

# Sistemas de Ventilación y Refrigeración para Aves

Por: José Miguel Ciutat Lacambra\*

## INTRODUCCION

Los sistemas de ventilación tienen por objeto conseguir un ambiente sano y confortable dentro de los edificios ganaderos.

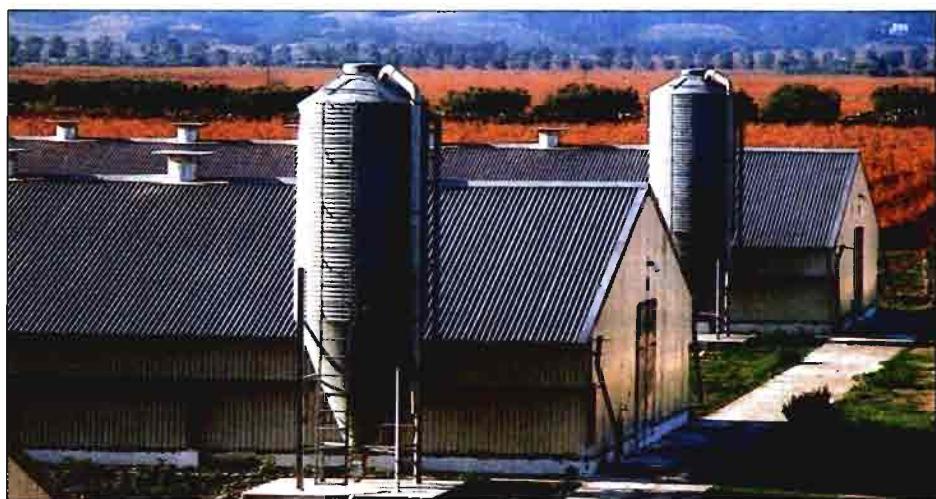
En invierno deben eliminar el vapor de agua producido por los animales así como los gases nocivos (amoníaco, anhídrido carbónico, etc.).

En tiempo de verano su objetivo será controlar la temperatura ambiental, eliminando el calor producido por los animales y los efectos de la radiación solar.

Los sistemas de ventilación deben ser capaces de mantener una temperatura dentro de la nave superior a la exterior en tiempo frío e inferior a la exterior en tiempo caluroso.

En invierno aprovechamos parte del calor producido por los animales para calentar el aire que entra del exterior y para evaporar la humedad, otra parte se pierde a través de techos y paredes.

En verano es necesario eliminar todo ese



calor además del calor que el sol transmite a través de techos, paredes y ventanas.

Por ello las necesidades de ventilación en verano son mucho mayores, para intentar que la temperatura interior sea similar a la exterior.

Con un adecuado sistema de ventilación y de refrigeración se pueden llegar a tener temperaturas dentro de las naves entre 8 y 14°C por debajo de la temperatura exterior.

(\*) Ingeniero Agrónomo. Consultas avícola.

**Tabla nº 1**  
**NECESIDADES DE VENTILACION**  
(m<sup>3</sup>/h por kilo de carne)

Tipo de ave	Peso (g)	MIN. invierno	MAX. verano (1)	MAX. verano HR>50%
Pollos 7 días	160	0,5	2	2
Pollos 14 días	380	0,6	2	2
Pollos 21 días	700	0,7	3	3
Pollos 28 días	1070	0,9	4	4
Pollos 35 días	1500	1	5	6
Pollos 42 días	1920	1,5	6	8
Pollos 49 días	2350	1,5	6	8
Ponedoras	2000	1,5	5	8
Reproductoras	3700	1,5	7	10

(1) Las **Máximas** necesidades de ventilación en verano deben incrementarse de un 10 a un 30% en el caso de edificios con un deficiente aislamiento térmico.

Aportar de un 10 a un 20% más de caudal de ventilación para cubrir situaciones excepcionales –aparatos estropeados, días extremadamente calurosos, mayor nº de animales– es recomendable.

## NECESIDADES DE VENTILACION. RECOMENDACIONES PRACTICAS

En la Tabla nº 1 se indican los caudales de ventilación necesarios para diferentes clases de aves.

Las necesidades se expresan en m<sup>3</sup>/h por *kilo de carne*.

Los valores de la tabla se refieren a naves bien aisladas, considerando como tales aquellas que tienen los siguientes coeficientes "K" (Kcalorías/hora/m<sup>2</sup> y °C) de transmisión de calor.

K (tejado) < 0,6  
K (paredes) < 0,8

## CALCULO DE LA VENTILACION

Vamos a considerar el caso de una nave típica de broilers con los datos que se indican a continuación:

- Dimensiones: 120x12
- Superficie: 1440 m<sup>2</sup>
- Nº de aves: 23.000 (16 aves/m<sup>2</sup>)
- Peso medio: 2,2 kg/ave

**Tabla nº 2**  
**VENTILACION DINAMICA TRANSVERSAL ó**  
**VENTILACION TIPO TUNEL**

	DINAMICA TRANSVERSAL Impulsión o Extracción	DINAMICA LONGITUDINAL (TUNEL)
Extractores de 12.000 m <sup>3</sup> /h	10 Uds.	—
Extractores de 40.000 m <sup>3</sup> /h	6 Uds. (Reversibles)	8 Uds.
<b>VOLUMEN</b>	<b>360.000 m<sup>3</sup>/h</b>	<b>320.000 m<sup>3</sup>/h</b>
Ventajas	1) Distribución de los ventiladores más uniforme 2) Posibilidad de trabajar en Impulsión 3) Sistema más lógico para ventilar todo el año 4) Fácil aplicación en naves existentes 5) Utilización con sistemas de nebulización	1) Alta velocidad del aire a través de la sección transversal (superior a 2 m/seg.) 2) Eficaz en zonas con alta humedad relativa (mayor del 50%) 3) Fácil oscurecimiento de las naves 4) Fácil instalación de paneles evaporativos
Inconvenientes	1) Mayor consumo de luz (16,5 CV instalados frente a 12 CV en el túnel) 2) La instalación de paneles evaporativos es más costosa 3) Mayor inversión inicial	1) Se requiere una nave estanca y el aire sólo debe entrar por el extremo opuesto a los ventiladores 2) Para ventilar en invierno es necesario instalar ventiladores adicionales de 12.000 m <sup>3</sup> /h

**Tabla nº 3**  
**NECESIDADES DE VENTILACION**

Edad (días)	Peso del pollo (kg)	TOTAL KILOS	INVIERNO	VERANO
			MINIMOS (m <sup>3</sup> /h)	MAXIMOS (?) (m <sup>3</sup> /h)
1	0,040	920	<b>500</b>	2.000
7	0,160	3.680	1.800	7.200
14	0,380	8.740	5.200	17.500
21	0,700	16.100	11.300	48.300
28	1,070	24.610	19.700	98.400
35	1,500	34.500	34.500	173.500
42	1,950	44.850	67.300	269.100
49	2,400	55.200	82.800	<b>331.200</b>
56	2,900	66.700	100.000	400.200

#### Caudal a instalar

De acuerdo con la Tabla nº 1 se debe disponer del siguiente caudal:

$$V = 23.000 \text{ aves} \times 2,2 \text{ kg/ave} \times 6 \text{ m}^3/\text{h/kg} = 303.600 \text{ m}^3/\text{h}$$

Se proyecta colocar 320.000 m<sup>3</sup>/h en el caso de hacer una instalación tipo Túnel ó 360.000 m<sup>3</sup>/h para una ventilación dinámica transversal.

En un sistema Túnel se colocarán 8

extractores de 40.000 m<sup>3</sup> en el bastial opuesto a las entradas de aire.

En el caso de una ventilación dinámica Transversal se instalarán:

- 10 extractores de 12.000 m<sup>3</sup>/h y
- 6 ventiladores Reversibles de 40.000 m<sup>3</sup>/h

de manera que se podrá trabajar en Impulsión durante las crianzas de verano.

Se elige este tipo de instalación porque

tenemos una adecuada Uniformidad, un buen barrido transversal, a la vez que evitamos un encarecimiento de la instalación y de los costes. Con ventiladores trifásicos se pagan sólo los kilowatios consumidos en ventilar.

Efectivamente, una solución a base de ventiladores de 12.000 m<sup>3</sup>/h y monofásicos tiene mayores costes de explotación.

En primer lugar sería necesario instalar 30 ventiladores de 0,75 CV (22,5 CV), frente a los 16,5 CV proyectados.

Además los consumos de los ventiladores monofásicos son superiores y no proporcionales a los caudales extraídos.

#### NECESIDADES DE VENTILACION

Considerando que tenemos 23.000 pollos dentro de la nave las necesidades de ventilación estarán dentro de los valores que a continuación se indican en la tabla 3.

Resulta evidente que es necesario tener un Sistema de Gestión de la ventilación puesto que las necesidades varían de 1 a 660 (de los 500 m<sup>3</sup>/h del primer día a los 331.000 m<sup>3</sup>/h del día 49), dándose todo tipo de Situaciones Intermedias.

Por ejemplo el día 35 de vida vemos que los "mínimos" de ventilación (para eliminar la humedad, el amoníaco y otros gases nocivos) se estiman a razón de 1 m<sup>3</sup>/h por kilo de carne, pero estos mínimos son válidos para temperaturas exteriores por debajo de 15°C.

En el caso que en el exterior tengamos más de 20°C será necesario aumentar la ventilación (para eliminar el calor que aportan las aves), de forma que con 20°C de temperatura exterior deberemos ventilar a razón de unos **3 m<sup>3</sup>/h por kilo de carne**.

#### VENTILACION DINAMICA TRANSVERSAL

La solución adoptada (extractores de 12.000 y de 40.000 m<sup>3</sup>/h) permite atender las necesidades de Invierno mediante los 10 extractores "pequeños", de manera que en el momento que sea necesario un mayor volumen de ventilación se pondrán en marcha los extractores de gran caudal.

Con objeto de controlar el ambiente de la nave se debe instalar un Ordenador de Control Ambiental.

#### Funcionamiento del Ordenador

En el caso que nos ocupa el ordenador funcionaría con 5 grupos de ventilación.



Grupo	Nº ventilad.	m <sup>3</sup> /h/Ud.	Total m <sup>3</sup> /h
I	5	12.000	60.000
II	5	12.000	60.000
III	2	40.000	80.000
IV	2	40.000	80.000
V	2	40.000	80.000
TOTAL	16		360.000

El ordenador calcula en cada momento la ventilación mínima necesaria e "intenta resolver" la situación con los ventiladores de los grupos I y II, en ciclos de tres minutos.

Por ejemplo, el día 35 de vida hemos visto que con 34.500 m<sup>3</sup>/h de volumen de

aire se cubren los mínimos de ventilación, en esta situación el ordenador hará trabajar a los 5 ventiladores del grupo I durante ( $34.500:60.000 = 0,575$ ) un 57,5% de 3 minutos, esto es, trabajarán durante 103,5 segundos y estarán parados 76,5 segundos.

Si trabajando con los grupos I y II la nave aumenta de temperatura el ordenador pondrá en marcha de manera continua los grupos III, IV y V de una manera progresiva.

Los ventiladores son trifásicos, funcionan siempre al 100% con objeto de poder crear una depresión deseada, de forma que mediante un depresímetro el ordenador controla la apertura o cierre de las entradas de aire.

A partir de una temperatura exterior mayor de 15°C el ordenador aumenta de manera automática los mínimos de ventilación que se le programan.

### VENTILACION TIPO TUNEL

La ventilación tipo túnel es sistema más eficaz en el caso de climas cálidos y húmedos por las importantes velocidades con las que el aire atraviesa la nave, velocidades que favorecen las pérdidas de calor de las aves por convección.

De acuerdo con los ventiladores instalados, y considerando una sección transversal de la nave de 40 m<sup>2</sup>, vemos que en el caso de la ventilación tipo Túnel vamos a mover el aire sobre los animales a una velocidad de 2,2 m/s.

Para estas condiciones climáticas es necesario calcular los ventiladores en función de la velocidad del aire deseada en la sección transversal.

**Tabla nº 4**  
**RENDIMIENTO DE UN PANEL EN FUNCION DE LA HUMEDAD RELATIVA EXTERIOR**

CONDICIONES EXTERIOR	CONDICIONES INTERIOR	CONDICIONES EXTERIOR	CONDICIONES INTERIOR
Temperatura	Humedad Rel.	Temperatura	Humedad Rel.
45	20	29	73
40	20	26	73
35	20	22	74
30	20	19	74
45	40	35	80
40	40	31	80
35	40	26	83
30	40	22	84
35	60	30	87
30	60	25	88



### TABLA DE SOLUCIONES

	Extracción o Impulsión / Otros	Sistema de ventilación	Sistema de refrigeración	Aplicación
1	Extracción o depresión	Dinámica transversal	Paneles en lado entrada de aire	Gallinas ligeras
2	Extracción o depresión	Dinámica transversal	Nebulización Alta presión	Pollos
3	Extracción o depresión	Dinámica transversal	Nebulización Media presión	Gallinas ligeras
4	Extracción o depresión	Dinámica longitudinal (Túnel)	Paneles	Pollos Recrias oscuras Gallinas pesadas
5	Impulsión o sobrepresión (Reversible)	Dinámica transversal	Paneles	Pollos Gallinas pesadas
6	Impulsión o sobrepresión (Reversible)	Dinámica transversal	Nebulización Alta presión	Pollos
7	Impulsión o sobrepresión (Reversible)	Dinámica transversal	Nebulización Media presión	Pollos
8	Natural	Ventiladores Giratorios	Nebulización Alta o Media presión	Pollos Gallinas pesadas
9	Natural	Ventiladores de Techo (agitadores)	Nebulización Alta presión	Pollos
10	Natural	Ventiladores Verticales	Nebulización Alta o Media presión	Pollos Gallinas pesadas

Este tipo de nave también puede manejarse con un ordenador de características similares al expuesto en el apartado anterior pero Conviene instalar de 4 a 6 extractores de 12.000 m<sup>3</sup>/h para atender los mínimos de ventilación, de lo contrario se van a crear corrientes de aire perjudiciales para los animales.

Esta solución también permite trabajar con ventilación natural durante las épocas que lo permitan pasando a trabajar con ventilación forzada en los períodos de calor.

## REFRIGERACION

A partir de las 4 semanas de edad, en el caso de los pollos, los resultados óptimos se dan con temperatura ambiente entre 18° y 22°C.

Entre 15° y 24°C se siguen dando buenos crecimientos.

El stress de calor se produce a partir de 27-28°C en pollos emplumados.

En condiciones de alta humedad relativa (más del 75%) el stress empieza a los 25°-26°C, puesto que con las altas humedades relativas las aves disminuyen la eliminación de calor por evaporación respiratoria.

De todos es conocido que, en esos días en los que la ventilación no es suficiente, la mejor solución es el Enfriamiento del Aire Admitido por Refrigeración Evaporativa.

Dicho enfriamiento se basa en reducir la temperatura del aire a expensas de evaporar agua, el calor necesario para dicha evaporación lo aporta el aire; de forma que éste se enfria a la vez que aumenta su contenido de vapor de agua, su humedad relativa.

En consecuencia el rendimiento de la refrigeración está directamente relacionado con la Humedad Relativa del ambiente (ver Tabla nº 4).

Existen diferentes maneras de enfriar el aire:

- haciéndolo pasar a través de Paneles Humedecidos de celulosa o viruta,
- pulverizando agua en las entradas de aire (naves con faldones)
- pulverizando agua directamente sobre los animales.

Pero debe existir Movimiento de Aire, de lo contrario la nave puede acabar siendo una sauna. Si no renovamos el aire podemos crear una situación agobiante y asfixiante por alta humedad relativa del ambiente en el interior de la granja.

Un sistema de refrigeración debe funcionar siempre con un sistema que asegure una ventilación de la nave.

## PANELES EVAPORATIVOS

### Paneles de Celulosa

Los primeros están hechos con láminas de celulosa plegadas y ensambladas de una forma especial, de manera que

resulta un panel autoportante. Todo el material está impregnado químicamente para impedir su putrefacción y asegurarle larga vida.

Además los pliegos están dispuestos según un determinado ángulo con el fin de dirigir el paso del agua hacia la entrada del aire.

La ventaja del panel de celulosa reside en que los canales humedecidos por los que pasa el aire no se deforman, por lo que el rendimiento del sistema es superior al garantizar una gran Superficie de Contacto.

De hecho podemos llegar a Velocidades de Paso del Aire de hasta 2 m/seg. con una Eficacia de Saturación de un 71%, pero para mejorar el rendimiento conviene trabajar con velocidades de paso del aire de 1,5 m/s.

En este caso se hará rebajar a los ventiladores con una Pérdida de Carga de 38 Pa ó 3,8 mm de columna de agua.

### Paneles de Viruta

Lógicamente no se puede pedir a los Paneles de Viruta de manera un rendimiento igual a los fabricados con celulosa.

Se debe limitar la velocidad de paso del aire a 1,2 m/seg. para obtener unas eficiencias de saturación similares.

En definitiva se debe instalar más superficie de paneles de viruta para obtener descensos de temperatura similares a los obtenidos con panel de celulosa.

## NEBULIZACION DE AGUA

Con la excepción de aquellas naves en las que se puede actuar en los faldones de entrada de aire, en el resto de los casos la nebulización se hace sobre los animales.

En consecuencia se deben evitar posibles excesos del agua introducida dentro de la nave, exceso que conllevan:

- altas humedades relativas que dificultan la respiración de las aves
- fermentaciones de la cama

Por consiguiente se debe trabajar con un buen humidostato y/o con un temporizador.

### Nº de boquillas a instalar:

La cantidad de agua que puede absorber un metro cúbico de aire es limitada y está en función de la temperatura y de la humedad relativa del aire.

No obstante y teniendo en cuenta que estamos nebulizando sobre los animales consideraremos que se deben instalar como máximo boquillas suficientes para nebulizar hasta 4 gramos por m<sup>3</sup> de aire.

Como las boquillas de Alta Presión (40-60 Atmósferas) nos dan 4 litros (4.000 gramos) de agua por hora, el nº de boquillas a instalar será de una por cada 1.000 m<sup>3</sup>/h de aire a enfriar.

Con boquillas de Media Presión (8-10 Atmósferas) tenemos un caudal de 10 litros por hora, por lo que será suficiente con instalar una por cada 2.500 m<sup>3</sup>/h de aire a tratar.

## SOLUCIONES

Siempre que se pueda aconsejamos la instalación de Sistemas Reversibles, de manera que trabaje en Extracción en épocas de invierno, primavera y otoño y se pueda trabajar en Impulsión durante las cizas de verano.

En la nave descrita y suponiendo que se adopte la solución Nº 5, esto es, un sistema de ventilación por impulsión, transversal, reversible y con un sistema de refrigeración a base de paneles se trabajaría de la siguiente manera:

En invierno los ventiladores trabajarían en extracción.

En verano los ventiladores de gran caudal funcionarían en impulsión, de forma que todo el aire que entra en la nave pasaría a través del sistema de refrigeración.

