

Agricultura

Ahorro y Eficiencia Energética en Instalaciones Ganaderas

Ahorro y Eficiencia Energética en la Agricultura



MINISTERIO DE INDUSTRIA, TURISMO Y COMERCIO



Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía

Agricultura

Ahorro y Eficiencia Energética en la Agricultura 

Ahorro y Eficiencia Energética

en Instalaciones Ganaderas



TÍTULO

Ahorro y Eficiencia Energética en Instalaciones Ganaderas

.....
Esta publicación ha sido elaborada y editada por IDAE, y está incluida en el fondo editorial de este Instituto, en la Serie “Ahorro y Eficiencia Energética en la Agricultura”.

Cualquier reproducción, total o parcial, de la presente publicación debe contar con la aprobación del IDAE.

Depósito Legal: M-42666-2005

ISBN: 84-86850-95-9

.....
IDAE
Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía
c/Madera, 8
E- 28004 - Madrid
comunicacion@idae.es
www.idae.es

Madrid, octubre 2005

Prólogo	5
Introducción	7
1 Necesidades energéticas	9
1.1 Situación actual	9
1.2 Cálculo de las necesidades energéticas	10
1.3 Resultados sobre consumos energéticos	11
1.4 Conclusiones sobre consumos energéticos	12
2 Medidas para la mejora de la eficiencia energética	15
2.1 Aislamiento	15
2.1.1 Interés del aislamiento	15
2.1.2 Los materiales aislantes	16
2.1.3 El nivel de aislamiento de una nave ganadera	17
2.1.4 Pérdidas energéticas con diferente aislamiento. Ejemplo	18
2.1.5 Recomendaciones para un buen aislamiento	18
2.2 Regulación de los equipos de climatización	19
2.2.1 Ventilación / Refrigeración	19
2.2.2 Calefacción	23
2.2.3 Recomendaciones para una buena regulación de la climatización ..	24
2.3 Iluminación	24
2.3.1 Tipo de iluminación	25
2.3.2 Gestión de la iluminación	25
2.3.3 Recomendaciones para una iluminación eficiente	26
2.4 Estanqueidad de la nave ganadera	26
2.5 Revisión y mantenimiento de los equipos	27
2.6 Implantación de barreras vegetales cortavientos	27
2.7 Medidas de ahorro y eficiencia energética específicas del sector lácteo ..	28
2.7.1 Sistema de ordeño	28
2.7.2 Motores de la bomba de vacío	29
2.7.3 Lechería	29
2.7.4 Recuperadores de calor	30
Reglas clave para el ahorro y la eficiencia energética en instalaciones ganaderas	31
Bibliografía	33

Prólogo

El momento en que vivimos es decisivo, porque hay un escenario energético en el mundo -y concretamente en España más acentuado- que nos obliga a poner en marcha iniciativas y políticas que moderen el crecimiento de la demanda energética.

El crecimiento del consumo energético duplica, prácticamente, el crecimiento del PIB, lo que resulta insostenible. Además, este crecimiento se sustenta fundamentalmente en el incremento del consumo de energías fósiles, escasas y agotables, que hacen al sistema energético español dependiente en cerca del 80% de factores externos que no podemos controlar, entre los que se incluye la pluviometría.

IDAE, como Entidad Pública Empresarial del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, es el organismo público de referencia de la política energética para la promoción de la eficiencia energética y de las energías renovables. Es decir, es la expresión operativa del compromiso del Gobierno con la eficiencia energética y las energías renovables.



Desde esta perspectiva, la gestión del IDAE es fundamental, porque creemos -y este es nuestro principal objetivo- que las energías renovables y las políticas de apoyo a la eficiencia energética tienen que formar parte importante del sistema energético español.

El sector de la agricultura nos preocupa y ocupa nuestro interés dada la tendencia al crecimiento del consumo de energía que está experimentando, con sus consecuentes efectos negativos sobre la competitividad (costes) de los productos y sobre el medio ambiente (emisiones).

Enmarcado en la Dirección de Ahorro y Eficiencia Energética, en junio de 2004 se creó en el IDAE un departamento específico de Servicios y Agricultura

con el fin de implementar las medidas, que finalmente se han recogido en el Plan de Acción 2005-2007 de la Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética en España 2004-2012 (aprobado en Consejo de Ministros de 8 de julio de 2005).

Estamos hablando de una serie de acciones claves que van a tener un impacto directo y significativo en los índices energéticos del sector, como son, para empezar, el desarrollo de mecanismos de formación e información en eficiencia energética; la puesta en marcha de un plan de modernización del parque nacional de tractores agrícolas, que incluya criterios de eficiencia energética; así como una serie de iniciativas normativas que favorezcan la implantación o sustitución hacia sistemas de riego eficientes; y la ejecución de proyectos de demostración.

Este Plan, como una de las primeras medidas en favor del ahorro y la eficiencia energética, prevé la realización de medidas de formación e información de técnicas de uso eficiente de la energía en la agricultura, con el fin de introducir y concienciar a los agentes del sector sobre la importancia del concepto de eficiencia energética.

Por todo lo anterior, y siendo conscientes de que el agricultor y el ganadero pueden tener una incidencia en el ahorro energético, el IDAE, siempre contando con la colaboración del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, está realizando, una serie de acciones en materia de formación, información y difusión de técnicas y tecnologías de eficiencia energética en el sector. Una de estas acciones es el desarrollo de una línea editorial en materia de eficiencia energética en el sector agrario mediante la realización de diversos documentos técnicos, como el que se presenta,

donde se explican los métodos de reducción del consumo de energía en las diferentes tareas agrarias.

En este sentido, ya se han publicado, los cinco primeros documentos de esta línea editorial:

- Tríptico promocional: “Medidas de Ahorro y Eficiencia Energética en la Agricultura”
- Documento especial (coeditado con el MAPA): “Consumos Energéticos en la Operaciones Agrícolas en España”
- Documento nº 1: “Ahorro de Combustible en el Tractor Agrícola”
- Documento nº 2: “Ahorro y Eficiencia Energética en Agricultura de Regadío”
- Documento nº 3: “Ahorro y Eficiencia Energética en Instalaciones Ganaderas”

La agricultura y la ganadería deben incorporar en su desarrollo y gestión, la eficiencia energética como un criterio básico para su viabilidad. Estos criterios permitirán reducir la emisión de contaminantes y la dependencia externa de la energía, y mejorarán la competitividad de nuestras instalaciones frente a otros que no los apliquen.

El uso racional de la energía deberá formar parte de todas las decisiones que afecten al sector, para lo cual es de vital importancia que los programas públicos de apoyo lo incorporen como un elemento prioritario, partiendo de la formación de formadores y agentes, y primando aquellos equipos más eficientes.

El mensaje que desde el IDAE se quiere lanzar al sector es un mensaje de optimismo, con el convencimiento de que los profesionales que actúen en este sector sabrán valorar, en su justa medida, las iniciativas que proponemos y que -desde luego- cuenten en todo momento con el apoyo del IDAE.

Introducción

Los sectores de la ganadería intensiva, principalmente porcino y avicultura, están inmersos en una continua evolución motivada, por un lado, por la aplicación de nuevas normativas sanitarias y de protección del medio ambiente, y por otro, por la propia reestructuración del sector para adaptarse a niveles de competencia que les permita participar en el mercado actual.

Además, en estos últimos años ha aparecido un nuevo problema: el mercado laboral disponible. Es un hecho patente, la dificultad que tiene el sector para encontrar personal, con o sin experiencia, que quiera trabajar en las explotaciones ganaderas y que ofrezca continuidad.

Hacer más competitivas las explotaciones, ofertar a la sociedad un trabajo en condiciones laborales equiparables a otros sectores y suplir la carencia de mano de obra disponible, está obligando a las explotaciones a dotarse de *mayores niveles de mecanización y automatización*.

En este contexto, y teniendo en cuenta que esta reconversión tiene una tendencia a concentrar más la producción en explotaciones de mayor dimensión y más automatizadas, *es un buen momento para reflexionar y proponer medidas técnicas de diseño, así como recomendaciones prácticas de manejo de las naves, que susciten a la utilización racional de la energía, al ahorro y a la mejora de la eficiencia energética*.

En esta publicación, primero pasamos a describir la situación actual de las necesidades energéticas del sector para posteriormente proponer unas medidas concretas que mejoren el ahorro y la eficiencia energética del mismo.

Medidas a desarrollar para mejorar la eficiencia energética

Para contribuir a la mejora de la eficiencia energética, deberán considerarse una serie de factores directamente implicados:

- Las condiciones climáticas de la región.
- Las particularidades locales de la zona.
- Las necesidades de ambiente en el interior de los alojamientos según especie, edad y estado fisiológico del ganado.
- La relación coste-eficacia de las inversiones en los elementos y máquinas que conforman la instalación ganadera.

Las recomendaciones para dicha mejora estarán basadas en una combinación de normas de construcción y equipamiento de las granjas: materiales de construcción, aislamientos, ventilación, calefacción e iluminación principalmente, de tal forma que se pueda garantizar un funcionamiento integrado de los diferentes sistemas sin que el funcionamiento de alguno de ellos suponga un derroche de energía.

Los *aspectos básicos* sobre los que se incide y que se consideran más importantes para contribuir al ahorro y eficiencia energética, son los siguientes:

- ✓ Aislamiento adecuado de los edificios.
- ✓ Regulación correcta de los equipos de climatización de las naves.
- ✓ Iluminación eficiente.
- ✓ Estanqueidad de las naves.
- ✓ Revisión y mantenimiento de los equipos.
- ✓ Implantación de barreras vegetales cortavientos.
- ✓ Medidas de ahorro y eficiencia energética específicas del sector lácteo.

1 Necesidades energéticas

1.1 Situación actual

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.

En la actualidad, en el sector avícola está muy extendido el uso en naves ganaderas, de técnicas constructivas y de climatización eficientes debido a que sus parámetros productivos son muy sensibles a las variaciones ambientales. En la mayoría de las explotaciones avícolas se utilizan desarrolladas tecnologías de aislamiento y climatización.

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. Por este motivo, los aislamientos y sistemas de climatización utilizados en la práctica no son tan sofisticados como los empleados en explotaciones avícolas.

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.

Con el objeto de *estimar las necesidades de calefacción o refrigeración en una instalación ganadera*, se ha realizado un estudio basado en el principio de equilibrio térmico.

1.2 Cálculo de las necesidades energéticas

Se trata de determinar las necesidades de calefacción o refrigeración Q_c (kcal/h-plaza) en los sectores porcino (cebo y gestación) y avícola (pollos de engorde y gallinas ponedoras) en cuatro zonas climáticas definidas en España, para cada mes del año y con diferentes tipos de aislamiento.

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 = Calor sensible aportado por los animales.

Categoría Animal	Q_s (kcal/h·cabeza)
Gallinas de puesta	9
Pollos de engorde	6
Gestación-cubrición (cerdas y verracos)	115
Cerdas lactantes	200
Lechones	45
Cerdos de cebo	97,5

Fuente: Elaboración propia.

Las temperaturas recomendadas para los animales de las explotaciones tipo son:

Categoría Animal	Temperatura Ideal (°C)
Gallinas de puesta	16
Pollos de engorde	24
Gestación - cubrición	15
Cerdas lactantes	17
Lechones	22
Cerdos de cebo	18

Fuente: Elaboración propia a partir de J. L. Fuentes Yagüe.

- Q_c = Calor suministrado por la calefacción / refrigeración.
- Q_v = Calor necesario para calentar o enfriar el aire que penetra en el alojamiento desde el exterior como consecuencia de las necesidades de ventilación. Estas necesidades de ventilación son las de la siguiente tabla.

Categoría Animal	Ventilación (m ³ /h·cabeza)		
	Invierno	Primavera / Otoño	Verano
Aves	1,4	3,7	6
Gestación-Cubrición	50	125	200
Cerdas lactantes	75	212,5	350
Lechones	12	36	60
Cerdos de cebo	29	77	125

Fuente: Elaboración propia a partir de J.L Fuentes Yagüe.

- Q_t = Calor transmitido, que se pierde o se gana a través de los elementos constructivos del alojamiento.

Un valor de Q_c positivo implica necesidades de calefacción, uno negativo representa necesidad de refrigeración.

Zonas climáticas consideradas

En el estudio se han considerado las cuatro zonas climáticas que a continuación se enumeran:

Zona 1	Asturias, País Vasco, Cantabria, Galicia (salvo Orense)
Zona 2	Castilla y León, Castilla La Mancha, Aragón, Extremadura, C. Madrid, Navarra, La Rioja, Norte de Andalucía, Lérida
Zona 3	Sur de Andalucía, Cataluña (excepto Lérida) C. Valenciana, Murcia, Islas Baleares
Zona 4	Islas Canarias

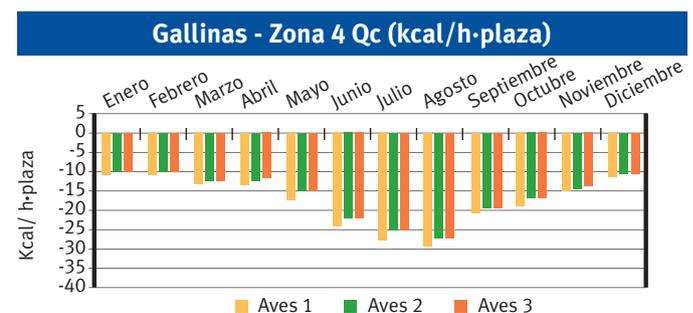
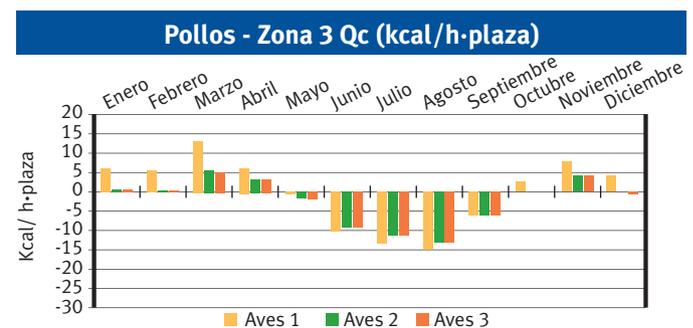
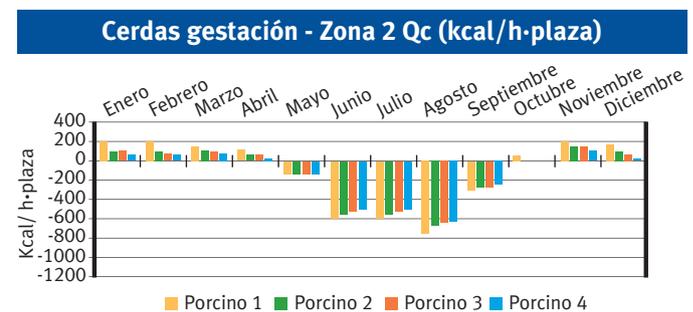
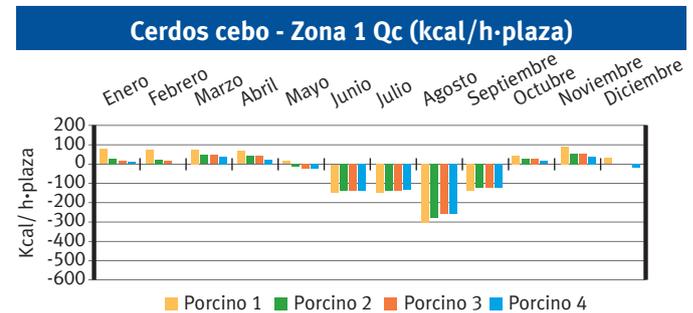
Tipos de aislamiento considerados

Aislamiento	Cerramiento	Cubierta
Aves 1	Fábrica de ladrillo de 19 cm	Placa de fibrocemento
Aves 2	Fábrica de ladrillo de 19 cm + Capa de espuma proyectada de 3 cm	Panel metálico prelacado + Capa aislante de poliuretano de 3 cm
Aves 3	Chapa metálica + Placa aislante naturvex®	Panel uratherm terra®
Porcino 1	Fábrica de ladrillo de 19 cm	Placa de fibrocemento
Porcino 2	Bloque de termoarcilla de 19 cm	Placa de fibrocemento + Capa de espuma proyectada de 3 cm
Porcino 3	Fábrica de ladrillo de 19 cm + Capa de espuma proyectada de 3 cm	Placa de fibrocemento + Capa de espuma proyectada de 3 cm
Porcino 4	Fábrica de ladrillo doble de 19 cm + Capa de espuma proyectada de 5 cm + Fábrica de ladrillo doble de 19 cm	Cubierta sándwich de fibrocemento + Capa de lana de vidrio de 5 cm

Fuente: Elaboración propia.

1.3 Resultados sobre consumos energéticos

A continuación, como muestra de los resultados del estudio, se representan las necesidades de calefacción o refrigeración (kcal/h-plaza) de distintas categorías animales en función de su zona climática. Los resultados se han obtenido para cada uno de los tipos de aislamiento propuestos.



Fuente: Elaboración propia.

1.4 Conclusiones sobre consumos energéticos

Aislamiento

Para realizar el estudio, en el sector avícola (pollos de engorde y gallinas ponedoras) se han empleado tres tipos de aislamiento: “Aves 1”, “Aves 2” y “Aves 3”. Los dos últimos son los que más se aproximan a los utilizados en la actualidad por este sector. Entre ellos no se aprecian diferencias importantes. El tipo de aislamiento “Aves 1”, representa una instalación con sistemas de aislamiento deficientes. Se ha utilizado como referencia para resaltar, por comparación, la importancia de mantener las instalaciones adecuadamente aisladas.

En el sector porcino se han empleado cuatro tipos de aislamiento: “Porcino 1, 2, 3 y 4”. Los tipos de aislamiento 2 y 3 poseen unas características aislantes adecuadas. El tipo “Porcino 1” representa sistemas de aislamiento deficientes. De la comparación entre este tipo de aislamiento y los tipos 2 y 3, se infiere la importancia de poseer un adecuado sistema de aislamiento. El tipo “Porcino 4” representa el mejor aislamiento. Debido a su alto coste de inversión no es común su uso en la mayoría de las explotaciones.

Temperaturas

Los alojamientos que poseen un adecuado sistema de aislamiento tienen mayor inercia térmica, es decir, tienen capacidad para reducir las oscilaciones térmicas diarias (día-noche) que pueden afectar a la productividad. Esto es especialmente importante en el caso de las aves, puesto que poseen una alta sensibilidad a los cambios de temperatura.

Por otro lado, cabe destacar que en los meses donde la media de temperatura exterior no supera la temperatura óptima de producción, las necesidades de

refrigeración serán mayores en los edificios con mejor aislamiento ya que el calor generado por los animales se acumula en mayor medida en el interior de los mismos. Esta situación se soluciona en la práctica con una mayor entrada de aire desde el exterior, a una temperatura inferior.

Así mismo, del análisis del estudio se desprende que excepto en la categoría de aves de puesta, donde se supera la temperatura crítica superior, para las demás categorías, las temperaturas teóricas que se alcanzarían en el interior de los alojamientos si no se refrigeraran o calentaran, se sitúan dentro de las temperaturas críticas.

Necesidades energéticas

Es importante recordar, que para determinar las necesidades energéticas asociadas a la refrigeración o calefacción, no solo se ha de considerar la transmisión de calor (pérdidas o ganancias) a través de los cerramientos. Es necesario tener en cuenta el calor producido por los propios animales (según especie, sexo, edad o estado productivo), así como la necesidad de calentar o enfriar el aire ventilado (diferente para cada especie, edad, sexo, estado productivo, temperatura exterior y humedad).

La calefacción se utiliza en las explotaciones de porcino y aves principalmente para cubrir las necesidades de los animales de temprana edad. Se emplea de modo puntual y localizado, y se puede considerar como una práctica imprescindible. La utilización de un adecuado sistema de aislamiento no implicaría una reducción significativa de estas necesidades de calefacción.

En cuanto a la refrigeración en el *sector porcino*, cabe resaltar que a pesar de no ser usual en la práctica, sería recomendable para algunas categorías animales como gestación o cebo. En el caso de emplear sistemas de refrigeración, el coste energético se reducirá

al de los ventiladores / extractores de aire. En la mayoría de los casos, estos sistemas están constituidos por equipos de nebulización o paneles humectantes con circuitos cerrados de agua, con un reducido coste asociado.

En el *sector avícola*, donde es necesaria la refrigeración, y puesto que la mayoría de las explotaciones poseen tecnologías de aislamiento adecuadas, el posible ahorro energético derivado de una posible mejora en los aislamientos es reducido. No obstante, el bajo coste de funcionamiento de los sistemas de refrigeración hace recomendable su utilización.

Como norma general, en alojamientos que dispongan de adecuados sistemas de aislamiento, el calor suministrado por la calefacción o refrigeración, será retenido mejor en su interior debido a que el intercambio de calor con el exterior a través de los cerramientos será mínimo.

2 Medidas para la mejora de la eficiencia energética

2.1 Aislamiento

2.1.1 Interés del aislamiento

El aislamiento de los edificios ganaderos es una necesidad que está justificada por las siguientes razones:

2.1.1.1 Ahorro de energía

Para contribuir eficazmente al ahorro de energía en las naves ganaderas, debemos vigilar y regular correctamente los sistemas de control ambientales que tengamos instalados, pero, para que esta práctica sea realmente eficaz, es imprescindible comenzar por aislar correctamente todos los elementos que forman parte de estas naves.

Una nave bien aislada contribuirá principalmente a:

- Reducir las pérdidas de calor en tiempo frío.
- Reducir las ganancias de calor en época calurosa.
- Optimizar el rendimiento de las instalaciones de climatización: calefacción, refrigeración y ventilación.

Al mejorar la calidad del ambiente interior, permitirá a los sistemas de climatización funcionar a un régimen moderado (ventilación a caudales mínimos de renovación, calefacción de mantenimiento, etc.). De esta forma se reducirá el gasto energético de esos aparatos y alargará su vida útil.



2.1.1.2 Mejora del confort del ganado

El conjunto de elementos que conforman los edificios ganaderos: paredes, cubierta, suelos y carpinterías, tienen como función principal la protección de los animales alojados en su interior frente a las inclemencias meteorológicas del exterior. Estos elementos tendrán las necesarias características higrotérmicas que permitan mantener en su interior las condiciones más favorables de confort, que aporten al ganado un nivel de bienestar suficiente para permitir la expresión de su máximo potencial productivo.

Los alojamientos realizados a partir de estos elementos deberán favorecer el establecimiento de las condiciones suficientes con el mínimo aporte de energía a través de los sistemas de climatización: calefacción, refrigeración y ventilación.

Se tratará posteriormente de forma más extensa las condiciones de ambiente recomendadas para cada tipo de alojamiento ganadero.

2.1.1.3 Mejora de la conservación de los edificios

Los edificios ganaderos mal aislados y con sistemas de climatización deficientes, favorecen la presencia de altas concentraciones de diferentes gases producidos por el ganado y sus deyecciones, proporcionando un ambiente agresivo para los elementos que forman parte del edificio y un medio de vida nocivo para el ganadero y el ganado.

Los gases más frecuentes en las explotaciones son: amoníaco, vapor de agua, dióxido de carbono, ácido sulfhídrico, etc. Estos gases en altas concentraciones producen irritación en las mucosas: ojos y vías respiratorias. Algunos pueden ser detectados visualmente, como es el caso del vapor de agua por la aparición de fenómenos de condensación en paredes y techo. Las condensaciones se producen sobre las superficies más frías, por lo tanto, constituyen un marcador de

los puentes térmicos y de los elementos peor aislados. En estos casos, son frecuentes los goteos y chorreos por las paredes.

La aparición de condensaciones contribuye a la degradación de los materiales que forman parte de la nave, principalmente hormigón y metales, que a largo plazo pueden provocar la ruina de la construcción. Este fenómeno puede ser atenuado, incluso evitado, dotando a éstas de un buen nivel de aislamiento.

2.1.2 Los materiales aislantes

Para que los materiales empleados en la construcción de naves ganaderas cubran los requisitos anteriores, deberán tener un buen comportamiento aislante intrínseco o serán materiales que llevarán incorporadas láminas o capas de elementos denominados aislantes térmicos.

Los aislantes térmicos son materiales de diferente naturaleza y composición, que generalmente contienen una cantidad importante de gas encerrado en el interior de sus células (aire, gases raros,..), o están formados por un entramado de fibras.

Según su naturaleza, se distinguen los siguientes tipos:

Tipos de aislamiento	Materiales
Vegetales	Corcho, aglomerado de madera, paja comprimida, ...
Minerales	Lana de vidrio, lana de roca, arcillas expandidas, perlitas, hormigón celular, ...
De síntesis	Poliuretanos y Poliestirenos en placa y espuma, ...



Los materiales de construcción aislantes son productos empleados en la edificación, fabricados con materiales de un alto nivel aislante: bloques de arlita, bloques de hormigón celular, etc., o productos obtenidos a partir de procesos de fabricación que les confieren un gran poder aislante, por ejemplo, los bloques “termoarcilla”.

Todos los materiales son más o menos aislantes pero se llaman aislantes térmicos a aquellos que tienen la característica de ofrecer una mayor resistencia al paso de calor entre dos ambientes sometidos a diferentes temperaturas, es decir, aquellos cuya “conductividad térmica”(λ) es igual o inferior a 0,15 kcal/m·h·°C.

2.1.3 El nivel de aislamiento de una nave ganadera

En el diseño de una nave ganadera, se deben elegir los materiales que van a intervenir en cada uno de sus cerramientos, considerado en todos ellos: el espesor del material, su coeficiente de conductividad térmica “λ” y la resistencia térmica superficial de las capas de aire en contacto con el material: 1/h. Con estos parámetros, se calcula el *coeficiente “K” (kcal/m²·h·°C) o coeficiente de transmisión térmica*, de cada uno de los diferentes cerramientos.

El nivel de aislamiento global de un edificio definido por su coeficiente de transmisión térmica global (K_G), es el resultado del cálculo de la media ponderada de los coeficientes de todos los cerramientos que envuelven el edificio.

Este coeficiente K_G del edificio, es el valor que nos aporta la información del nivel de aislamiento efectivo de un edificio, ya que, como ocurre en muchos casos, se hacen esfuerzos importantes en aislar ciertas zonas, quedando otras muy desprotegidas, obteniendo una K_G del edificio insuficiente.

Los valores de aislamiento *recomendado* en el diseño y construcción de explotaciones de porcino y avícolas son:

K (kcal/m² h °C) en instalaciones de *ganado PORCINO*

Tipo de suelo	Local	Cubierta		Paredes	
		Clima templado 5 °C	Clima frío -15 °C	Clima templado 5 °C	Clima frío -15 °C
Cama de paja	Paritorios Transición Engorde Reproductoras	0,85	0,55	1,00 / 1,30	0,70
Emparrillado parcial	Paritorios Transición	0,45	0,30	0,65	0,55
	Engorde Reproductoras	0,70	0,45	0,85	0,60
Emparrillado total	Paritorios Transición	0,35	0,30	0,50	0,40
	Engorde Reproductoras	0,50	0,35	0,65	0,50

K (kcal/m² h °C) en *NAVES AVÍCOLAS*

Suelo	Cubierta	Paredes
0,52	0,30	0,52



Es importante cuidar el aislamiento de las cubiertas y el sellado de juntas entre cubierta y paramento vertical.

2.1.4 Pérdidas energéticas con diferente aislamiento. Ejemplo

Tomamos como ejemplo una nave tipo de 14 x 15 metros de planta y 2,50 m de altura y realizamos el cálculo de su coeficiente de transmisión térmica global (K_G) con dos tipos diferentes de aislamiento que llamaremos: Nave I “Mal aislada” y Nave II “Bien aislada”.

Calculamos el coeficiente de transmisión térmica de cada uno de los diferentes cerramientos:

K (kcal/m² h °C) de cada cerramiento

Cerramiento(*)	Nave I “Mal aislada”		Nave II “Bien aislada”	
	Material	K	Material	K
Cubierta	Fibroemento Granonda + 2,5 cm aislante	0,69	Fibroemento Granonda +5 cm aislante	0,37
Paredes	Bloque hueco hormigón 20 cm	1,65	Bloque hormigón celular 20 cm	0,52
Ventanas	Placa poliéster de 5 mm	4,44	PVC con vidrio doble 4-8-4	2,80

(*) Solo se consideran las pérdidas por transmisión a través de la cubierta y paredes, que suponen más del 80% de las pérdidas.

Coeficiente K_G (kcal/m² h °C)

Ejemplo		Nave I “Mal aislada”	Nave II “Bien aislada”
Cerramiento	m ²	K_G	K_G
Cubierta	730	1,04	0,45
Paredes	335		
Ventanas	15		

Salto térmico de 17 °C

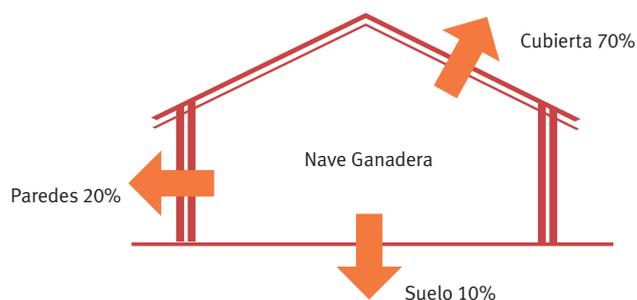
Nave I “Mal aislada”		Nave II “Bien aislada”	
kcal/hora	kcal/día	kcal/hora	kcal/día
19.095	458.280	8.260	198.240
Ahorro = 260.040 kcal/día			

Por la pérdida de 1 kcal en la nave “Bien aislada” se pierden 2,3 kcal en la nave “Mal aislada”.

2.1.5 Recomendaciones para un buen aislamiento

- Para mejorar la eficiencia energética de las naves ganaderas es importante no escatimar en la dotación de un buen nivel de aislamiento general.
- Atender a las normas de aislamiento determinadas para cada tipo de especie ganadera y en función de las diferentes edades o estados fisiológicos.
- En las naves donde es necesario el empleo de calefacción o refrigeración para atender las necesidades de confort de los animales, se debe poner una especial atención en el aislamiento de la nave. Con ello, se mejora el rendimiento de los equipos y se ahorra energía.
- Cuidar sobre todo el aislamiento de la cubierta, ya que, en una nave dotada de un buen nivel de aislamiento general, el 70 % de las pérdidas de energía se produce a través de la misma (espesor mínimo del aislante 5 cm).
- Una nave bien aislada permitirá con más facilidad, conseguir los parámetros de confort recomendados: temperatura, humedad,..., y por lo tanto, mejorar el rendimiento de los equipos de climatización para alcanzar dichos parámetros.
- Emplear buenos aislamientos: impermeables al vapor de agua, que no retengan la humedad, resistentes a los golpes y con protección hacia los rayos ultravioleta.
- Aislar bien las naves ganaderas proporciona mejores resultados y una mejor relación costo/beneficio que sobredimensionar la ventilación y la refrigeración para intentar disminuir los efectos del calor.

Las principales pérdidas de energía se producen en las cubiertas.



2.2 Regulación de los equipos de climatización

2.2.1 Ventilación / Refrigeración

La ventilación tiene por objeto: aportar oxígeno al interior de la nave, eliminar CO₂, polvo y otros gases, eliminar vapor de agua producido por la respiración y las heces y controlar la temperatura del alojamiento.

Para ello se emplean diferentes sistemas de ventilación:

- Ventilación natural: consiste en el manejo de ventanas manuales o automáticas para renovar el aire del interior de la nave aprovechando la velocidad y presión que el aire ejerce sobre la nave. Su principal ventaja es el ahorro de energía y la baja inversión en equipos, sin embargo son difíciles de gestionar.
- Ventilación dinámica: se realiza con la ayuda de ventiladores que mueven el aire necesario en cada fase de la producción. Con este tipo de ventilación se consigue una buena gestión del ambiente e independiente de la climatología, pero requiere una mayor inversión inicial y un mayor consumo energético.

Para lograr un buen control de la ventilación dinámica en las diferentes salas de una explotación y atendiendo a las necesidades de los animales a lo largo de su crecimiento, es necesario instalar buenas cajas electrónicas de programación, o comúnmente llamadas “reguladores”, y conocer su funcionamiento.



Regulación electrónica de las entradas de aire en la explotación.

El valor de los caudales de ventilación disminuye con la tensión aplicada sobre los bornes del ventilador. Evitar el derroche de energía a través de la ventilación pasa obligatoriamente por ajustar correctamente los caudales mínimos de renovación. La tensión correspondiente a los caudales mínimos de los reguladores debe ajustarse a valores superiores a 70 voltios. De esta forma se evita el recalentamiento del motor y se mejora la eficiencia de la energía consumida.

2.2.1.1 Porcino

Los ventiladores utilizados en las naves de porcino son generalmente del tipo helicoidal y monofásico. Esto permite variar la velocidad de giro de sus aspas empleando reguladores digitales a un precio muy asequible.

En porcino se instalan caudales de ventilación muy bajos con relación a la avicultura de engorde (broilers), y en la mayoría de los casos, un único ventilador debe atender las necesidades mínimas y máximas de cada lote. Esto obliga a utilizar reguladores digitales, que varían el caudal linealmente, con muy buenos resultados. Además, las naves de maternidad y posdestete se diseñan en habitaciones o salas, para alojar pequeños lotes homogéneos de animales, lo que contribuye a una demanda de caudales totales muy bajos.

Por ejemplo:

	Plazas/sala	Caudal máximo(m ³ /h)
Maternidad	16	3.200
Posdestete	350	8.750

Salvo en instalaciones muy grandes de cerdas reproductoras y cerdos de engorde, no es recomendable la instalación de ventiladores trifásicos de gran caudal, dado que funcionan “todo o nada”, y no es posible su regulación salvo con variadores de frecuencia. Sin embargo, desde el punto de vista del consumo son

muy interesantes, ya que, para mover el mismo caudal de aire, consumen un 40-45% menos de energía, como se puede ver en el cuadro siguiente:

Tipo extractor	Nº	Caudal por ud. (m³/h)	Caudal Instalado (m³/h)	Consumo por Ud. (kW)	Consumo Total (kW)
Trifásico (gran caudal)	1	48.000	48.000	1,5 kW	1,5 kW
Monofásico	6	8.000	48.000	0,36 kW	2,16 kW

Funcionamiento de los reguladores de ventilación

Los reguladores representan para el ganadero el elemento programable a su voluntad para intentar conseguir unos parámetros de calidad ambiental adecuados: temperatura, humedad relativa, bajas concentraciones de gases nocivos (CO₂, Amoniaco, etc.).

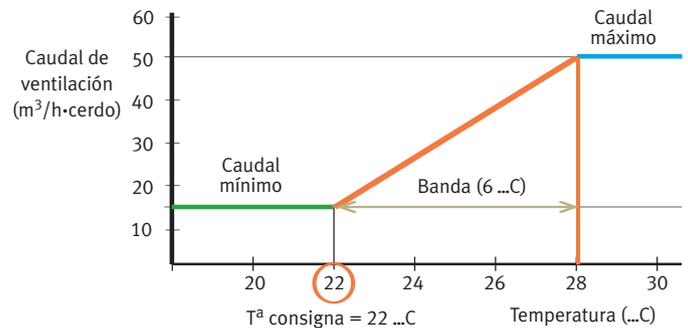


Equipos de regulación de la ventilación de una granja porcina.

En el mercado existe una amplia oferta de reguladores, con mucha variación de funciones según marcas y precios. Como mínimo deben tener incorporadas las siguientes:

a) *Temperatura de consigna.* Representa la principal función a programar: por debajo de dicha temperatura, los ventiladores funcionarán a la ventilación mínima programada (caudal mínimo), mientras que por encima de la misma, se produce una aceleración de los ventiladores proporcional al aumento de la temperatura.

Esquema de funcionamiento del regulador



b) *Banda de aceleración.* Número de grados por encima de la temperatura de consigna en que el ventilador se posiciona en su velocidad máxima. Cuando la temperatura de la nave se sitúa entre la temperatura de consigna y la temperatura de consigna más la banda, el ventilador funciona a un régimen intermedio. Cuanto mayor es el número de grados programados en la banda, la aceleración de ventilador se produce de forma más lenta cuando sube la temperatura de la nave.

Esta banda de aceleración debe programarse entre 4 y 8°C. En este tramo, el elegir una u otra temperatura tiene muy poca incidencia sobre la variación de la temperatura media de la nave. Cuando se producen cambios bruscos de temperatura, sobre todo con temperaturas frías si que es más conveniente aumentar el valor de la banda, para ralentizar o suavizar la aceleración del ventilador.

c) *Ventilación mínima y máxima.* Son los niveles de renovación de aire necesarios para cubrir las necesidades vitales de los animales. La programación en los reguladores se suele realizar en porcentaje (% sobre la ventilación máxima).

Ajuste de las cajas de regulación

El caudal máximo se obtiene a 220 voltios y a partir de ahí disminuye al reducirse la tensión aplicada. Para evitar el recalentamiento de la bobina del ventilador, la tensión correspondiente al caudal mínimo debe ser superior a 70 voltios. Es importante tener calibrado el regulador de forma que los caudales mínimos corres-

pondan a 75 voltios y los máximos a 220 voltios. Normalmente, los fabricantes de reguladores ajustan los 75 voltios al valor de 10-15% de ventilación mínima.

Según Rousseau y Dutertre (1992), un ventilador sometido a una tensión entre 70 y 220 voltios, varía el caudal de media de 1 a 5, mientras que las necesidades de los animales: lechones y cebo, varían de 1 a 10.

Para limitar las pérdidas térmicas en invierno a través de la ventilación, es muy importante respetar los caudales de instalación recomendados. Dado que existe un importante desfase entre necesidades y lo que los ventiladores pueden ofrecer, va a ser necesario frenar el caudal de ventilación para no producir una sobreventilación.

Por ejemplo, y para el caso concreto del porcino, en posdestete y cebo, donde las necesidades varían de 1 a 10, entre las mínimas de los animales recién entrados y las máximas en el momento de la salida, va a dar lugar en invierno a un exceso de ventilación, que puede ocasionar:

- Una temperatura muy baja en cebo.
- Un gasto excesivo de calefacción en posdestete.

Por ello, es necesario utilizar en invierno sistemas de freno de la salida de aire en las chimeneas de extracción (tajaderas).

Programación de caudales mínimos en porcino

Posdestete. Se ha de programar un caudal mínimo ascendente según los cuadros siguientes:

Ventilación Mínima en %							
Semana	1	2	3	4	5	6	7
Ventilación mínima 10% ajustada a 75 V	10	10	10	12	15	18	22
Ventilación mínima 15% ajustada a 75 V	15	15	15	16	17	21	25

Cebo. Normalmente, no es necesario programar un caudal mínimo ascendente a la par que aumentan de peso los animales, ya que a su vez aumenta el calor producido por los mismos y la temperatura de la sala y por tanto el porcentaje de ventilación.

En el cebo lo más importante es programar bien la temperatura deseada o de consigna. Si el aire presenta mucha humedad, es mejor bajar algo la temperatura de consigna para aumentar un poco la ventilación y evitar condensaciones.

Es también muy interesante, en invierno, calentar la nave o las salas antes de la entrada de los animales y en el curso de las dos primeras semanas. Esto evitaría problemas derivados de tener que ventilar poco para no enfriar el cebo y se obtendrían en la sala temperaturas alrededor de 22°C en el peor caso.

Maternidad y Gestación. Programar durante todo el tiempo la ventilación mínima instalada (15%) a 75 V. Si en invierno se observa el ambiente cargado se puede eventualmente subir dicha ventilación mínima.

Las necesidades de ventilación a instalar en las salas de porcino deben estar entre estos límites:

	Caudal Mínimo (m ³ /h·animal)	Caudal Máximo (m ³ /h·animal)
Gestación	25	200
Partos	30	300
Posdestete 20 kg	3	28
Posdestete 27 kg	3	35
Cebo	8	8

Los caudales mínimos a programar ($\text{m}^3/\text{h}\cdot\text{animal}$), según tipo, peso y edad del porcino, deben ser:

	Edad (días)	Peso (kg)	Caudal Mínimo ($\text{m}^3/\text{h}\cdot\text{animal}$)
Reproductoras		150	31
		200	38
		250	45
		300	52
Posdestete	18	5	3
	28	8	4
	35	11	5
	42	14	6
	49	17	7
	56	19	8
	63	22	9
	70	25	10
Cebo	70	25	11
	77	35	13
	84	40	14
	91	45	14
	98	50	15
	105	55	15
	112	60	16
	119	65	17
	126	70	18
	133	75	19
	140	80	19
	147	85	20
	154	90	21
	161	95	22
	168	100	23
175	105	24	

Las temperaturas de consigna recomendadas según los estados fisiológicos de los animales son:

	Temperatura de consigna		Banda	Q mín.	Q máx.
Gestación	Invierno 20 °C	Verano 22 °C			
Parto	Entrada 24 °C	Salida 22 °C	6 °C	75 voltios	220 voltios
Posdestete	Entrada 27 °C	Salida 24 °C			
Cebo	Invierno 22 °C	Verano 25 °C			

2.2.1.2 Avicultura

Los sistemas de control de la ventilación en avicultura son:

a) *Temporizadores*. Los ventiladores funcionan por tiempos programados, sin tener en cuenta la temperatura de la nave. Son baratos, inexactos, inseguros y poco efectivos.

b) *Termostatos*. Controlan únicamente la temperatura, sin tener en cuenta otros parámetros, accionando los ventiladores todo (100%) o nada (0%). Requieren mucho control del ganadero.

c) *Reguladores (Microprocesadores)*. Controlan los caudales según la temperatura de la nave. Funcionan con ventiladores monofásicos regulables.

d) *Sistemas informáticos (Ordenadores)*. Son los sistemas más completos para manejar una nave de pollos. Controla la temperatura y la humedad relativa en diferentes puntos del interior de la nave, la temperatura exterior y la velocidad del aire en el interior y el exterior. Estos equipos permiten, según las condiciones climáticas, ventilar solo en sistema natural (con ventanas), solo en sistema dinámico (con ventiladores) o combinar la ventilación natural y la dinámica, contribuyendo a un importante ahorro energético.

De los sistemas de control descritos, el más recomendable es el uso de sistemas informáticos. Es una herramienta de control muy fiable, que requiere, lógicamente, una correcta programación de parámetros y la supervisión del ganadero.

Además, contribuye al ahorro de energía a través de dos acciones:

- Control de caudales de ventilación acordes con la calefacción, que evitará derroche de calorías cuando esté encendida la calefacción.
- Combinación de la ventilación natural a través de ventanas y la dinámica, cuando la calidad del aire exterior lo permita.

Las necesidades de ventilación de los pollos (broilers) deben estar entre estos límites ($\text{m}^3/\text{h}\cdot\text{kg}$ de carne):

Tipo de Ave	Peso (g)	Caudal Mínimo	Caudal Máximo
Pollo 7 días	160	0,5	2
Pollo 14 días	380	0,6	2
Pollo 21 días	700	0,7	3
Pollo 28 días	1.070	0,9	4
Pollo 35 días	1.500	1,0	5
Pollo 42 días	1.920	1,5	6
Pollo 49 días	2.350	1,5	6

2.2.2 Calefacción

En la producción intensiva porcina y avícola, se aplican sistemas de calefacción en ciertas fases de la producción:

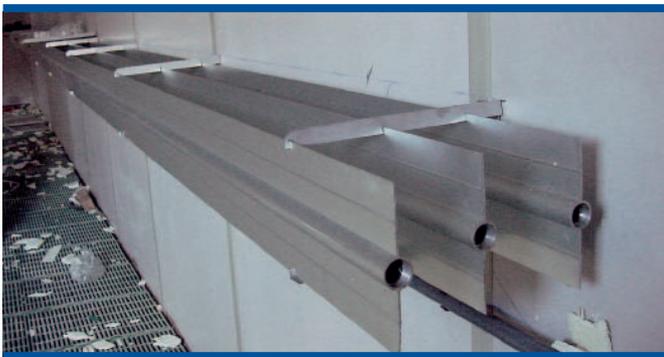
- Porcino: en naves de maternidad y posdestete.
- Avicultura: en naves de pollos de engorde.

2.2.2.1 Porcino

Se recomienda instalar una potencia de calefacción de 40-50 W/lechón en posdestete. En maternidad, es suficiente la instalación de una placa de calefacción de suelo de 120 W con una lámpara de infrarrojos de 180W.

Los tipos de calefacción más empleados son:

- Calefacción ambiente: mediante aerotermos o tubos de agua caliente, que se regulan todo o nada (on-off).



Radiantes de aletas por agua caliente.

- Calefacción por radiación: radiantes eléctricos, que se regulan de forma progresiva, con una banda de unos 2 °C.

- Calefacción en suelo: por placas eléctricas o de agua caliente, que se regulan progresivamente las eléctricas y todo-nada las de agua.



Placa de suelo y radiante infrarrojos.

Se recomienda emplear sistemas de regulación de la calefacción, con sondas ambiente o en placa, así como respetar las consignas de temperatura.

2.2.2.2 Avicultura

El empleo de calefacción es necesario en naves cría y engorde de pollos (broilers), siendo los sistemas más frecuentes los siguientes:

Calefacción localizada o por radiación. Se emplean radiantes infrarrojos de gas, llamados también campanas o pantallas. Pueden funcionar individualmente con un termostato en cada radiante o todos conjuntamente, por bloques, por secciones, etc.

Se instalan con potencias de 5-10.000 kcal/h.

Ventajas:

- Calientan el suelo a diferentes temperaturas, permitiendo que sea el pollito el que elija.
- La radiación infrarroja es muy efectiva calentando el suelo, produciendo una diferencia de temperatura entre el suelo y el ambiente de 9-10°C.
- Tanto la instalación de termostatos independiente como el hecho de localizar la zona a calentar, permiten un importante ahorro energético.

Inconvenientes:

- Su elevado costo de implantación y el mantenimiento de filtros.

Calefacción ambiental o por convección. Mediante generadores de calor, que queman gasóleo o gas, se calienta todo el volumen de aire de la nave.

Ventajas:

- Simplicidad de instalación.
- Regulación automática con un termostato.

Inconvenientes:

- Bajo rendimiento del sistema < 75% (grandes pérdidas de calor a través de cerramientos).
- El aire caliente se sitúa en la parte alta de la nave, siendo necesaria mayor temperatura para llegar a la Tª de consigna a nivel de los animales.
- Elevado consumo de energía.
- Es caro de instalación.

Las potencias de calor recomendadas a instalar son:

Por pollo	4 – 5 kcal/h
Por m ² de cama	80 – 85 kcal/h

2.2.3 Recomendaciones para una buena regulación de la climatización

- Un buen sistema de regulación debe ser capaz de atender las necesidades ambientales de los animales en cada uno de sus estadios.
- Con el fin de asegurar el buen funcionamiento del ventilador, ajustar en los reguladores el caudal mínimo a 75 voltios.
- En general, a 75 voltios el ventilador da aproximadamente una quinta parte de su caudal máximo (220 voltios). Por ejemplo: ventilador de Q_{máx.}=3.000 m³/h, Q_{mín.}=600 m³/h.
- Para limitar las pérdidas térmicas en invierno a través de la ventilación y mejorar el rendimiento de la calefacción, es muy importante a la hora de comprar los ventiladores respetar los caudales de instalación recomendados por los técnicos (según tablas adjuntadas).

- Si es posible, emplear ventiladores trifásicos de gran caudal: consumen menos energía que los monofásicos y la energía consumida es proporcional a los caudales extraídos. Además se deben utilizar variadores de frecuencia para reducir el consumo.
- Los sistemas de calefacción localizados, tipo pantallas empleados en naves de pollos, tienen un menor consumo y son sistemas de producción de calor más eficientes.
- Las pantallas infrarrojas de gas, con termostato independiente, producen un importante ahorro de energía.
- Siempre que sea posible, equipar las naves con sistemas automáticos de regulación, reguladores y sistemas informáticos (ordenadores). Facilitan la consecución de los parámetros de ambiente deseados y contribuyen a una gestión más eficaz de la energía.

2.3 Iluminación

Las condiciones de instalación y manejo de las explotaciones, acordes con las normas mínimas para la protección de los animales, establecen, en lo referente a la iluminación, los niveles de intensidad lumínica y los periodos mínimos diarios de exposición a la luz.

La regulación lumínica establecida según la normativa actual es:

Especie		Fotoperiodo (horas/día)	Nivel de iluminación (lux)
Porcino		8 h/día	40 lux
Avicultura	Puestas	Sin regular (Recomendado 16 h/día)	Sin regular -----
	Pollos	Sin regular (Recomendado de 16 a 23 h/día)	Sin regular (Recomendado de 5 a 6 lux)
Cunicultura	Conejas	Sin regular (Recomendado 16 h/día)	Sin regular (Recomendado de 30 a 40 lux)

La aplicación de la normativa en las explotaciones supondrá una revisión de los sistemas de iluminación, que serán susceptibles de acometer inversiones en luminarias, automatismos y programadores. Éste

debiera ser el momento apropiado para estudiar la aplicación de sistemas de iluminación que permitan cubrir las necesidades, en tiempo y en nivel de iluminación, y aumentar la eficiencia de la instalación.

2.3.1 Tipo de iluminación

Dado que es necesario instalar una importante potencia luminosa en las instalaciones ganaderas, los sistemas de iluminación de alta eficacia energética permiten reducir considerablemente el consumo de energía.

Se recomienda por tanto la instalación de iluminación de alta eficiencia energética y bajo consumo. Lo cual supone:

- Desechar si es posible las lámparas incandescentes.
- Utilizar iluminación con tubos fluorescentes o lámparas fluorescentes electrónicas de bajo consumo.

En explotaciones ganaderas con una cierta antigüedad, incluso de tamaño importante, es muy corriente ver instaladas lámparas incandescentes, comúnmente llamadas bombillas. Sin embargo, si las naves se han construido en la última década, veremos ya instaladas, de manera generalizada, luminarias estancas con fluorescentes de 36 ó 58 W. La aplicación doméstica e industrial de las luminarias fluorescentes, también se ha extendido a la ganadería en general.

Hoy día, existe la conciencia generalizada de que las lámparas fluorescentes consumen menos electricidad que las lámparas incandescentes, y que su instalación supone un ahorro económico, lo cual es cierto.

Es posible ahorrar en la factura eléctrica si, aprovechando que se van a realizar reformas o se construye una nueva nave, se instalan “lámparas fluorescentes compactas”.

Los tipos de lámparas y sus características se pueden resumir en el siguiente cuadro:

Tipo de Lámpara	Flujo Luminoso (lum)	Potencia (W)	Eficacia (lum/W)
Bombilla incandescente 	715	60	11,9
	1.350	100	13,5
Tubo fluorescente 	1.150	18	63,9
	2.850	36	79,1
	4.600	58	79,3
Lámpara fluorescente 	575	11	52,0
	855	15	57,0
	1.140	20	57,0
	1.450	23	63,0

Las lámparas fluorescentes compactas son elementos de iluminación de bajo consumo y una mayor eficacia que las lámparas incandescentes, ofrecen un ahorro de electricidad de hasta un 80 % respecto de las incandescentes convencionales. Además, tienen una vida media útil 6 veces superior.

2.3.2 Gestión de la iluminación

Cada día son más conocidas las condiciones de iluminación requeridas en las diversas actividades productivas. En estos últimos años, los sistemas de iluminación han conocido una importante evolución. Existen sistemas en el mercado que ofrecen similares niveles de iluminación pero con unos costes de explotación variables.

Un sistema de iluminación bien diseñado permitirá reducir el consumo de electricidad, manteniendo el nivel de iluminación actual e incluso mejorándolo.

Para mejorar la gestión de la iluminación se realizan las siguientes propuestas:

- Examinar y evaluar el sistema de iluminación que existe actualmente en la explotación.
- Modificar la concepción y los automatismos de la instalación de alumbrado, si es necesario.

- Garantizar un nivel de iluminación adecuado en los lugares que se precise.
- Instalar reguladores de luz, que varían la intensidad lumínica acorde con las necesidades de iluminación.
- Instalar grupos de luminarias con interruptores diferenciados según necesidades.
- Instalar relojes y programadores de la iluminación que garanticen un uso adecuado de la iluminación.
- Instalar detectores de movimiento para iluminar accesos a las naves y lugares que no requieran una iluminación permanente.



Luminaria fluorescente estanca en una nave ganadera.

2.3.3 Recomendaciones para una iluminación eficiente

- Sustituir las lámparas incandescentes (bombillas) por fluorescentes.
- En los alojamientos que requieren un mayor nivel de iluminación y donde los periodos con la luz encendida son más largos, es aconsejable instalar lámparas de bajo consumo: fluorescentes compactas.
- Utilizar pinturas blancas o en tonos claros, así como mantener las superficies limpias, aumentan el rendimiento de los sistemas de iluminación.
- Revisar periódicamente la instalación, sin olvidar la limpieza de lámparas y luminarias.

2.4 Estanqueidad de la nave ganadera

Con los actuales sistemas para la construcción de naves ganaderas, basados en elementos prefabricados que se colocan y ensamblan en obra: paneles de hormigón, sandwich de chapa y fibrocemento, paneles de poliéster, pvc, etc., son imprescindibles los trabajos de acabado: sellado de juntas, impermeabilizaciones, remates, etc.

Para eliminar el sobreconsumo de energía en calefacción, refrigeración y ventilación, se deben evitar todas las entradas de aire parásitas de la nave. Además, son muy peligrosas para el confort térmico de los animales: producen corrientes de aire e impiden alcanzar la temperatura suficiente en los periodos de arranque del ganado.

Recomendaciones para obtener una correcta estanqueidad:

- Utilizar juntas elásticas en las uniones.
- Sellar con látex o espumas las juntas de ventanas, puertas y elementos de la ventilación: entradas de aire, rejillas, conductos,...
- Instalar persianas aisladas para proteger los ventiladores parados.
- Seguimiento minucioso de la colocación de los materiales de construcción.
- Supervisar especialmente las uniones entre cerramientos verticales y soleras, entre las piezas de las paredes verticales y entre las placas que impermeabilizan la cubierta.

Atención a las entradas de aire parásitas porque:

- Aumentan el consumo en calefacción, produciendo un importante derroche de energía.
- Afectan a la ventilación, producen distorsión en los circuitos de aire proyectados y crean zonas mal ventiladas, que se corrigen generalmente aumentando los caudales. Esto produce mayores pérdidas energéticas.



Detalle de sellados.

2.5 Revisión y mantenimiento de los equipos

La revisión periódica, por los trabajadores de la explotación o por personal cualificado del exterior, de los motores, máquinas y otros elementos mecánicos o no, que forman parte, principalmente, de los sistemas de ventilación y calefacción: reguladores, aerotermos, pequeños motores eléctricos, electroválvulas, ventiladores, entradas de aire, aperturas de seguridad, etc., son tareas que de forma generalizada quedan relegadas a un segundo plano o sencillamente olvidadas.

Se trata de acciones que parecen poco rentables y no ausentes de una sensación de pérdida de tiempo, pero cuando los equipos comienzan a dar problemas, generan siempre una interrupción de la producción y reparaciones mucho más costosas.

Una planificación de los trabajos de mantenimiento en las naves permitirá tener los aparatos siempre a punto, conforme a las recomendaciones de los técnicos y fabricantes, lo que garantizará un rendimiento óptimo en el plan de seguridad y consumo energético: fiabilidad y eficiencia.

Si se quieren evitar dichos problemas, es necesaria la puesta en marcha de un programa de mantenimiento de los equipos que requiere:

- Seguimiento del calendario de inspección recomendado por el fabricante.
- Leer el modo de empleo y las recomendaciones de uso.
- Calendario de lubricación y sustitución de piezas.

- Limpieza de polvo y pelos que se acumulan en los elementos: motor, hélices, etc.
- Proteger los motores cuando no se emplean durante largos periodos.

PROGRAMAR la revisión y mantenimiento de los equipos de la explotación como un trabajo más, integrado en la planificación del manejo general de los animales. De ello dependerá el buen funcionamiento de las máquinas, el ajuste de los consumos de energía y la prevención de averías importantes.



2.6 Implantación de barreras vegetales cortavientos

La elección de la ubicación de una explotación ganadera está sometida a una serie de condicionantes de orden: normativo, infraestructuras (accesos, agua y luz), eliminación de residuos, etc.

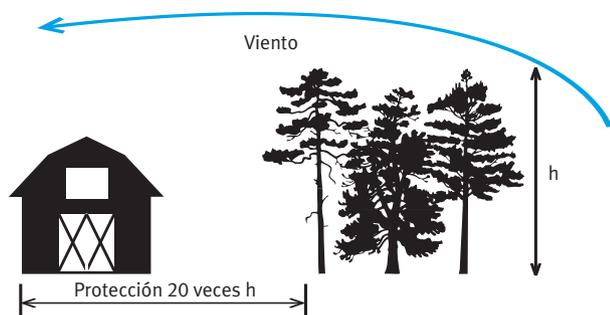
En general, se buscan terrenos sanos, protegidos de los vientos fuertes, pero aireados, secos y bien drenados, que permitan de partida la instalación de la granja sin problemas añadidos.

En esta elección se evitarán:

- 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.

En este contexto, resultan interesante contar con barreras cortavientos naturales que o bien existen de antemano o conviene implantar.



Protección mediante barreras vegetales cortavientos.

Las barreras vegetales cortavientos, además de ser un elemento ornamental y de mimetización, que facilita la integración de las naves ganaderas en el medio natural, tienen otras ventajas añadidas:

- Facilitan la gestión de la ventilación en naves con ventilación natural.
- Las naves están menos expuestas a los vientos, reduciendo las pérdidas energéticas por ventilación y los posibles daños por la propia acción del viento sobre las superficies exteriores.

Hay dos tipos de barrera cortavientos: las creadas con especies perennes y con especies caducas.



Barrera cortavientos con especies perennes.



Barrera cortavientos con especies caducas.

Calcular una protección cortavientos es una tarea compleja, pues depende de muchos factores y es una práctica muy imprecisa.

Para la protección de naves con sistemas de ventilación natural, la recomendación es la siguiente: una plantación vegetal donde la permeabilidad al aire estimada es del 50%, ofrece una protección a los vientos en una distancia aproximadamente igual a 20 veces su altura (como se ha visto en la figura anterior).

2.7 Medidas de ahorro y eficiencia energética específicas del sector lácteo

En el sector lácteo son aplicables, con mayor o menor intensidad, todas las consideraciones realizadas anteriormente sobre el diseño de construcciones y en lo relativo a las barreras vegetales cortavientos.

De todos modos el principal consumo energético se realiza durante el ordeño y en el proceso de enfriamiento y posterior mantenimiento a bajas temperaturas de la leche ordeñada, hasta su retirada para su procesamiento.

Es en este proceso donde se podrán aplicar las principales medidas de ahorro de energía.

2.7.1 Sistema de ordeño

Los sistemas de ordeño deben estar dimensionados conforme a las Normas ISO - UNE 68048 / 68050 / 68061 y al Boletín de la FIL 370 / 2002 para el ovino y caprino, evi-

tando así un sobredimensionamiento de las instalaciones.

A la hora de diseñar y operar estos sistemas hay que tener en cuenta, entre otros, los siguientes aspectos:

- El número de equipos de ordeño debe adecuarse al número de ordeñadores y de animales de ordeño.
- Que el tiempo de ordeño no supere la hora y media.
- El diseño de la sala de ordeño.
- La idoneidad de los empujadores empleados.
- Mantenimiento adecuado de la maquinaria de ordeño.
- Mantenimiento de la obra civil asociada.



Sala de espera en sala de ordeño de ovino.

En definitiva con estas medidas perseguimos que el rendimiento del ordeño mejore, reduciendo el tiempo de funcionamiento de todos los equipos (pezoneras, iluminación, etc.) y de los motores de la bomba de vacío, concluyendo en un ahorro evidente de energía.

2.7.2 Motores de la bomba de vacío

Se pueden conseguir ahorros de energía de varias formas:

- Bombas de vacío lobulares con variador de velocidad. Adecuado para instalaciones grandes y que suponen un ahorro de energía.



Bomba de vacío lobular con variador de velocidad.

- Local independiente para los motores. Bien ventilado y orientado hacia el Norte.
- En el arranque del ordeño se consume mucha energía, que se puede obtener mediante el empleo de acumuladores eléctricos.

2.7.3 Lechería

Tanto el local como el tanque o los sistemas de preenfriamiento pueden mejorar sus diseños para conseguir un mayor ahorro de energía.

Un local bien aislado del exterior, bien ventilado y con una orientación Norte contribuirá eficazmente a disipar el calor que desprenden los diferentes equipamientos que están situados en el local de la lechería.

Se puede actuar sobre el condensador y sobre el tanque para conseguir un ahorro de energía:

- Un condensador situado en el exterior del local contribuirá a mantener más fresco el local.

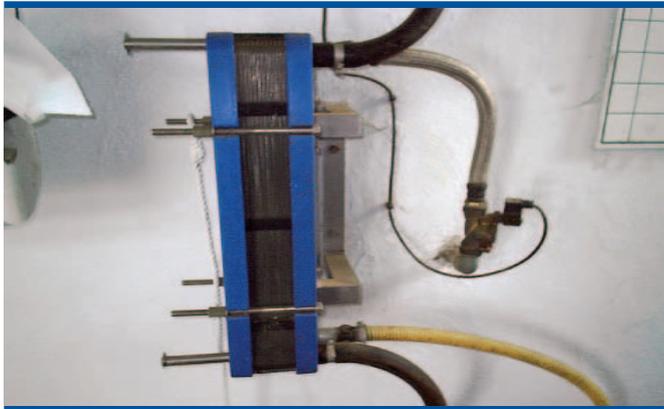


Condensador en exterior del local.

- Un regular mantenimiento y limpieza del condensador contribuirá a una mejor eficiencia del mismo, con un consiguiente ahorro de tiempo y energía en su labor de enfriamiento de la leche.
- Un tanque bien dimensionado y del tipo adecuado contribuye igualmente a un ahorro de energía según:
 - El número de ordeños a recolectar (2/4/6).
 - La velocidad de enfriamiento (I/II/III).
 - La temperatura ambiente de trabajo (a/b/c).

También existen en el mercado sistemas de preenfriamiento muy eficaces como son:

- Enfriadores por placas con agua fría y posterior reutilización del agua, por ejemplo para abastecer al ganado.



Enfriadores por placas con agua fría.

- Sistemas de enfriamiento con agua helada que hacen bajar la temperatura de la leche a temperatura de conservación instantáneamente. Estos sistemas precisan de tanques que enfrían el agua equipados con compresores de pequeño tamaño porque no tienen la necesidad de enfriar rápidamente.

2.7.4 Recuperadores de calor

Los recuperadores de calor aplicados a los refrigeradores de la leche para conseguir agua caliente pueden contribuir también a un ahorro energético.



Acumulador de agua caliente calentada por el calor del tanque de leche. Compresores en el exterior.

REGLAS CLAVE

Para el Ahorro y la Eficiencia Energética en instalaciones ganaderas

AISLAMIENTO

- ✓ Atender a las normas de aislamiento determinadas para cada tipo de especie ganadera y en función de las diferentes edades o estados fisiológicos.
- ✓ NO escatimar en la dotación de un buen nivel de aislamiento general, con ello se mejora el rendimiento de los equipos y se ahorra energía.
- ✓ Cuidar sobre todo el aislamiento de la cubierta (70 % de las pérdidas de energía).
- ✓ Una nave bien aislada permite mejorar el rendimiento de los equipos de climatización.
- ✓ Aislar bien las naves ganaderas proporciona mejores resultados y una mejor relación costo/beneficio que sobredimensionar la ventilación y la refrigeración para intentar disminuir los efectos del calor.

CLIMATIZACIÓN

- ✓ Un buen sistema de regulación debe ser capaz de atender las necesidades ambientales de los animales en cada uno de sus estadios.
- ✓ Ajustar en los reguladores el caudal mínimo a 75 V (el ventilador da $\approx 1/5$ de su $Q_{\text{máx.}}$ (220 V)).
- ✓ Respetar los caudales de instalación recomendados por los técnicos (según tablas).
- ✓ Emplear ventiladores trifásicos de gran caudal siempre que sea posible. Además es conveniente utilizar variadores de frecuencia para reducir su consumo eléctrico.
- ✓ Equipar las naves con sistemas automáticos de regulación, reguladores y sistemas informáticos (ordenadores), siempre que sea posible. Facilitan la consecución de los parámetros de ambiente deseados y contribuyen a una gestión más eficaz de la energía.
- ✓ Los sistemas de calefacción localizados, tipo pantallas empleados en naves de pollos, tienen un menor consumo y son sistemas de producción de calor más eficientes.

ILUMINACIÓN

- ✓ Sustituir las lámparas incandescentes (bombillas) por fluorescentes.
- ✓ En los alojamientos que requieren un mayor nivel de iluminación y donde los periodos con la luz encendida son más largos, es aconsejable instalar lámparas de bajo consumo: fluorescentes compactas.
- ✓ Utilizar pinturas blancas o en tonos claros, así como mantener las superficies limpias.
- ✓ Revisar periódicamente la instalación, sin olvidar la limpieza de lámparas y luminarias.

ESTANQUEIDAD

- ✓ Atención a las entradas de aire parásitas porque aumentan el consumo en calefacción y afectan a la ventilación, produciendo distorsión en los circuitos de aire proyectados y creando zonas mal ventiladas.

REVISIÓN Y MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS

- ✓ PROGRAMAR la revisión y mantenimiento de los equipos de la explotación como un trabajo más, integrado en la planificación del manejo general de los animales.

IMPLANTACIÓN DE BARRERAS VEGETALES CORTAVIENTOS

MEDIDAS DE AHORRO Y EFICIENCIA ENERGÉTICA ESPECÍFICAS DEL SECTOR LÁCTEO

- ✓ Considerar el ahorro y la eficiencia energética durante el ordeño, enfriamiento y posterior mantenimiento a bajas temperaturas de la leche ordeñada.

Bibliografía

- BARRAGÁN COS, J. L. “Estrés térmico en aves”. Selecciones avícolas. Julio 2004.
- BUXADÉ, C. “Zootecnia, bases de producción animal. Alojamientos e instalaciones (I)”. Editorial Mundi-Prensa. Madrid. 1997.
- BUXADÉ, C. “Zootecnia, bases de producción animal. Alojamientos e instalaciones (II)”. Editorial Mundi-Prensa. Madrid. 1997.
- CAVENCO S.L. Departamento de avicultura. Ventilación y calefacción en naves de pollos. 2005.
- C.DUTERTRE, L. JOUFFE, J.C. VAUDELET, P. ROUSSEAU. “Incedence de réglage de la ventilation sur les paramètres d´ ambience d´ une porcherie d´ engraissement”. 1997.
- DÍAZ DE SAN PEDRO, M. Apuntes de física de la construcción. 1992.
- Directiva 2002/91/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo de 16 de diciembre de 2002 relativa a la eficiencia energética de los edificios (DOCE L 1 de 4 de enero de 2003).
- FUENTES YAGÜE, J. L. “Construcciones para la agricultura y la ganadería”. 6ª edición. Editorial Mundi-Prensa. Madrid. 1992.
- INSTITUT TECHNIQUE DE PORC (ITP Francia). “Memento de l´ eleveur du porc”.
- ISOVER. “Aislamiento térmico en la construcción”.
- ITAVI (Institut technique de l´ aviculture) “Quelques recommandations pour la conception, la construction et l´ installation d´ un batiment d´ elevage avicole neuf”. 1994.
- I.T.G. GANADERO S.A. “El ambiente en las granjas porcinas. Parámetros de confort”. 1999.

- ITOVIC (Institut technique de l'élevage ovin et caprin) "*La ventilation thermique des bergeries et chevreries*".
- ITP. Francia. Porcherie isolation. 1987.
- JANNI K.A., JHACOBSON, L.D. "*Poultry ventilation Fundamentals and air Exchange rates*". Extension service. University of Minnesota Avian Research Center. 2003.
- INSTITUTO PARA LA DIVERSIFICACIÓN Y AHORRO DE LA ENERGÍA (IDAE). Ministerio de Economía. Boletín IDAE nº 6. "*Eficiencia Energética y Energías Renovables*". Marzo 2004.
- MINISTERIO DE ECONOMÍA. "*Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética*". Sector Agricultura y Pesca. Secretaría de Estado de Energía, Desarrollo Industrial y de la PYME. Junio 2003.
- MINISTERIO DE ECONOMÍA. "*Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética en España 2004-2012*". Secretaría de Estado de Energía, Desarrollo Industrial y de la PYME. 5 de noviembre de 2003.
- NATURVEX. <http://www.uralita.com>.
- DIRECCIÓN GENERAL DE VIVIENDA Y ARQUITECTURA. Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo. "*Normas Tecnológicas de la Edificación-NTE*". Madrid, 1989.
- DIRECCIÓN GENERAL DE VIVIENDA Y ARQUITECTURA. Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo. "*Norma básica de la edificación condiciones térmicas en los edificios. NBE-CT-79*". Madrid, 1989.
- SPIESER, Helmut. Ministerio de Agricultura y Alimentación de Ontario (MAAO). Ficha d'information 14: Efficacité énergétique.
- SPRATT, D. (MAAO). Normas d'élevage pour poulets à griller.
- URALITA. Manual general, Tomo I: Edificación. 1986.

Títulos publicados de la serie
*Ahorro y Eficiencia Energética
en la Agricultura:*

Nº Especial: *Consumos Energéticos en las Operaciones Agrícolas en España.* 2005

Tríptico promocional: *Medidas de Ahorro y Eficiencia Energética en la Agricultura.* 2005

Nº 1: *Ahorro de Combustible en el Tractor Agrícola.* 2005

Nº 2: *Ahorro y Eficiencia Energética en Agricultura de Regadío.* 2005

Nº 3: *Ahorro y Eficiencia Energética en Instalaciones Ganaderas.* 2005

IDAE Instituto para la
Diversificación y
Ahorro de la Energía

c/ Madera 8, 28004 - Madrid
Tel: 91 456 49 00 Fax: 91 523 04 14
comunicacion@idae.es
www.idae.es



P.V.P.: 6 € (IVA incluido)