de ángulos de esquina no superior a los 20 cm.
- Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán la reducción de las secciones
- Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de fijados a estos, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes.
- El número de curvas de ángulo situadas entre dos registros consecutivos no será superior a tres.
- Los conductores se alojarán en los tubos una vez se hayan colocado estos.
- Las canalizaciones eléctricas se separarán de las no eléctricas al menos 3 cm, entre superficies exteriores. Las canalizaciones eléctricas no se situarán paralelamente por debajo de otras canalizaciones para evitar condensaciones.

#### 4.- CANALIZACIONES Y CONDUCTORES

##### 4.1.- CÁLCULO DE LA SECCIÓN DE LOS CONDUCTORES EN INSTALACIONES DE INTERIOR

El dimensionado de las secciones de los cables se ha realizado siguiendo las indicaciones del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, e instrucciones técnicas complementarias (ITC) del Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto.

Las fórmulas empleadas para determinar las intensidades de los cables son:

Parámetro	Corriente alterna monofásica	Corriente alterna trifásica
Intensidad	$I = \frac{P}{U \cos \varphi}$	$I = \frac{P}{\sqrt{3} U \cos \varphi}$
Caída de tensión	$u = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot s \cdot U}$	$u = \frac{P \cdot L}{\gamma \cdot s \cdot U}$
Sección	$u = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot s \cdot U}$	$u = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot s \cdot U}$

Dónde:

P = Potencia Activa (W)

I = Intensidad (A)

U = Tensión compuesta o de línea (V)

L = Longitud

s = Sección

u = Caída de tensión

$\cos \varphi$  = Factor de potencia (0,8)

$\gamma$  = Conductividad (56 Cu; 35 Al)

La determinación de las intensidades para el dimensionado de los cables de fuerza de los motores se ha realizado según lo indicado en la instrucción ITC-BT-19 del RBT 2002 y la de los cables de alumbrado según lo indicado en la ITC-BT-44.

Las caídas de tensión máximas admisibles para los cables se han establecido según las indicaciones de la instrucción ITC-BT-47

## 4.2.- CÁLCULOS ELÉCTRICOS DE LA EXPLOTACIÓN

### 4.2.1.- ACOMETIDA QUE PARTE DEL GRUPO ELECTRÓGENO AL CUADRO GENERAL DE PROTECCIÓN

**Determinación de la potencia a transportar:**

Potencia Necesaria = 14.038 W

Potencia dimensionada = 16.000 W (total de la potencia del grupo electrógeno)

Cálculo de la intensidad máxima nominal que tiene que soportar cada cable:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} U \cos \varphi} = \frac{16.000}{\sqrt{3} 400 \cdot 0,8} = 28,90 \text{ A}$$

Intensidad máxima admisible: **36 A**

**Determinación de la sección del conductor:**

Según Tabla 1 de Intensidades admisibles del ITC BT-19, serán cables multiconductores directamente sobre la pared y en trifásica PVC, y se va eligiendo de menor a mayor sección hasta que cumple la caída de tensión:

$S = 6 \text{ mm}^2$  y se empleara PVC.

**Cálculo de la caída de tensión:**

$$u = \frac{P \cdot L}{\gamma \cdot s \cdot U} = \frac{16.000 \cdot 3}{56 \cdot 6 \cdot 400} = 3,58 \text{ V}$$

$$(3,58/400) \times 100 = 0,895\% < 5\% \text{ _ CUMPLE}$$

**Configuración del circuito:**

La sección nominal de los conductores unipolares es de  $6 \text{ mm}^2$ , con tres conductores rígidos de Cu de PVC.

PVC 3 x  $6 \text{ mm}^2$  Fase + 1 x  $6 \text{ mm}^2$  Neutro + 1 x  $6 \text{ mm}^2$  Tierra

**Protecciones del circuito:**

Adoptamos el PIA con intensidad nominal inmediatamente inferior a la intensidad máxima admisible del circuito: PIA IV-32A

**Protección contra contactos:**

Se adopta un DIFERENCIAL IV-40 A /300 mA

**4.2.2.- DERIVACIÓN QUE PARTE DEL CUADRO GENERAL DE PROTECCIÓN AL CUADRO SECUNDARIO DE LA ZONA DE SERVICIOS****Determinación de la potencia a transportar:**

Potencia Necesaria = 14.380 W

Potencia dimensionada = 5.275 W

Cálculo de la intensidad máxima nominal que tiene que soportar cada cable:

$$I = \frac{P}{U \cos \varphi} = \frac{5.275}{230 \cdot 0,8} = 28,67 \text{ A}$$

Intensidad máxima admisible: 37 A

**Determinación de la sección del conductor:**

Según Tabla 1 de Intensidades admisibles del ITC BT-19, serán cables multiconductores directamente sobre la pared y en monofásica PVC, y se va eligiendo de menor a mayor sección hasta que cumple la caída de tensión:

$S = 6 \text{ mm}^2$  y se empleara PVC.

**Cálculo de la caída de tensión:**

$$u = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot s \cdot U} = \frac{2 \cdot 5.275 \cdot 10}{56 \cdot 6 \cdot 230} = 1,37 \text{ V}$$

$$(1,37/230) \times 100 = 0,59\% < 3\% \text{ _ CUMPLE}$$

**Configuración del circuito:**

La sección nominal de los conductores unipolares es de  $4 \text{ mm}^2$ , con 1 conductor rígido de Cu de PVC.

PVC  $1 \times 6 \text{ mm}^2$  Fase +  $1 \times 6 \text{ mm}^2$  Neutro +  $1 \times 6 \text{ mm}^2$  Tierra

**Protecciones del circuito:**

PIA II-32 A.

**Protección contra contactos:**

Se adopta un DIFERENCIAL II-40 A /30 mA

**4.2.2.1.- CORRIENTE MONOFÁSICA DE LA ZONA DE SERVICIOS**

**Determinación de la potencia a transportar:**

Potencia necesaria = 13.500 W

Potencia dimensionada = 4.375 W

Cálculo de la intensidad máxima nominal que tiene que soportar cada cable:

$$I = \frac{P}{U \cos \varphi} = \frac{4375}{230 \cdot 0,8} = 23,77 \text{ A}$$

Intensidad máxima admisible: 30 A

**Determinación de la sección del conductor:**

Según Tabla 1 de Intensidades admisibles del ITC BT-19, serán cables multiconductores directamente sobre la pared y en monofásica PVC, y se va eligiendo de menor a mayor sección hasta que cumple la caída de tensión:

$S = 4 \text{ mm}^2$  y se empleara PVC.

**Cálculo de la caída de tensión:**

$$u = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot s \cdot U} = \frac{2 \cdot 4375 \cdot 20}{56 \cdot 4 \cdot 230} = 2,26 \text{ V}$$

$$(1,70/230) \times 100 = 0,98\% < 3\% \text{ _ CUMPLE}$$

**Configuración del circuito:**

La sección nominal de los conductores unipolares es de 4 mm<sup>2</sup>, con un conductor rígido de Cu de PVC.

PVC 1 x 4 mm<sup>2</sup> Fase + 1 x 4 mm<sup>2</sup> Neutro + 1 x 4 mm<sup>2</sup> Tierra

**Protecciones del circuito:**

PIA II-25 A.

**Protección contra contactos:**

Se adopta un DIFERENCIAL II-40 A /30 mA

**4.2.2.2.- ILUMINACIÓN INTERIOR DE LA ZONA DE SERVICIOS****Determinación de la potencia a transportar:**

Potencia Necesaria = 660 W

Potencia dimensionada = 660

**Cálculo de la intensidad máxima nominal que tiene que soportar cada cable:**

$$I = \frac{P}{U \cos \varphi} = \frac{660}{230 \cdot 0,8} = 3,58 \text{ A}$$

Intensidad máxima admisible= 16 A

**Determinación de la sección del conductor:**

Según Tabla 1 de Intensidades admisibles del ITC BT-19, serán cables multiconductores directamente sobre la pared y en monofásica PVC, y se va eligiendo de menor a mayor sección hasta que cumple la caída de tensión:

$S = 1,5 \text{ mm}^2$  y se empleara PVC.

**Cálculo de la caída de tensión:**

$$u = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot s \cdot U} = \frac{2 \cdot 660 \cdot 25}{56 \cdot 1,5 \cdot 230} = 1,71 \text{ V}$$

$(1,71/230) \times 100 = 0,74\% < 3\% \text{ _ CUMPLE}$

**Configuración del circuito:**

La sección nominal de los conductores unipolares es de  $1,5 \text{ mm}^2$ , con un conductor rígido de Cu de PVC.

PVC  $1 \times 1,5 \text{ mm}^2$  Fase +  $1 \times 1,5 \text{ mm}^2$  Neutro +  $1 \times 1,5 \text{ mm}^2$  Tierra

**Protecciones del circuito:**

PIA II-15 A.

**Protección contra contactos:**

DIFERENCIAL II-40 A /30 mA

**4.2.2.3.- ILUMINACIÓN EXTERIOR DE LA ZONA DE SERVICIOS****Determinación de la potencia a transportar:**

Potencia Necesaria = 160 W

Potencia dimensionada = 160 W

**Cálculo de la intensidad máxima nominal que tiene que soportar cada cable:**

$$I = \frac{P}{U \cos \varphi} = \frac{160}{230 \cdot 0,8} = 0,87 \text{ A}$$

Intensidad máxima admisible= 16 A

**Determinación de la sección del conductor:**

Según Tabla 1 de Intensidades admisibles del ITC BT-19, serán cables multiconductores directamente sobre la pared y en monofásica PVC, y se va eligiendo de menor a mayor sección hasta que cumple la caída de tensión:

$S = 1,5 \text{ mm}^2$  y se empleara PVC.

**Cálculo de la caída de tensión:**

$$u = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot s \cdot U} = \frac{2 \cdot 160 \cdot 25}{56 \cdot 1,5 \cdot 230} = 0,41 \text{ V}$$

$(0,41/230) \times 100 = 0,18\% < 3\% \text{ _ CUMPLE}$

**Configuración del circuito:**

La sección nominal de los conductores unipolares es de  $1,5 \text{ mm}^2$ , con un conductor rígido de Cu de PVC.

PVC  $1 \times 1,5 \text{ mm}^2$  Fase +  $1 \times 1,5 \text{ mm}^2$  Neutro +  $1 \times 1,5 \text{ mm}^2$  Tierra

**Protecciones del circuito:**

PIA II-15 A.

**Protección contra contactos:**

DIFERENCIAL II-40 A /30 mA

#### 4.2.3.- DERIVACIÓN INDIVIDUAL QUE PARTE DEL CUADRO GENERAL DE PROTECIÓN AL CUADRO SECUNDARIO DE LA NAVE 1

##### Determinación de la potencia a transportar:

Potencia Necesaria = 23.830 W

Potencia dimensionada =  $12.405 \times 1,25 = 15.506,25$  W

##### Cálculo de la intensidad máxima nominal que tiene que soportar cada cable:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} U \cos \varphi} = \frac{15.506,25}{\sqrt{3} 400 \cdot 0,8} = 27,97 \text{ A}$$

Intensidad máxima admisible: 36 A

##### Determinación de la sección del conductor:

Según Tabla 5 de Intensidades admisibles del ITC BT-7, serán cables conductores de cobre en instalación enterrada con aislamiento de PVC, y se va eligiendo de menor a mayor sección hasta que cumple la caída de tensión:

$S = 6 \text{ mm}^2$  y se empleara PVC.

##### Cálculo de la caída de tensión:

$$u = \frac{P \cdot L}{\gamma \cdot s \cdot U} = \frac{15.506,25 \cdot 5}{56 \cdot 6 \cdot 400} = 0,57 \text{ V}$$

$(0,57/400) \times 100 = 0,14\% < 3\% \text{ _ CUMPLE}$

##### Configuración del circuito:

La sección nominal de los conductores unipolares es de  $6 \text{ mm}^2$ , con tres conductores rígidos de Cu de PVC.

PVC  $3 \times 6 \text{ mm}^2$  Fase +  $1 \times 6 \text{ mm}^2$  Neutro +  $1 \times 6 \text{ mm}^2$  Tierra

**Protecciones del circuito:**

PIA IV-32 A.

**Protección contra contactos:**

DIFERENCIAL IV-40 A /300 mA

**4.2.3.1.- MOTORES DE ALIMENTACIÓN DE LA NAVE 1****Determinación de la potencia a transportar:**

Potencia Necesaria = 2 motores de 735 W

Potencia dimensionada = 1470 W x 1,25 = 1.837,5 W

**Cálculo de la intensidad máxima nominal que tiene que soportar cada cable:**

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} U \cos \varphi} = \frac{1.837,5}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8} = 3,31 \text{ A}$$

Intensidad máxima admisible: 15 A

**Determinación de la sección del conductor:**

Según Tabla 1 de Intensidades admisibles del ITC BT-19, serán cables conductores aislados en tubo y en trifásica PVC, y se va eligiendo de menor a mayor sección hasta que cumple la caída de tensión:

$S = 1,5 \text{ mm}^2$  y se empleara PVC.

**Cálculo de la caída de tensión:**

$$u = \frac{P \cdot L}{\gamma \cdot s \cdot U} = \frac{1.837,5 \cdot 70}{56 \cdot 1,5 \cdot 400} = 8,61 \text{ V}$$

$(8,61/400) \times 100 = 2,15\% < 5\% \text{ _ CUMPLE}$

**Configuración del circuito:**

La sección nominal de los conductores unipolares es de 1,5 mm<sup>2</sup>, con tres conductores rígidos de Cu de PVC.

PVC 3 x 1,5 mm<sup>2</sup> Fase + 1 x 1,5 mm<sup>2</sup> Neutro + 1 x 1,5 mm<sup>2</sup> Tierra

**Protecciones del circuito:**

PIA IV-10 A.

**Protección contra contactos:**

DIFERENCIAL IV-40 A /300 mA

**4.2.3.2.- MOTORES DE VENTILACIÓN DE LA NAVE 1****Determinación de la potencia a transportar:**

Potencia Necesaria = 2 motores de 367,5 W

Potencia dimensionada = 735 W x 1,25 = 918,75 W

**Cálculo de la intensidad máxima nominal que tiene que soportar cada cable:**

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} U \cos \varphi} = \frac{918,75}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8} = 1,66 \text{ A}$$

Intensidad máxima admisible: 15 A

**Determinación de la sección del conductor:**

Según Tabla 1 de Intensidades admisibles del ITC BT-19, serán cables conductores aislados en tubo y en trifásica PVC, y se va eligiendo de menor a mayor sección hasta que cumple la caída de tensión:

S = 1,5 mm<sup>2</sup> y se empleara PVC.

**Cálculo de la caída de tensión:**

$$u = \frac{P \cdot L}{\gamma \cdot s \cdot U} = \frac{918,75 \cdot 30}{56 \cdot 1,5 \cdot 400} = 0,82 \text{ V}$$

$$(0,82/400) \times 100 = 0,20\% < 5\% \text{ _ CUMPLE}$$

**Configuración del circuito:**

La sección nominal de los conductores unipolares es de 1,5 mm<sup>2</sup>, con tres conductores rígidos de Cu de PVC.

PVC 3 x 1,5 mm<sup>2</sup> Fase + 1 x 1,5 mm<sup>2</sup> Neutro + 1 x 1,5 mm<sup>2</sup> Tierra

**Protecciones del circuito:**

PIA IV-10 A.

**Protección contra contactos:**

DIFERENCIAL IV-40 A /300 mA

**4.2.3.3.- CORRIENTE MONOFÁSICA DE LA NAVE 1****Determinación de la potencia a transportar:**

Potencia Necesaria = 2000 W

Potencia dimensionada = 2.000 W

**Cálculo de la intensidad máxima nominal que tiene que soportar cada cable:**

$$I = \frac{P}{U \cos \varphi} = \frac{2.000}{230 \cdot 0,8} = 10,87 \text{ A}$$

Intensidad máxima admisible= 16 A

**Determinación de la sección del conductor:**

Según Tabla 1 de Intensidades admisibles del ITC BT-19, serán cables conductores aislados en tubo y en monofásica PVC, y se va eligiendo de menor a mayor sección hasta que cumple la caída de tensión:

$$S = 1,5 \text{ mm}^2 \text{ y se empleara PVC.}$$

**Cálculo de la caída de tensión:**

$$u = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot s \cdot U} = \frac{2 \cdot 2.000 \cdot 10}{56 \cdot 1,5 \cdot 230} = 2,07 \text{ A}$$

$$(14,49/230) \times 100 = 0,90\% < 3\% \text{ _ CUMPLE}$$

**Configuración del circuito:**

La sección nominal de los conductores unipolares es de  $1,5 \text{ mm}^2$ , con un conductor rígido de Cu de PVC.

PVC  $1 \times 1,5 \text{ mm}^2$  Fase +  $1 \times 1,5 \text{ mm}^2$  Neutro +  $1 \times 1,5 \text{ mm}^2$  Tierra

**Protecciones del circuito:**

PIA II-15 A.

**Protección contra contactos:**

DIFERENCIAL II-40 A /30 mA

**4.2.3.4.- CORRIENTE TRIFÁSICA DE LA NAVE 1****Determinación de la potencia a transportar:**

Potencia necesaria = 2 tomas de 8.000W = 16.000 W

Potencia dimensionada = 8.000 W

**Cálculo de la intensidad máxima nominal que tiene que soportar cada cable:**

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} U \cos \varphi} = \frac{8.000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,8} = 14,43 \text{ A}$$

Intensidad máxima admisible= 27 A

**Determinación de la sección del conductor:**

Según Tabla 1 de Intensidades admisibles del ITC BT-19, serán cables conductores aislados en tubo y en trifásica PVC, y se va eligiendo de menor a mayor sección hasta que cumple la caída de tensión:

$S = 4 \text{ mm}^2$  y se empleara PVC.

**Calculo de la caída de tensión:**

$$u = \frac{P \cdot L}{\gamma \cdot s \cdot U} = \frac{8.000 \cdot 10}{56 \cdot 4 \cdot 400} = 0,89 \text{ V}$$

$(0,89/400) \times 100 = 0,22\% < 3\% \text{ _ CUMPLE}$

**Configuración del circuito:**

La sección nominal de los conductores unipolares es de  $4 \text{ mm}^2$ , con tres conductores rígidos de Cu de PVC.

PVC 3 x  $4 \text{ mm}^2$  Fase + 1 x  $4 \text{ mm}^2$  Neutro + 1 x  $4 \text{ mm}^2$  Tierra

**Protecciones del circuito:**

PIA IV-25 A.

**Protección contra contactos:**

DIFERENCIAL IV-40 A /300 mA

#### 4.2.3.5.- ILUMINACIÓN INTERIOR DE LA NAVE 1

##### Determinación de la potencia a transportar:

Potencia Necesaria = 1.440 W

Potencia dimensionada = 1.440 W

##### Cálculo de la intensidad máxima nominal que tiene que soportar cada cable

$$I = \frac{P}{U \cos \varphi} = \frac{1.440}{230 \cdot 0.8} = 7,82 \text{ A}$$

Intensidad máxima admisible: 22 A

##### Determinación de la sección del conductor:

Según Tabla 1 de Intensidades admisibles del ITC BT-19, serán cables conductores aislados en tubo y en monofásica PVC, y se va eligiendo de menor a mayor sección hasta que cumple la caída de tensión:

$S = 2,5 \text{ mm}^2$  y se empleara PVC.

##### Calculo de la caída de tensión:

$$u = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot s \cdot U} = \frac{2 \cdot 1.440 \cdot 70}{56 \cdot 2,5 \cdot 230} = 6,26 \text{ V}$$

$(6,26/230) \times 100 = 2,72\% < 3\% \text{ _ CUMPLE}$

##### Configuración del circuito:

La sección nominal de los conductores unipolares es de  $1,5 \text{ mm}^2$ , con un conductor rígido de Cu de PVC.

PVC  $1 \times 2,5 \text{ mm}^2$  Fase +  $1 \times 2,5 \text{ mm}^2$  Neutro +  $1 \times 2,5 \text{ mm}^2$  Tierra

##### Protecciones del circuito:

PIA II-20 A.

**Protección contra contactos:**

DIFERENCIAL II-40 A /30 mA

**4.2.3.6.- ILUMINACIÓN EXTERIOR DE LA NAVE 1****Determinación de la potencia a transportar:**

Potencia Necesaria = 160 W

Potencia dimensionada = 160 W

**Cálculo de la intensidad máxima nominal que tiene que soportar cada cable:**

$$I = \frac{P}{U \cos \varphi} = \frac{160}{230 \cdot 0,8} = 0,56 \text{ A}$$

Intensidad máxima admisible= 16 A

**Determinación de la sección del conductor:**

Según Tabla 1 de Intensidades admisibles del ITC BT-19, serán cables multiconductores directamente sobre la pared y en monofásica PVC, y se va eligiendo de menor a mayor sección hasta que cumple la caída de tensión:

$S = 1,5 \text{ mm}^2$  y se empleara PVC.

**Cálculo de la caída de tensión:**

$$u = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot s \cdot U} = \frac{2 \cdot 160 \cdot 70}{56 \cdot 1,5 \cdot 230} = 1,16 \text{ V}$$

$(0,30/230) \times 100 = 0,50\% < 3\% \text{ _ CUMPLE}$

**Configuración del circuito:**

La sección nominal de los conductores unipolares es de  $1,5 \text{ mm}^2$ , con un conductor rígido de Cu de PVC.

PVC  $1 \times 1,5 \text{ mm}^2$  Fase +  $1 \times 1,5 \text{ mm}^2$  Neutro +  $1 \times 1,5 \text{ mm}^2$  Tierra

**Protecciones del circuito:**

PIA II-15 A.

**Protección contra contactos:**

DIFERENCIAL II-40 A /30 mA

**4.2.4.- DERIVACIÓN INDIVIDUAL QUE PARTE DEL CUADRO GENERAL DE PROTECCIÓN AL CUADRO SECUNDARIO DE LA NAVE 2****Determinación de la potencia a transportar:**

Potencia Necesaria = 23.830 W

Potencia dimensionada =  $12.405 \times 1,25 = 15.506,25$  W

**Cálculo de la intensidad máxima nominal que tiene que soportar cada cable:**

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} U \cos \varphi} = \frac{15.506,25}{\sqrt{3} 400 \cdot 0,8} = 27,97 \text{ A}$$

Intensidad máxima admisible= 36 A

**Determinación de la sección del conductor**

Según Tabla 5 de Intensidades admisibles del ITC BT-7, serán cables conductores de cobre en instalación enterrada con aislamiento de PVC, y se va eligiendo de menor a mayor sección hasta que cumple la caída de tensión:

$S = 6 \text{ mm}^2$  y se empleara PVC.

**Calculo de la caída de tensión**

$$u = \frac{P \cdot L}{\gamma \cdot s \cdot U} = \frac{15.506,25 \cdot 5}{56 \cdot 6 \cdot 400} = 0,57 \text{ V}$$

$(0,57/400) \times 100 = 0,14\% < 3\% \text{ _ CUMPLE}$

**Configuración del circuito:**

La sección nominal de los conductores unipolares es de 6 mm<sup>2</sup>, con tres conductores rígidos de Cu de PVC.

PVC 3 x 6 mm<sup>2</sup> Fase + 1 x 6 mm<sup>2</sup> Neutro + 1 x 6 mm<sup>2</sup> Tierra

**Protecciones del circuito:**

PIA IV-32 A.

**Protección contra contactos:**

DIFERENCIAL IV-40 A /300 mA

**4.2.4.1.- MOTORES DE ALIMENTACIÓN DE LA NAVE 2**

Igual al calculado para la nave 1:

$S = 1,5 \text{ mm}^2$

PVC: 3 x 1,5 mm<sup>2</sup> Fase + 1 x 1,5 mm<sup>2</sup> Neutro + 1 x 1,5 mm<sup>2</sup> Tierra

PIA IV-10A

DIFERENCIAL IV-40 A /300 mA

**4.2.4.2.- MOTORES DE VENTILACIÓN DE LA NAVE 2**

Igual al calculado para la nave 1:

$S = 1,5 \text{ mm}^2$

PVC: 3 x 1,5 mm<sup>2</sup> Fase + 1 x 1,5 mm<sup>2</sup> Neutro + 1 x 1,5 mm<sup>2</sup> Tierra

PIA IV-10A

DIFERENCIAL IV-40 A /300 mA

#### **4.2.4.3.- CORRIENTE MONOFÁSICA DE LA NAVE 2**

Igual al calculado para la nave 1:

$$S = 1,5 \text{ mm}^2$$

PVC:  $1 \times 1,5 \text{ mm}^2$  Fase +  $1 \times 1,5 \text{ mm}^2$  Neutro +  $1 \times 1,5 \text{ mm}^2$  Tierra

PIA II-15A

DIFERENCIAL II-40 A /30 mA

#### **4.2.4.4.- CORRIENTE TRIFÁSICA DE LA NAVE 1**

Igual al calculado para la nave 1:

$$S = 4 \text{ mm}^2$$

PVC:  $3 \times 4 \text{ mm}^2$  Fase +  $1 \times 4 \text{ mm}^2$  Neutro +  $1 \times 4 \text{ mm}^2$  Tierra

PIA IV-25A

DIFERENCIAL IV-40 A /300 mA

#### **4.2.4.5.- ILUMINACIÓN INTERIOR DE LA NAVE 2**

Igual al calculado para la nave 1:

$$S = 2,5 \text{ mm}^2$$

PVC:  $1 \times 2,5 \text{ mm}^2$  Fase +  $1 \times 2,5 \text{ mm}^2$  Neutro +  $1 \times 2,5 \text{ mm}^2$  Tierra

PIA II-15A

DIFERENCIAL II-40 A /30 mA

#### **4.2.4.6.- ILUMINACIÓN EXTERIOR DE LA NAVE 2**

Igual al calculado para la nave 1:

$$S = 1,5 \text{ mm}^2$$

PVC: 1 x 1,5 mm<sup>2</sup> Fase + 1 x 1,5 mm<sup>2</sup> Neutro + 1 x 1,5 mm<sup>2</sup> Tierra

PIA II-15A

DIFERENCIAL II-40 A /30 mA

### **5.- INSTALACIÓN INTERIOR**

#### **5.1.- ALUMBRADO Y FUERZA**

Se instalarán los puntos de luz señalados en el plano correspondiente a la instalación eléctrica y se alimentarán a través de los circuitos previstos en el esquema unifilar. El número de circuitos, los interruptores automáticos, los diferenciales y las secciones de los conductores se reflejan en el esquema unifilar.

#### **5.2.- CAÍDA DE TENSIÓN**

De acuerdo con el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión ITC BT 19, las caídas de tensión serán:

- 3% de la tensión nominal en el origen de la instalación para el alumbrado.
- 5% de la tensión nominal en el origen de la instalación para el resto de usos (fuerza).

#### **5.3.- PUESTA A TIERRA**

Según la Instrucción ITC BT-18 La toma de tierra tiene como misión:

- Limitar la tensión que, con respecto a tierra, pueden presentar en un momento determinado las masas metálicas.

- Asegurar la actuación de las protecciones.
- Eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales metálicos utilizados. Para ello, se unen eléctricamente todas las masas metálicas de los receptores a tierra, eliminándose así la tensión que pudiera aparecer entre las mismas.

Las tomas de tierra se realizan mediante electrodos metálicos enterrados (picas, barras, tubos, placas, cables, pletinas y en general cualquier objeto metálico) que produzcan un buen contacto con el terreno. Es imprescindible que la resistencia de la toma de tierra sea lo más baja posible, ya que de ello depende que la tensión que pudiera aparecer en las masas metálicas sea también baja.

El valor de la resistencia a tierra depende fundamentalmente de la naturaleza del terreno, de los electrodos utilizados y de la calidad del contacto entre el electrodo y el terreno. En base al uso que se vaya a dar a las instalaciones eléctricas se recomiendan los siguientes valores máximos:

- Edificios de viviendas: 80 Ω
- Edificios con pararrayos: 15 Ω
- Instalaciones de máxima seguridad: 2 a 5 Ω
- Instalación de ordenadores 1 a 2 Ω

Se adopta una resistencia a tierra de 50 Ω.

El cálculo de las dimensiones de la puesta a tierra se realiza de acuerdo con la Instrucción ITC BT 39, mediante la siguiente fórmula:

$$R = (2 \times \rho) / L$$

Siendo:

R: resistencia en Ω.

ρ: resistividad del terreno en Ω x m. Según ITC BT 39, para nuestra instalación utilizaremos

ρ = 50 Ω x m (terrenos fértiles y cultivables).

L: longitud del conductor en m.

$$L = (2 \times \rho) / R = (2 \times 50) / 50 = 2 \text{ m.}$$

Se instalará una toma de tierra enterrada de 2 metros de longitud. Se cumple también con la distancia entre las tomas de tierra del transformador y el C.G.P. (debe ser mayor de 15 m para terrenos cuya resistividad sea menor de  $100 \Omega \times \text{m}$ ), ya que la distancia es de 20 m.

**ANEXO 13**

**PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS**

## Anexo 13.- Protección contra incendios

1.-Introducción.....	Pág. 1
2.- Descripción.....	Pág. 1
3.- Usos .....	Pág. 1
4.- Propagación interior (sección SI 1) .....	Pág. 2
4.1.- Compartimentación .....	Pág. 2
4.2.- Locales y zonas de riesgo especial .....	Pág. 3
4.3.- Espacios ocultos .....	Pág. 3
4.4.- Reacción al fuego de los elementos constructivos.....	Pág. 3
5.- Propagación exterior.....	Pág. 3
5.1.- Medianeras y fachadas .....	Pág. 3
6.- Evacuación de ocupantes (Sección SI 3) .....	Pág. 3
6.1.-Compatibilidad de los elementos de evacuación.....	Pág. 3
6.2.-Cálculo de la ocupación .....	Pág. 4
6.3.-Número de salidas y longitud de los recorridos de evacuación .....	Pág. 4
6.4.-Dimensionado de los elementos de evacuación .....	Pág. 4
6.5.-Protección de las escaleras.....	Pág. 4
6.6.-Puertas situadas en recorridos de evacuación.....	Pág. 4
6.7.-Señalización de los medios de evacuación.....	Pág. 4
7.- Detección, control y extinción del incendio (Sección SI 4) .....	Pág. 5
7.1.-Dotación de instalaciones de protección contra incendios.....	Pág. 5
7.2.-Señalización de las instalaciones de protección.....	Pág. 5
8.- Intervención de los bomberos (Sección SI 5) .....	Pág. 5
8.1.-Condiciones de aproximación y entorno.....	Pág. 5
8.2.-Entorno de los edificios .....	Pág. 5
8.3.-Accesibilidad por la fachada .....	Pág. 5
9.- Resistencia al fuego de la estructura (Sección SI 6).....	Pág. 6
9.1.-Resistencia al fuego de la estructura.....	Pág. 6
9.2.-Elementos estructurales principales .....	Pág. 6
9.3.-Elementos estructurales secundarios .....	Pág. 6
9.4.-Determinación de los efectos de las acciones durante el incendio .....	Pág. 6
9.5.-Determinación de la resistencia al fuego de los elementos.....	Pág. 6

## 1.- INTRODUCCIÓN

El presente Anexo se ha redactado siguiendo las directrices marcadas en la normativa legal siguiente:

- Documento Básico SI de Seguridad en caso de Incendio del CTE aprobado en el RD 314/2006.
- RD 2267/2004 de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de Seguridad contra incendios en los establecimientos industriales. Esta instalación no está obligada a su cumplimiento, ya que el Capítulo 1, artículo 2, punto 3 del mismo se comunica que quedan excluidas las actividades agropecuarias, aunque se va a seguir para estructurar el anexo.
- Reglamento de instalaciones de protección contra incendios, aprobado por el RD 1942/1993 de 5 de noviembre.
- Orden del 16 de abril de 1998 sobre normas de procedimiento y desarrollo del RD 1942/1993 de 5 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones de Protección Contra Incendios y se revisa el anexo I y los apéndices del mismo.
- Ley 21/1992 de 16 de Julio, de Industria
- Ley 2/1985 de 21 de enero, de Protección Civil.

## 2.- DESCRIPCIÓN

Se trata de una nave ganadera de 126,00 m por 14,00 m formada por pórticos prefabricados de hormigón, correas prefabricadas de hormigón, cerramientos prefabricados de hormigón y cubierta tipo sándwich, ocupa 1.764 m<sup>2</sup>.

## 3.- USOS

Se destina al alojamiento y cebo de cerdos.

## 4.- PROPAGACIÓN INTERIOR (SECCIÓN SI 1)

### 4.1.- COMPARTIMENTACIÓN

La nave proyectada se considera un único sector de incendio por tratarse de un espacio diáfano, más del 90% de la superficie se desarrolla en planta baja, su salida se comunica directamente con el espacio exterior libre y no existe, sobre dicho recinto ninguna zona superior habitable.

Se trata de un edificio de tipo C, cuya definición es: “ el establecimiento industrial ocupa totalmente un edificio, que está a una distancia mayor de tres metros del edificio más próximos. Dicha distancia deberá estar libre de combustibles o elementos intermedios susceptibles de propagar el incendio”.

Para el cálculo de la densidad de carga de fuego del conjunto de sectores de incendio aplicaremos la siguiente fórmula:

$$Qs = \sum \frac{qsi \cdot Si \cdot Ci}{A} \cdot Ra$$

Donde :

Qs es la Densidad de carga del edificio

qsi es la densidad de fuego corregida y ponderada

Si es la superficie de cada zona ( en nuestro caso consideramos un solo sector).

Ci es el Coeficiente de peligrosidad en función de los materiales.

Ra es el riesgo de activación

A es la superficie del sector de incendio.

En nuestro caso y según la normativa:

$$Qs = \sum \frac{40 \cdot 1764 \cdot 1}{1764} \cdot 1 = 40 \text{ MJ/m}^2$$

La carga de fuego ponderada y corregida para la actividad a la que se destina determina en nivel de riesgo intrínseco BAJO 1 (Según RD 2267/2004)

#### **4.2.- LOCALES Y ZONAS DE RIESGO ESPECIAL**

La edificación proyectada no está considerada de riesgo especial.

#### **4.3.- ESPACIOS OCULTOS**

No existen espacios ocultos en la obra proyectada, ni se produce paso de instalaciones a través de elementos de compartimentación de incendios que requieran la obturación de secciones mediante materiales intumescentes u otros procedimientos.

#### **4.4.- REACCIÓN AL FUEGO DE LOS ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS**

Los materiales aplicados en las obras, deben tener unas características de Reacción frente al fuego determinadas. Los elementos constructivos utilizados en el presente proyecto cumplen con las siguientes especificaciones.

Paredes y techos: C-s2, d0

Suelos: E<sub>FL</sub>

### **5.- PROPAGACIÓN EXTERIOR**

#### **5.1.- MEDIANERAS Y FACHADAS**

Los edificios proyectados no tienen medianeras con otros edificios colindantes.

La geometría del edificio es rectangular, con fachadas dispuestas a 90º, no existiendo a una distancia inferior a 2 m. ventanas o elementos, que permitan la propagación del fuego de una fachada a otra.

### **6.- EVACUACIÓN DE OCUPANTES (SECCION SI 3)**

#### **6.1.- COMPATIBILIDAD DE LOS ELEMENTOS DE EVACUACIÓN**

No se trata de unos edificio comercial, ni de pública concurrencia, ni docente, ni residencial, ni público, ni administrativo.

## **6.2.- CÁLCULO DE LA OCUPACIÓN**

Para almacenes se considera una ocupación de una persona cada 40 m<sup>2</sup>, aunque en nuestro caso no será superior a 1 persona en la nave.

## **6.3.- NÚMERO DE SALIDAS Y LONGUITUD DE LOS RECORRIDOS DE EVACUACIÓN**

Se dispone de varias salidas de evacuación en planta baja. Poco tratarse de unas salidas directas al espacio exterior seguro y que la ocupación de la nave no excede las 25 personas, la longitud de los recorridos de evacuación no podrá superar los 50 m. En nuestro caso concretamente será como máximo de 45 m.

## **6.4.- DIMENSIONADO DE LOS MEDIOS DE EVACUACIÓN**

La anchura mínima de las puertas de salida es superior a 80 cm.

No existen otros elementos singulares de evacuación como escaleras, rampas, etc.

## **6.5.- PROTECCIÓN DE LAS ESCALERAS**

No existen escaleras en nuestra explotación ganadera.

## **6.6.- PUERTAS SITUADAS EN RECORRIDOS DE EVACUACIÓN**

Las puertas son fácilmente operables.

## **6.7.- SEÑALIZACIÓN DE LOS MEDIOS DE EVACUACIÓN**

En cada salida puede colocarse una señal con un rótulo de SALIDA, con unas dimensiones de 210 x 210, considerando una distancia habitual de observación menor de 10 m.

## **7.- DETECCIÓN, CONTROL Y EXTINCIÓN DEL INCENDIO (SECCIÓN SI 4)**

### **7.1.- DOTACIÓN DE INSTALACIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS**

Como medida de seguridad se instalan 5 extintores portátiles de eficacia 21<sup>a</sup>-113B en la nave. Dada la tipología y actividad de los edificios proyectados no resulta necesarias la instalación de otros mecanismos de protección.

### **7.2.- SEÑALIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES DE PROTECCIÓN**

La localización del extintor se realizará mediante señales definidas en la norma UNE 23033-1, con un tamaño de 210 x 210 mm. Las señales serán fotoluminiscentes y cumplirán con lo establecido en la norma UNE 23035-4:1999

## **8.- INTERVENCIÓN DE LOS BOMBEROS (SECCIÓN SI 5)**

### **8.1.- CONDICIONES DE APROXIMACIÓN Y ENTORNO**

Los viales de aproximación al edificio tienen una anchura mínima libre superior a 3,50 m., una altura libre de gálibo superior a 4,50 m. y una capacidad portante del vial superior a 20 KN/m<sup>2</sup>.

### **8.2.- ENTORNO DE LOS EDIFICIOS**

El entorno de los edificios cumple con todas las especificaciones indicadas en este apartado, aun no tratándose de edificios con una altura de evacuación mayor de 9 m. La anchura mínima libre en la fachada donde se localiza el acceso principal es superior a 5 m. La altura libre de la zona es la del edificio. La separación máxima del vehículo de bomberos al edificio es inferior a 23 m. La distancia máxima hasta cualquier acceso principal al edificio es inferior a 30 m. La pendiente máxima de los accesos es inferior al 10% y la resistencia al punzamiento del suelo es superior a 10 T sobre 20 cm.

No existen tapas de registro de canalizaciones de servicios públicos en los espacios de acceso. El entorno dispone de espacio de maniobra libre de mobiliario, arbolado u otros obstáculos. No existe ninguna zona forestal en el contorno del edificio, a menos de 25 m.

### **8.3.- ACCESIBILIDAD POR LA FACHADA**

No existen instalados en fachada elementos que impidan o dificulte la accesibilidad al interior. La altura del alfeizar de las ventanas, respecto al nivel de planta, no es mayor de 1,20 m.

## **9.- RESISTENCIA AL FUEGO DE LA ESTRUCTURA /SECCIÓN SI 6)**

### **9.1.- RESISTENCIA AL FUEGO DE LA ESTRUCTURA**

Se sigue el modelos de curva normalizada tiempo-temperatura para el cálculo de la resistencia.

### **9.2.- ELEMENTOS ESTRUCTURALES PRINCIPALES**

Se trata de una estructura de cubierta ligera, no prevista para ser utilizada en la evacuación de los ocupantes, cuya altura respecto a la rasante no excede de 28 m. y su fallo no puede ocasionar daños a edificios o establecimientos próximos, por lo que puede ser R-30.

### **9.3.- ELEMENTOS ESTRUCTURALES SECUNDARIOS**

Todos los elementos estructurales secundarios tendrán la misma resistencia que la exigida para la estructura principal.

### **9.4.- DETERMINACIÓN DE LOS EFECTOS DE LAS ACCIONES DURANTE EL INCENDIO**

Se han considerado los efectos de las acciones durante la exposición al incendio de acuerdo con lo previsto en Documento Básico DB-SE

### **9.5.- DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA AL FUEGO DE LOS ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS.**

La resistencia al fuego de la estructura de hormigón se divide en el cálculo de la estructura y de los elementos de fábrica.

La resistencia al fuego de los soportes empleados en la estructura es R-90, en las vigas de cubierta con 3 caras expuestas al fuego es R-120 y los cerramientos laterales de pared prefabricada de hormigón de 12 cm es REI-90.

**ANEXO 14**

**PLAN DE CONTROL DE**

**CALIDAD DE LA OBRA**

## Anexo 14.- Plan de control de Calidad de la Obra

1.-Objeto del anexo.....	Pág. 1
2.- Memoria.....	Pág. 1
2.1.- Descripción de las obras .....	Pág. 1
2.2.- Normativa de aplicación .....	Pág. 1
2.3.- Procesos constructivos .....	Pág. 1
2.4.- Unidades de obra y materiales objeto de control .....	Pág. 2
2.5.- Plan de control de calidad .....	Pág. 3
2.5.1.- Controles de recepción.....	Pág. 3
2.5.1.1.- Control de la documentación .....	Pág. 3
2.5.1.2.- Recepción mediante distintivos .....	Pág. 4
2.5.1.3.- Recepción mediante ensayos .....	Pág. 4
2.5.1.4.- Inspección visual de los materiales recibidos.....	Pág. 4
2.5.2.- Controles de ejecución .....	Pág. 5
2.5.2.1.- Control del procesos.....	Pág. 5
2.5.2.2.- Control de los materiales.....	Pág. 5
2.5.3.- Controles de la obra terminada .....	Pág. 6
2.5.4.- Documentación de calidad .....	Pág. 6
2.5.4.1.- Productos.....	Pág. 6
2.5.4.2.- Equipos .....	Pág. 6
2.5.4.3.- Sistemas.....	Pág. 6
2.6.- Programa de control .....	Pág. 7
3.- Planos .....	Pág. 7
4.- Presupuesto .....	Pág. 7

## **1.- OBJETO DEL ANEXO**

Este Anexo se realiza en cumplimiento de lo especificado en el Código Técnico de la Edificación, con el objeto de programar y presupuestar el control de calidad

La finalidad del control es comprobar que la obra cumple unas características de calidad que permiten garantizar, con una determinada probabilidad de aceptación, que la obra en su conjunto y cada uno de los elementos que la componen son conformes tanto con los criterios generales establecidos en este anexo, como con los particulares que se definan, en su caso, por proyecto.

Todas las actividades ligadas al control de materiales y la ejecución deben garantizar el mantenimiento de la trazabilidad de cada uno de los productos y materiales empleados, permitiendo identificar los fabricantes de cada elemento estructural.

## **2.- MEMORIA**

### **2.1.- DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS**

Se trata de dos naves ganaderas adosadas de 60 m. de longitud por 14 m. de anchura, con una zona de servicios intercalado, con cubierta a dos aguas (20 % de pendiente), una balsa de purín, un foso de cadáveres, un vado de desinfección y vallado de la explotación.

### **2.2.- DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS**

- Ley de ordenación de la Edificación (BOE 6/11/99)
- Código Técnico de la Edificación (BOE nº 74 24/3/06)
- Instrucción de Hormigón Estructural.

### **2.3.- PROCESOS CONSTRUCTIVOS**

La construcción de la explotación porcina conlleva el siguiente proceso constructivo: movimiento de tierras, cimentación de zapatas y riostras, colocación de la estructura, trabajos de albañilería, fontanería y electricidad.

El movimiento de tierras se realizará principalmente con medios mecánicos, mediante máquina retroexcavadora, pala cargadora y camiones de medio tonelaje. Se utilizará la retroexcavadora para realizar los pozos de las zapatas. También se utilizará esta máquina para la excavación de las zanjas, balsa de purín y fosa de cadáveres. El refinado se realizará por medios manuales. El acceso de los camiones y demás maquinaria se realizará por los caminos locales de acceso a las parcelas.

La cimentación se resuelve a base de zapatas y riostras de hormigón vertido directamente sobre las armaduras colocadas en las zanjas excavadas.

La estructura se resuelve a base de pórticos prefabricados de hormigón armado y de correas prefabricadas de hormigón armado en la cubierta. En la parte superior de los cerramientos se colocará un zuncho atado de 20 x 20 cm. de hormigón armado con redondos de acero. En el montaje de las estructuras prefabricadas se consideran las maniobras de recepción, descarga, acopio y colocación. La cubierta se realizará mediante panel sándwich y los cerramientos exteriores serán cerramientos prefabricados de hormigón con aislamiento interior.

Los trabajos de albañilería se ejecutarán básicamente en las divisiones interiores.

Los trabajos de fontanería consistirán en los relativos al suministro de agua por el interior de la nave y a la instalación de calefacción.

Los trabajos de electricidad consistirán en los relativos a la puesta en marcha y funcionamiento de las luminarias y motores por el interior de la nave.

## **2.4.- UNIDADES DE OBRA Y MATERIALES OBJETO DE CONTROL**

Se realizarán controles sobre:

- Hormigones de cimentación de edificios.
- Armaduras en pilares y cimientos.
- Estructuras
- Materiales de cobertura.

## 2.5.- PLAN DE CONTROL DE CALIDAD

### 2.5.1- CONTROLES DE RECEPCIÓN

Son los que se realizarán a la recepción de los materiales en obra.

Se realizarán para hormigones, ferralla, estructuras y materiales de cobertura.

#### 2.5.1.1.- CONTROL DE LA DOCUMENTACIÓN

A la entrega del suministro de los materiales el suministrador aportará un albarán, con documentación anexa si fuera necesario, conteniendo los siguientes datos.

Identificación del fabricante y suministrador del producto:

- Nombre de la fábrica donde se ha elaborado el producto.
- Nombre y dirección de la empresa suministradora, adicionalmente, nombre, dirección de la empresa fabricante del producto si es distinta a la suministradora.
- Fecha del suministro.
- Identificación del vehículo de transporte (matrícula)
- Designación normalizada del producto, conforme a la presente instrucción.
- Nombre y dirección del comprador y punto de destino del producto.
- Referencia del pedido
- Advertencias, en su caso, en materia de seguridad, salud y medio ambiente.
- Logotipo del marcado “CE” y el número de identificación del organismo de certificación.
- Número de certificado de conformidad “CE”.

En su caso, referencia del distintivo de calidad oficialmente reconocido, en el sentido expuesto y mención del número de certificado correspondiente y año de concesión

En caso de hormigones se estará a lo dispuesto en los artículos 69.2.9.1. y 69.2.9.2. de la EHE.

#### **2.5.1.2.- RECEPCIÓN MEDIANTE DISTINTIVOS**

En algunos casos, y de forma voluntaria los productos y materiales utilizados en una obra, pueden estar en posesión de marcas, sellos y certificados de calidad, en adelante, distintivos de calidad, que avalan que los productos que los ostentan están sometidos a unos procesos específicos y a un control de producción de fábrica que permiten garantizar con un cierto nivel de confianza, que cumplen las especificaciones que los propios distintivos han impuesto a través de procedimientos particulares.

#### **2.5.1.3.- RECEPCIÓN MEDIANTE ENSAYOS**

Previamente al empleo de los hormigones se procederá a la toma de muestras para, en su caso, la realización de ensayos. En ella podrá estar presentes, además del representante del laboratorio de ensayo, un representante del suministrador, también podrá estar presente la dirección facultativa.

La toma de muestras se realizará en hormigón fresco, mediante asiento cono Abrams con 4 probetas cilíndricas de 15 x 30 cm. cuadrado refrentado y rotura, según las normas UNE 83300/90, se realizará un ensayo por cada 50 m<sup>3</sup>.

#### **2.5.1.4.- INSPECCIÓN VISUAL DE LOS MATERIALES RECIBIDOS**

Estructuras: la inspección visual debe confirmar que no se reciben piezas con golpes que hayan podido doblar o fracturar la estructura. En caso de piezas prefabricadas de hormigón no deben aparecer vistas las armaduras, ni deben tener coqueras ni fisuras. En caso contrario se rechazarán las piezas.

Material de cobertura: Se rechazarán los lotes con piezas rotas o fisuradas, salvo que estos daños se hayan producido durante la descarga en cuyo caso únicamente se eliminarán los elementos dañados.

## **2.5.2.- CONTROLES DE EJECUCIÓN**

Los controles de ejecución tienen por objeto garantizar que la obra se ajusta a las especificaciones del proyecto.

### **2.5.2.1.- CONTROL DEL PROCESO**

Armaduras: antes de hormigonar, debemos cerciorarnos de la correcta colocación de los armados (especialmente que no estén intercambiados den vigas y losas, el armado inferior y superior) atado entre armados, solapes, etc.... Se debe controlar la separación de las armaduras respecto al terreno y al encofrado para conseguir en correcto recubrimiento de las mismas.

Estructuras: se comprobará que no se montan estructuras en lugares donde no les corresponde, la colocación de las correas de cubierta. Una vez colocadas se debe controlar que el modo de sujeción es el correcto, no debiendo quedar a medio soldar o atornillar solo algunos tornillos.

Hormigones: se controlará que el hormigonado no se realice con condiciones atmosféricas que le puedan afectar. Se comprobará que se realiza el vibrado del hormigón así como un correcto curado.

Materiales de cobertura: se comprobará que el solape entre las distintas piezas es el adecuado para garantizar la estanqueidad.

### **2.5.2.2.- CONTROL DE LOS MATERIALES**

Armaduras: se comprobará que las características geométricas de los armados son las correctas (tal y como venían en el proyecto): diámetro de las barras, separación de las barras. Según la norma UNE 36.069/2.000 se realizará 1 ensayo por cada 20 Tm. Además se controlará visualmente su estado: que no tengan cortes, estado de oxidación.

Estructuras: se comprobará que no hayan sufrido golpes que les afecten a su durabilidad o estabilidad estructural.

Hormigones: se controlará que el hormigón utilizado es el que realmente requiere la pieza que se va a hormigonar. Se encargará a empresas especializadas el control de consistencia y resistencia del hormigón. Las decisiones que se tomen en

función del control de la resistencia del hormigón deberán estar acordes al artículo 88.4 de la EHE.

Materiales de cobertura: se comprobará que no se coloquen piezas rotas o con fisuras.

### **2.5.3.- CONTROL DE OBRA TERMINADA**

Dada la simplicidad del edificio a construir, que dista mucho de una vivienda o cualquier otro edificio de uso público, administrativo, comercial, hospitalario, etc. que hacen que la obra se ciña a cimentación, estructura, cubierta y cerramientos, no se considera realizar pruebas de servicio.

### **2.5.4.- DOCUMENTACIÓN DE CALIDAD**

Se rellenará un formulario en que se detallará la fecha en la que se han realizado los controles y la firma del responsable que los ha llevado a cabo, así como un apartado de observaciones por si la inspección diera lugar a tomar acciones.

#### **2.5.4.1.- PRODUCTOS**

La responsabilidad de la inspección de los productos y el control de la documentación corresponde a la Dirección Facultativa. Independientemente de la casuística de posibles suministradores la documentación de cada remesa que llegue a la obra deberá permitir la trazabilidad del material suministrado a la obra.

#### **2.5.4.2.- EQUIPOS**

Todos los equipos incorporados a la obra deberán estar acompañados de las correspondientes fichas técnicas, indicándosela manera de actuación en caso de avería o accidente.

#### **2.5.4.3.- SISTEMAS**

Dada la simplicidad de la obra, alejada de lo que es una vivienda o un edificio de uso público, no se prevé la instalación de sistemas.

No obstante, si hubiera lugar, todos los sistemas que sean incorporados a la obra, al igual que los equipos deben estar acompañados de su correspondiente documentación y su manual de instrucciones, uso y mantenimiento.

## **2.6.- PROGRAMA DE CONTROL**

Dada la simplicidad de las obras no se estima necesario establecer un programa de control.

## **3.- PLANOS**

Dada la simplicidad de la obra, no se estima necesario realizar planos para especificar las tareas de control de calidad

## **4.- PRESUPUESTO**

Se estima que el coste del control de calidad, incluidos ensayos ascenderá a MIL CIENTO NUEVE EUROS Y SETENTA Y UN CÉNTIMOS (1.109,71 €)

**ANEXO 15**

**PRODUCCIÓN Y GESTIÓN**

**DE RESIDUOS DE LA OBRA**

## **Anexo 15.- Producción y Gestión de Residuos de la Obra**

1.-Objeto del anexo.....	Pág. 1
2.- Estimación de la cantidad de residuos.....	Pág. 1
3.- Medidas para la prevención de residuos en la obra.....	Pág. 2
4.- Operaciones de valoración, reutilización y eliminación de residuos.....	Pág. 3
5.- Medidas para la separación de los residuos en obra.....	Pág. 4
6.- Pliego de prescripciones técnicas particulares del proyecto .....	Pág. 4
7.- Valoración del coste previsto.....	Pág. 4

## 1.- OBJETO DEL ANEXO

El presente anexo tiene como finalidad acreditar el cumplimiento del RD 105/2008, de 1 de Febrero por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición (BOE de 13 de Febrero de 2008)

### **Descripción de la obra:**

- Dos naves ganaderas adosadas de 60 x 14 m. Entre ellas se ha dispuesto una zona de servicio que dispondrá de libro de visitas. Las dimensiones totales de la nave resultante serán 126 x 14 m. Se construirá con estructura prefabricada de hormigón, cerramiento con paneles prefabricados de hormigón con aislante interior y cubierta a dos aguas de placas tipo sándwich con 20% de pendiente.

- Una balsa de purines de 35 x 15 x 3 m. impermeabilizada mediante hormigón proyectado y vallada perimetralmente.

- Una fosa de cadáveres de dimensiones 2 x 2 x 2 m. realizada mediante muros y solera de hormigón y cubierta mediante viguetas, bovedillas y capa de compresión.

- Un vado de desinfección construido mediante solera y muretes de hormigón.

- Vallado perimetral del recinto de la explotación mediante malla de simple torsión galvanizada y tubo de acero recibido con mortero.

## 2.- ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD DE RESIDUOS

Se trata de obra nueva por lo que no se realizará ninguna labor de demolición ni modificación de obras de fábrica o de ningún tipo de instalación existente.

Los únicos residuos, serán los que se generaren durante la ejecución de la obra nueva, que son por tanto los generados directamente durante la ejecución del proyecto.

Los residuos que se generarán tienen la siguiente codificación con arreglo a la lista europea de residuos publicada por orden MAM/304/2002 de 8 de Febrero por la que se publican las operaciones de valoración y eliminación de residuos y la lista europea de residuos.

-17.01.01      Hormigón

- 17.02.01 Madera
- 17.02.03 Plástico
- 17.04.03 Hierro y Acero
- 17.05.04 Tierras y piedras distintas a las especificadas (sin contaminantes)
- 20.01.01 Papel y cartón

### **3.- MEDIDAS PARA LA PREVENCIÓN DE RESIDUOS DE LA OBRA**

Los trabajos y actividades realizadas provocan la generación de una serie de residuos que es obligatorio gestionar adecuadamente.

Durante la construcción existirá un control documental riguroso de todos los residuos que se generen, control que abarcará su producción, almacenamiento provisional y su reutilización o eliminación. En cualquier caso, se cumplirán los preceptos técnicos y administrativos recogidos en la Ley 10/1998, de 21 de Abril, de Residuos y, para el caso de sustancias lubricantes, lo establecido en la Orden de febrero de 1989, por la que se regula la Gestión de Aceite Usados.

Los gerentes promotores del proyecto deben asegurar la definición de ubicaciones concretas de cada tipo de residuo, los procedimientos de gestión y evacuación propios para cada municipio o Comunidad Autónoma, y la disponibilidad permanente de recipientes adecuados para contener y evacuar los distintos tipos de residuos, garantizando que, en la manipulación de estos productos, no se produce ninguna afección al entorno medioambiental.

En líneas generales, se distinguen cuatro tipos fundamentales de residuos:

- Asimilables a urbanos: los que pueden ser recogidos y tratados junto con el resto de residuos urbanos y cuya gestión suele corresponder a los Ayuntamientos (papel, cartón, vidrio, metales ferreos y no ferreos, plásticos, materia orgánica, cables, maderas, etc.) con tratamientos diferenciados según el residuo.

Los residuos generados de este tipo serán acumulados en contenedores adecuados para su eliminación.

- Inertes: los sólidos que, una vez depositados en un vertedero, no experimentan transformaciones físico-químicas o biológicas significativas y no son considerados peligrosos (escombros, porcelanas, entre otros); son gestionados también por los Ayuntamientos mediante vertido controlado o reciclaje. En ningún caso se crearán escombreras o vertederos incontrolados.

- Forestales: procedentes de actividades de aclareo, talas, podas y desbroces de montes; aplicables en el caso que nos ocupa a los trabajos de limpieza de vegetación. Podrán ser eliminados a través de un centro de aprovechamiento o mediante el vertido controlado en una instalación autorizada.

Peligrosos (no se generan): los sólidos, pastosos o líquidos, y los gaseosos en recipientes que, siendo producto de la actividad industrial, no tienen utilidad para el productor y contienen en su composición sustancias y materias clasificadas en cantidades que supongan un riesgo para la salud humana o el medioambiente ( aceites, grasas, pinturas, baterías, disolventes, etc.).

El vertido accidental de cualquier tipo de sustancia que pudiera ocasionar una contaminación al suelo o a las aguas superficiales o subterráneas, será inmediatamente retirado, adecuadamente junto con el suelo contaminado y será almacenado en una zona impermeabilizada hasta la retirada por un gestor autorizado.

#### **4.- OPERACIONES DE VALORACIÓN, REUTILIZACIÓN Y ELIMINACIÓN DE LOS RESIDUOS GENERADOS**

##### **Eliminación**

Durante la ejecución de la obra los residuos generados, al ser todos inertes, serán depositados en contenedores indicados para tal efecto. Posteriormente serán conducidos al vertedero donde serán gestionados directamente por el Ayuntamiento o el ente encargado de tal fin.

##### **Valoración**

Tratamiento de suelos produciendo un beneficio a la Agricultura o una mejora ecológica de los suelos. Mediante el extendido de la capa vegetal de la superficie de actuación sobre la superficie de la parcela en aquellas zonas en las que la capa vegetal sea necesaria y mejore la calidad del terreno.

## **5.- MEDIDAS PARA LA SEPARACIÓN DE LOS RESIDUOS EN OBRA**

Debido a que las cantidades de residuos estimadas anteriormente son mínimas y no superan en ningún caso a las cantidades establecidas en el apartado 5 del artículo 5 del RD 105/2008 de 1 de Febrero para efectuar separación específica. No es necesario efectuar una separación por lo que todos los residuos se recogerán en un solo contenedor.

## **6.- PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES DEL PROYECTO**

No se contempla este tema en el pliego de condiciones

## **7.- VALORACIÓN DEL COSTE PREVISTO**

La valoración del coste comprende el alquiler de un contenedor durante la duración de las obras, así como su transporte a vertedero y el pago de un canon correspondiente al volumen del vertido. Se estima un coste aproximado de CUATROCIENTOS EUROS (400€)

**ANEXO 16**

**ESTUDIO VIABILIDAD ECONÓMICA**

## **ANEXO 16.- Estudio de Viabilidad Económica**

1.- Introducción .....	Pág. 1
2.- Cobros .....	Pág. 1
3.- Pagos ordinarios.....	Pág. 1
4.- Financiación .....	Pág. 3
5.- Viabilidad.....	Pág. 3
6.- Ratios económico-financieros.....	Pág. 4

## 1.- INTRODUCCIÓN

La explotación ganadera formará parte de una integración vertical. La empresa integradora suministra los cerdos y los gastos que éstos generan, como pienso, mano de obra especializada, medicamentos e instrumental para administrarlos; mientras que el propietario pone el terreno, las instalaciones y corre con los gastos de su conservación, energía, agua y mano de obra. El promotor, por estos servicios, cobra un tanto por animal enviados al matadero.

## 2.- COBROS

Las empresas integradoras de la zona están pagando actualmente una cantidad que oscila entre 11,80 y 13,40 €/cerdo. A esta cantidad hay que añadirle las primas que el ganadero podría llegar a percibir en el caso de que lograra un buen índice de transformación y un bajo porcentaje de bajas. Para estudio económico no se van a tener en cuenta las primas, puesto que no tienen un valor fijo.

Para realizar los cálculos, hay que tener en cuenta el número de bajas que se producen en cada crianza. En nuestro caso vamos a usar como dato un 3 % de bajas:

$$1.999 - 3 \% \text{ de } 1.999 = 1.999 - 40 = 1.960 \text{ cerdos/cría}$$
$$1.960 \text{ cerdos/cría} \times 2 \text{ crías/año} = 3.920 \text{ cerdos/año}$$

Para el cálculo de los cobros anuales consideramos como precio pagado por cerdo un precio medio de 12,10 €.

De esta manera los cobros anuales ascienden a:

$$3920 \text{ cerdos/año} \times 12,60 \text{ €/cerdo} = 49.392 \text{ €/año}$$

## 3.- PAGOS ORDINARIOS

Los pagos ordinarios a los que se va a hacer frente son:

- Mano de obra

La explotación está pensada como complemento de la actividad agraria del promotor que aporta la tierra. Por lo tanto, consideraremos que no es necesario

contratar una persona a jornada completa. Consideramos un 40% de su jornada para los trabajos en la misma.

$$12 \text{ pagas de } 1.250\text{€ brutos} = 15.000\text{€/año} \times 0,4 = 6.000 \text{ €/año}$$

- Agua

Suponemos un consumo medio estimado de 5 L/cerdo·día

El consumo diario será de 10 m<sup>3</sup>.

Si el precio considerado del metro cúbico es 0,12 €, el gasto en agua será:

$$10 \text{ m}^3/\text{día} \times 365 \text{ días/año} \times 0,12 \text{ €/m}^3 = 438 \text{ €/año}$$

- Gasoil

El grupo electrógeno de la explotación funciona con gasoil, y según el fabricante consume 2 litros/hora al 75% de carga.

Consumo anual de gasoil:

$$2 \text{ horas/día} \times 365 \text{ días/año} \times 2 \text{ litros/hora} = 1.460 \text{ litros/año}$$

El gasto por lo tanto, será:

$$1.460 \text{ litros/año} \times 0,8 \text{ €/litro} = 1.168 \text{ €/año}$$

- Calefacción

El gasto en calefacción va a variar mucho en función de la época en la que los lechones entren en la explotación.

El gasto máximo tiene lugar cuando el llenado de la granja se produce en Enero. Este consumo se ve compensado a lo largo del año, puesto que el segundo ciclo anual comenzaría en Julio, cuando no es necesaria la calefacción.

Este gasto además, puede reducirse si durante el periodo de más frío, se utilizan mantas térmicas. Estas mantas se deslizan por encima de los boxes, mediante sirgas, reduciendo así el espacio a calentar y evitando la dispersión del calor a la parte alta de la nave.

Según los datos facilitados por integradoras y explotaciones de la zona, se considera de manera estimada un gasto en calefacción de 2.000 €/año.

#### - Gastos generales

Los gastos generales son: limpieza, mantenimiento, reparaciones, seguros, impuestos, etc., y ascienden aproximadamente a 1.500€/año

**El total de gastos ordinarios asciende a 11.106 €/año**

## 4. FINANCIACIÓN

Para la ejecución de este proyecto es necesaria una inversión de 393.364 € (presupuesto de ejecución por contrata). Para hacer frente a esta inversión, se solicitará un préstamo hipotecario de 300.000€, con una amortización de 15 años y un interés del 5%. Esto implica un pago financiero de 28.468 €/año en concepto de pagos financieros.

## 5. VIABILIDAD

Se va a hacer un estudio económico para una vida útil de 25 años de la explotación, y se considera una tasa de actualización de 5 %. En la siguiente tabla aparece un resumen de todos los cobros y pagos, así como los rendimientos que se van a obtener en estos años.

AÑO	COBRO ORD	COBRO EXTR	COBRO FINAN	SUBVENC	PAGO ORD	PAGO EXTR	PAGO FINAN	FLUJO DESTR	PAGO INVERS	FLUJO CAJA	
0			300.000						393.364	-93.364	
1	49.392				11.106		28.468			9.818	
2	49.392				11.106		28.468			9.818	
3	49.392				11.106		28.468			9.818	
4	49.392				11.106		28.468			9.818	
5	49.392				11.106		28.468			9.818	
6	49.392				11.106		28.468			9.818	
7	49.392				11.106		28.468			9.818	
8	49.392				11.106		28.468			9.818	
9	49.392				11.106		28.468			9.818	
10	49.392				11.106		28.468			9.818	
11	49.392				11.106		28.468			9.818	
12	49.392				11.106		28.468			9.818	
13	49.392				11.106		28.468			9.818	
14	49.392				11.106		28.468			9.818	Pay Back=14
15	49.392				11.106		28.468			9.818	
16	49.392				11.106					38.286	
17	49.392				11.106					38.286	
18	49.392				11.106					38.286	
19	49.392				11.106					38.286	
20	49.392				11.106					38.286	
21										0	
22										0	
23										0	
24										0	
25										0	

## 6. RATIOS ECONOMICO-FINACIEROS

A continuación se exponen los ratios económico-financieros más significativos que nos dan una clara idea de la viabilidad y rentabilidad de la inversión de este proyecto.

### VALOR ACTUAL NETO (VAN)

El valor Actual Neto (VAN) es un indicador de rentabilidad absoluta. Si el V.A.N. es mayor que cero el proyecto es viable.

Para su cálculo, tomamos una tasa de actualización del 5%.

### TASA INTERNA DE RETORNO (TIR)

La tasa interna de retorno (T.I.R.) es un indicador de rentabilidad relativa. Se obtiene tras igualar el V.A.N. a cero, y nos indica la rentabilidad por unidad monetaria invertida.

### RESULTADOS:

Tasa de actualización 5%

VAN 88.276,08 €

TIR 11,83 %

Con estos resultados se concluye que la inversión es **RENTABLE**.