



# Ventilación dinámica en alojamientos para ganado

## Sistemas, equipos y criterios de elección

Emilio García-Vaquero Vaquero.

Departamento de Construcción y Vías Rurales. Universidad Politécnica de Madrid.

La ventilación de los alojamientos ganaderos es uno de los condicionantes importantes del control medioambiental de la explotación zootécnica.

Muchos edificios existentes en la actualidad todavía realizan la renovación de aire por medios naturales —ventilación estática—, generalmente mediante ventanas y, a veces, con el complemento de chimeneas u otros medios favorecedores del intercambio. Pero ese sistema adolece de importantes fallos, más patentes en zonas con climas en que la estación veraniega es larga.

Por ello, las explotaciones modernas confían la ventilación a sistemas mecánicos —ventilación dinámica—, que no sólo van a garantizarla en cualquier clima y épocas del año, sino que, además, permiten una regulación bastante perfecta, según las exigencias del ganado.

Así pues, las granjas que hoy se crean

dedican una parte sustancial de su presupuesto a asegurar una adecuada ventilación de los edificios. Además, cuando esos alojamientos cuentan con medios de calefacción o de refrigeración, precisan utilizar la ventilación como vehículo para difundir el calor o el frío en el espacio ocupado por los animales.

En definitiva, se trata de una materia que requiere especial atención y a la que se dedica este trabajo.

### NECESIDADES DE VENTILACION

La evaluación de las necesidades de ventilación de los alojamientos pecuarios, por métodos analíticos, está recogida en la bibliografía especializada<sup>1</sup>. No vale la pena detenerse aquí en su ex-

posición. Se sabe que esas necesidades varían de forma considerable a lo largo del año, según transcurren las estaciones, con diferencias —invierno/verano— de 1 a 10, incluso mayores, en los caudales de renovación. Así pues, cuando la ventilación se confía a equipos mecánicos será decisiva la existencia de medios de regulación de esos caudales, cuya actuación debe ser lo más automatizada posible.

Por tanto, el dimensionado de las instalaciones de ventilación ha de hacerse a partir de los datos de necesidades máximas y mínimas, de los medios mencionados de regulación automática de caudales y de la velocidad admisible del aire, dentro del alojamiento, según las condiciones climáticas de cada instante y la fase de desarrollo de los animales albergados.

Valores aproximados de dichos datos, pero de suficiente garantía cuando se va a proyectar una instalación de

(1) Por ejemplo, consultar el texto «Diseño y construcción de Alojamientos Ganaderos» García Vaquero. 1987. Mundi-Prensa.

ventilación, pueden tomarse del cuadro I. Proceden de publicaciones especializadas —que se citan al final del trabajo— y de experiencias propias.

El cuadro muestra los volúmenes de aire a renovar, para las principales especies zootécnicas, en las condiciones de invierno y verano. Como esas condiciones son muy dispares en las diferentes regiones y áreas geográficas, se insiste en su carácter de «valores medios». También se muestran allí los datos «velocidades máximas del aire» en verano e invierno. De ellos, el correspondiente a invierno es particularmente importante, ya que nunca debe ser rebasado, en especial en alojamientos para animales en crecimiento, siendo menos restrictivo el valor de la velocidad máxima del aire en verano, en especial para alojamientos de animales adultos.

Va a ser la combinación de ambas informaciones —volúmenes extremos de aire a renovar y velocidades máximas del aire— la que se empleará en la elección de los equipos idóneos.

**SISTEMAS DE VENTILACION DINAMICA**

**Ventilación dinámica por extracción**

Es decir, forzando la salida del aire mediante ventiladores que dirigen el flujo de «dentro a fuera» del alojamiento. Para que la ventilación sea eficaz, se requiere:

- Existencia de entradas de aire, de tamaño adecuado y correctamente dispuestas con objeto de que no se produzca pérdida de carga notable en el extractor —lo que reduciría su rendimiento— y que garanticen un «barrido» completo del espacio interior.
- Automatismos de regulación del funcionamiento de los ventiladores, para que los volúmenes movilizados sean en cada momento los adecuados, tanto por la estación, como por las necesidades puntuales de los animales.

**RECOMENDACIONES**

1. Elegir equipos helicoidales blin-

dados; es decir, resistentes a las atmósferas corrosivas de los edificios ganaderos, puesto que el aire que sale del alojamiento va a atravesar el cuerpo del ventilador. Ya se sabe que su contenido de humedad, anhídrido carbónico, ácido sulfhídrico, amoníaco, etc. es bastante alto, por lo que equipos sin protección se deterioran en poco tiempo.

2. Los ventiladores o extractores se seleccionarán a partir del máximo caudal a sacar del edificio, lo cual debe hacerse con varios equipos —con preferencia iguales— que tengan un techo de aire movilizado de unos 10.000 m<sup>3</sup>/h por unidad, en las condiciones más desfavorables (debe tenerse en cuenta que para aparatos montados en las paredes —descarga libre— la pérdida de rendimiento es mínima, incluso aunque existan persianas). Esa limitación de caudal no tiene otra justificación que la de evitar que se originen corrientes de aire a velocidades perjudiciales para los animales.

3. Aunque se carece de información sobre la incidencia del nivel de ruido,

**Cuadro I**

Especie	Edad o peso	Temp. óptima °C	Hum. rel. óp. %	Nec. vent. mín. m <sup>3</sup> /h	Nec. vent. máx. m <sup>3</sup> /h	Veloc. máx. aire invierno m/s	Veloc. máx. aire verano m/s
Vacuno	< 1 mes	25-20	75-65	5-10	100	0,25	0,5
	< 400 kg	20-10	70-60	15-60	400	0,5	1
	Adult.	15-10	70-60	40-80	750	0,5	1
Porcino	< 5 kg	30	65-75	2	8	0,1	0,4
	< 10 kg	25		5	15	0,2	0,5
	< 25 kg	20		8	40		
	< 90 kg	16		12	100		
	adult. cerda+camada	15		20	200	0,3	1,5
	—		25	250	0,1	1	
Cebo corderos	< 10 kg	20	65-75	5	40	0,25	0,75
	< 25 kg	15		12	90	0,40	1
Ponedoras en suelo	1,5-3 kg	15-18	60-70	0,5-1,5	10-12	0,5	1,5
Ponedoras en jaula	id.	16-20	60-65	0,5-1	10-12	0,5	1,5
Cebo, pollo y cría pon.	1 sem.	35-32	≈ 60	0,1	1	0,1	0,2
	2 sem.	32-30		0,15	1,2	0,1	0,2
	< 4 sem.	30-25		0,25	3	0,2	0,3
	< 7 sem.	25-18		0,3	5	0,3	0,5
	final	≈ 18		0,4	7	0,3	0,5
Cría conejo (2)	≈ 5 sem.	15-18	60-65	0,5 por kg peso vivo (3)	3 por kg peso vivo	0,1	0,3
Engorde conejo (4)	≈ 5 sem.	14-16	60-65	0,3 por kg peso vivo (5)	2 por kg peso vivo	0,1	0,2

(2) Ventilación dinámica sólo en verano. (3) Carga ganadera: 9,2 kg/coneja. (4) Ventilación dinámica sólo en verano. (5) Carga ganadera: 8 kg/camada, peso medio.

en general, y del producido por los ventiladores, en particular, sobre el desarrollo de las diversas especies zootécnicas, es aconsejable no superar el valor de 70 dB, que corresponde a una intensidad tolerable por las personas. Por ello, los equipos a montar se seleccionarán de modo que cuando extraigan el caudal máximo, su nivel de ruido no supere ese valor, lo que, en general, exige velocidades de giro de la hélice inferiores a 1.500 r.p.m.

Como información orientativa se adjunta el cuadro II en el que se recoge la «Intensidad auditiva de diversos ruidos», que permite tener una base de comparación con niveles corrientes. También se incluye el cuadro III en el que figuran datos sobre los niveles de ruido aceptables por las personas, según actividades.

Un alojamiento de ganado, en condiciones normales, presenta un nivel sonoro comprendido entre 40 y 70 dB —según especies y grado de tranquilidad de los animales—; por tanto, la inclusión de equipos de ventilación con intensidades entre esos valores, no supondrá alteración importante en el Nivel de Presión Sonora del local. Además, si la instalación se hace en planos exteriores —paredes o techo—, parte del ruido será descargado fuera del edificio, lo que reduce aún más las molestias.

**COLOCACION DE LOS EQUIPOS**

*a) Edificios de hasta 12 m de anchura*

El emplazamiento de los ventiladores-extractores va a depender de la anchura del edificio a ventilar. Si ésta no supera los 12 m, resulta muy adecuado situarlos en una de las fachadas mayores, repartidos equilibradamente, si las condiciones interiores del edificio no exigen otra clase de distribución, por ser heterogéneas la disposición del ganado o sus características.

Las entradas de aire se situarán en la fachada opuesta, a distinta altura a que se produce la extracción, con objeto de favorecer el «barrido» de la atmósfera interior en sus diversas capas. Por ejemplo, los extractores se pueden montar a 2 m del suelo, lo que simplificará su manipulación en caso de avería o revisión, aunque se obligará a que el aire interior sea tomado en niveles

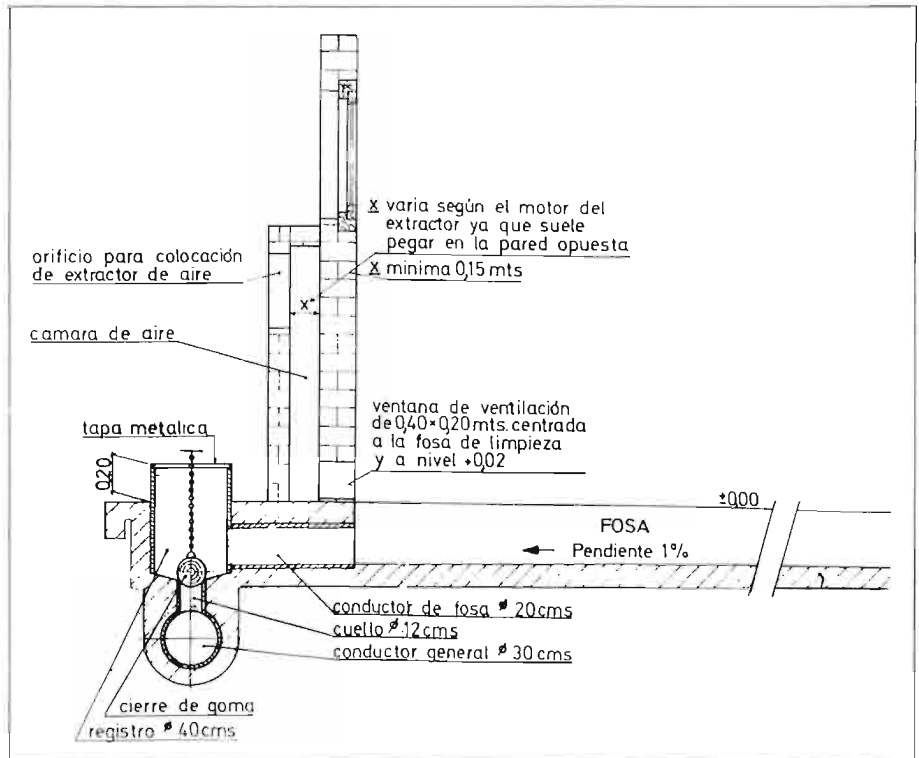


Fig. 1. Conducto de obras para colocar el extractor (según KAYOLA).

inferiores del alojamiento, donde se encuentra más viciado. Para ello pueden emplearse conductos de obra como los mostrados en la figura 1.

Las entradas de aire pueden ir a altura conveniente para que las corrientes de aire no incidan directamente sobre los animales. Por ejemplo, a 1,50 ó 2 m del suelo, en la fachada opuesta a donde están los extractores.

Es frecuente, sobre todo en edificios antiguos provistos de ventanas que se reforman, instalar extractores en una de las fachadas y utilizar las ventanas de la opuesta como entradas de aire. En ese caso es importante que las ventanas del lado de los ventiladores permanezcan cerradas, ya que de otro modo el aire que se arrastraría sería el que entra por ellas y no por las opuestas,

**Cuadro II**

Intensidad auditiva en dB	Clase de ruido
10	Los ruidos empiezan a ser perceptibles.
20	Ruido a campo abierto. Susurro de hojas.
30	Exterior de granjas, sin motores en funcionamiento.
40	Conversación a media voz. Interior de un alojamiento, con animales calmados.
50	Conversación en tono normal.
60	Mercado cerrado.
70	Tráfico medio. Interior de un alojamiento con animales inquietos.
80	Gritos, o paso de un tractor.
90	Paso de un tren.
100	Taller de chapa o de calderería.

**Cuadro III**

**Niveles de ruido aceptables por las personas**

Intelectual	50
Manual, permanente	70
Manual, con periodos de descanso	90

sin que de este modo se produzca el «barrido» necesario.

En edificios ganaderos correctamente orientados, cuyo eje longitudinal está en posición E-W, suele preferirse la colocación de los extractores en la fachada Sur. De este modo, en las épocas calurosas el aire entrará por la cara Norte, haciéndolo a menor temperatura que si la disposición fuera la opuesta. En ese caso, en invierno puede prescindirse de la ventilación asistida, ya que la simple diferencia de temperaturas interior-exterior será suficiente para movilizar el aire a renovar, si se cuenta con entradas y salidas de aire adecuadas —ventanas por ejemplo—.

*b) Edificios de más de 12 m de anchura*

En esos alojamientos resulta conveniente distribuir los extractores entre ambas fachadas principales, forzando la entrada de aire por la parte más alta del centro de la nave (fig. 2) —a través de chimeneas o caballetes abiertos—, aunque no resulta difícil encontrarse con la solución opuesta. Es decir, colocar los extractores en el caballete del edificio y las entradas de aire por las fachadas. Pero en este caso, el acceso al ventilador es mucho más complicado que cuando se monta a 2 m del suelo, en la pared; además, se corre el riesgo de aparición de goteras, al transmitirse a la cubierta las vibraciones que puedan ocasionar los equipos.

La solución señalada es válida para edificios de hasta 20 m de anchura, dimensión que no es frecuente sea supe-

Ya se ha indicado como en el sistema de extracción, con salida libre de los ventiladores, el rendimiento de los mismos no se ve reducido, siempre que las entradas de aire sean adecuadas, para lo que es conveniente una superficie mínima útil de éstas de 5 veces la sección de los equipos.

Por ejemplo, un ventilador de 8.000 m<sup>3</sup>/h de caudal en salida libre y diámetro 50 cm (sección 0,2 m<sup>2</sup>, aproximadamente) precisa entradas de aire con superficie de alrededor de 1 m<sup>2</sup>, distribuidas de modo racional para favorecer el intercambio de aire en toda el área asignada al ventilador. Ello implica que la velocidad de entrada del aire será de 8.000/3.600 = 2,2 m/s. Esta velocidad no es la que se apreciará en el alojamiento, pues el caudal de aire se reparte, más o menos regularmente, por toda la zona ventilada.

Así, si la distancia de los extractores en la fachada es de 6 m y la altura del alojamiento 3 m, el caudal 8.000 m<sup>3</sup>/h, equivalente 2,2 m<sup>3</sup>/s, pasa a través de una sección de 6 × 3 = 18 m<sup>2</sup>, lo que implica una velocidad media de 0,12 m/s, muy tolerable en cualquier caso. Además, debe pensarse que ese caudal máximo corresponderá a las condiciones de verano, en que las limitaciones de velocidad del aire para el ganado son menores.

**Ventilación dinámica por sobrepresión**

Es decir, introduciendo en el alojamiento el volumen de aire calculado, a través de una canalización que recorra el edificio, con presión suficiente para que escape por las salidas previstas. Así

se producirá la renovación del aire viciado por el nuevo.

A diferencia del sistema de extracción, ahora son precisos ventiladores centrífugos, de gran caudal, en pequeño número —en general, uno o dos equipos— y que puedan vencer la pérdida de carga que representa el recorrido del aire por la conducción de reparto. Por tanto, son dos los altos a manejar en este sistema de ventilación:

- Las características del equipo: caudal y presión de salida.
- La pérdida de carga de la conducción.

Respecto al equipo, se conocerán todas sus características a través de la información del fabricante.

En cuanto a la pérdida de carga de la conducción dependerá de la forma de la sección —rectangular, circular, etc.— y del material de que se realice —madera, chapa, obra, tela plastificada, etc.—

En general, se preferirán conducciones con secciones circulares y de tela plastificada, que distribuyen el aire filtrándolo en todo su recorrido. Son fáciles de montar, actúan como tamiz de polvo y de microorganismos, son muy ligeras —pueden colgarse de cualquier elemento estructural sin necesidad de reforzarlo— reducen al transmisión de ruidos, pueden lavarse con relativa facilidad, etc.

La pérdida de carga puede obtenerse mediante la ecuación

$$A = \zeta \frac{\delta \times v^2}{2 \times g} \text{ siendo}$$

$\zeta = \theta \frac{4}{d}$  en conductos de sección circular y diámetro d.

$\zeta = \theta \frac{2(a+b)}{a \times b}$  en conductos de sección rectangular y lados a y b.

$\theta$  es el coeficiente de rozamiento del aire con las paredes. Vale 0,005 para materiales lisos, como chapa, fibrocemento, etc. y 0,0065 para conducciones de obra. No se conoce información sobre canalizaciones de tela plastificada, pero puede aceptarse este último valor, con carácter aproximado.

$\delta$  es el peso específico del aire, 1,2 kg/m<sup>3</sup>, aproximadamente.

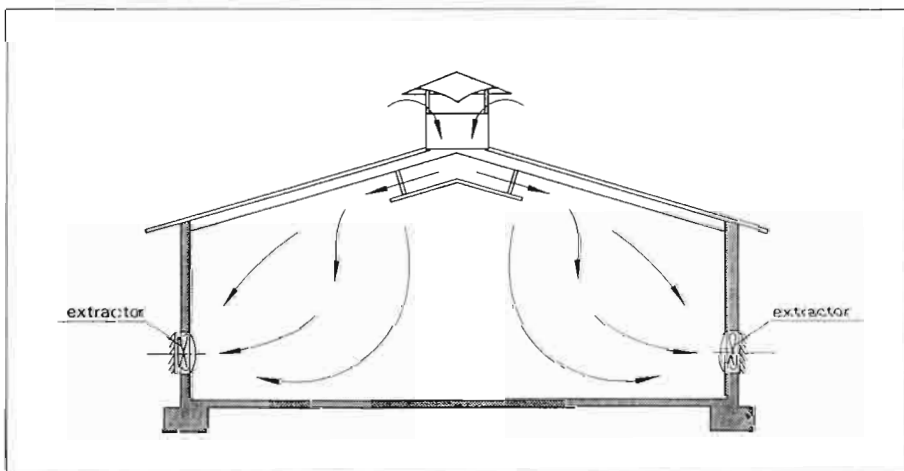


Fig. 2. Extractores en ambas fachadas.



Las explotaciones modernas confían en la ventilación a sistemas mecánicos que permiten una regulación bastante perfecta según las exigencias del ganado.

$v$  es la velocidad del aire, en m/s, en el conducto.

$g$  es la aceleración de la gravedad, 9,81 m/s<sup>2</sup>.

$Z$  es la pérdida de carga, en mm de columna de agua, por m de conducto.

La longitud de la conducción de distribución del aire — $L$ , en m— será tal, que al multiplicar  $L \times Z <$  presión estática de salida del equipo.

### Ventilación dinámica por extracción y sobrepresión combinadas

En general, no será un caso frecuente en alojamientos de ganado —si lo es en locales públicos—, puesto que supone incrementar la inversión en ventilación de modo considerable. De utilizarse, resulta muy conveniente que el volumen introducido supere, ligeramente,

al extraído, lo que evita la formación de corrientes de aire.

La utilización del sistema de sobrepresión o extracción + sobrepresión es muy adecuada cuando la ventilación va asociada a la calefacción de grandes áreas. En esas circunstancias, la toma de los ventiladores centrífugos se hará a partir de un generador de aire caliente.

### CONTROL DE LA VENTILACION

Ya se ha señalado la gran variación de necesidades de ventilación, no sólo a lo largo del año, con el discurrir de las estaciones, sino también entre los distintos días e, incluso, en el mismo día, según las horas. Y todo ello sin contar con que las necesidades del ganado también varían con su desarrollo. Es, pues, imprescindible disponer de

algún medio de control automático de los caudales de ventilación.

En general, la regulación asociada a la variación de temperatura es bastante eficaz. Por ello, se suelen disponer en el alojamiento una o varias sondas cuyas señales modifican la velocidad de giro de los ventiladores, en función de la temperatura. Pero esta regulación falla si el edificio cuenta con sistema de calefacción, ya que al superarse cierta temperatura los ventiladores introducirán aire frío en cantidad que posiblemente resulte innecesaria, lo cual accionará la instalación calefactora y se generará despilfarro de energía.

Así pues, no basta con esa asociación —ventilación/temperatura interior—. Es necesario disponer de algún otro medio que permita regular la ventilación en situaciones especiales, como son las indicadas de edificios calefactados.

Existen equipos reguladores de la velocidad de giro de los ventiladores, especialmente indicados para ventilación por extracción. Con ellos se regulan el caudal, de modo variable según las temperaturas, y también es posible fijarlo en diversas cuantías, si así se precisa.

En el caso de un alojamiento con ventilación por extracción e instalación de calefacción, durante el funcionamiento de ésta se controlará la ventilación para un caudal fijo —las necesidades mínimas—. Cuando la calefacción deja de funcionar, entrará en servicio la regulación automática. Es evidente que la instalación de calefacción también debe contar con regulación automática mediante sondas, para que la temperatura del local no se eleve por encima de las conveniencias del ganado, cuando la ventilación es constante.

### BIBLIOGRAFIA

- MANUAL GENERAL. URALITA, S.A. 1960.
- Manuales de Ventilación de CASALS. San Juan de las Abadesas (Gerona).
- Manuales de Ventilación de S y P. C/ Rocafort, 241, 08029 Barcelona.
- GARCÍA-VAQUERO. 1987. *Diseño y Construcción de Alojamientos Ganaderos*. Mundi-Prensa.
- MATON. 1975. *Construcciones para el Ganado*. Mundi-Prensa.
- SANZ PAREJO, y otros. *Bases para el Diseño de Alojamientos e Instalaciones Ganaderas*. Asociación Ingenieros Agrónomos de Cataluña.