

[ PASO A PASO ]

## Cálculo de instalaciones de ordeño para pequeños rumiantes

**Nemesio Fernández Martínez**  
Departamento de Ciencia Animal.  
Universidad Politécnica de Valencia

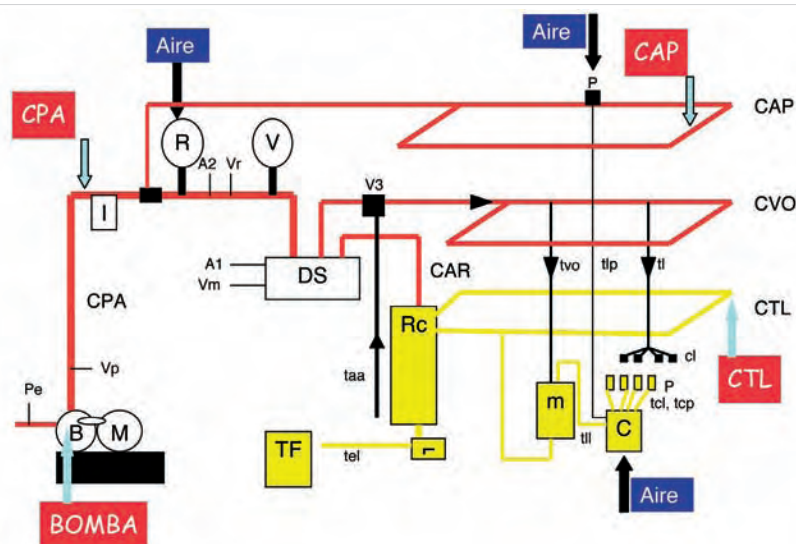
La normativa que regula el cálculo de las instalaciones de ordeño mecánico para ganado vacuno se encuentra recogida en UNE 68048 y 68050, que, a su vez, se corresponden con las normas ISO 3918 y 5707, respectivamente. Todas las exigencias de tipo cualitativo expresadas en las citadas normas son de obligado cumplimiento, también, para el ganado ovino y caprino.

Por otro lado, las especiales características del ordeño de los pequeños rumiantes (pequeños tiempos de ordeño, bajos caudales de leche, frecuente cambio de pezoneras, etc.) requieren unas exigencias de tipo cuantitativo diferentes al vacuno, que se encuentran recogidas en las directrices de la Federación Internacional de Lechería (FIL), en su Boletín nº 370 (Billón *et al.*, 2002), y en la norma UNE 68078.

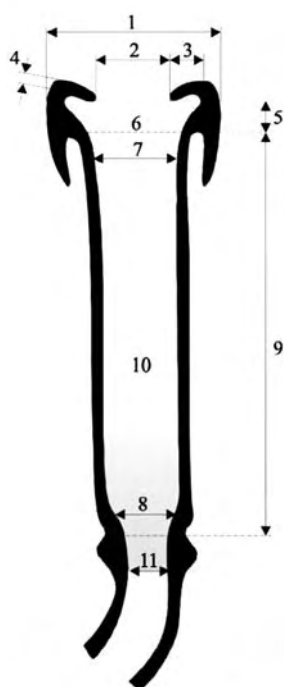
### [ Diseño de la instalación de ordeño

En la **Figura 1** se puede observar el esquema de una instalación de ordeño, de acuerdo con la norma UNE 68048, al que se ha añadido el circuito de lavado y se han cerrado en anillo las conducciones de aire de pulsación, de vacío de ordeño y de leche. Se han marcado de color rojo los cuatro elementos (Bomba, CPA, CAP, CTL) que deben ser calculados

**Figura 1:**  
Esquema de una instalación de ordeño con medidores



**CPA**= conducción principal de aire; **CAP**= conducción de aire de pulsación; **CVO**= conducción de vacío de ordeño; **CTL**= conducción de transporte de leche; **CAR**= conducción de aire del receptor; **tvo**= tubería de vacío de ordeño; **tlp**= tubo largo de pulsación; **tll**= tubo largo de leche; **cl**= copas de lavado; **taa**= tubo de aspiración de agua de lavado; **v3**= válvula o llave de tres vías; **Pe, Vp, A1, A2, Vr, m**= puntos de conexión para toma de medidas de presión o caudales; **I**= interceptor; **R**= regulador; **V**= vacuómetro; **DS**= depósito sanitario; **P**= pulsador; **R**= receptor; **m**= medidor; **E**= extractor; **TF**= tanque de frío.



**Figura 2:**  
Características de tres juegos de ordeño comerciales

Características	nº fig	Unidad		
		A	B	C
<b>1) Unidad</b> Peso Total, kg		0,313	0,312	0,357
<b>2) Colector</b> Peso, g Volumen, cc		89 48	144 140	201 91
<b>3) Copa</b> Peso, kg Material		0,099 Acero inoxidable	0,030 Plástico	0,027 Plástico
<b>4) Manguito</b> Peso, kg Material		0,082 Caucho sintético	0,036 Caucho sintético	0,086 Silicona
<i>a) Embocadura:</i> Anchura externa, mm Diámetro interno, mm	1 2	39 18	43 17	47 19
<i>b) Labio:</i> Longitud, mm Espesor, mm Flexibilidad, mm/0,5 kg	3 4	7 3 4	8 2 11	9 2 10
<i>c) Cuerpo:</i> Longitud (mm) Diámetro mínimo a la salida de manguito, mm		94 8,8	97 10,1	94 8,3

## Algunas cuestiones prácticas acerca del diseño y el montaje

- El **Motor (M)** y la **Bomba (B)** deben ubicarse en un lugar específico para evitar contaminaciones acústicas y ambientales, lo suficientemente espacioso como para permitir el acceso a todo su contorno y, así, la realización de las pertinentes operaciones de mantenimiento.

- La norma UNE 68048 especifica que la capacidad del **Regulador (R)** ha de ser, al menos, igual a la de la bomba de vacío, lo que supone que, a veces, sea necesaria la instalación de dos reguladores. En este caso, la distancia entre las unidades de regulación y de éstas con cualquier punto singular de la instalación (por ejemplo codos) ha de ser, al menos, de 50 cm.

- El **Vacuómetro (V)** ha de estar siempre a la vista del ordeñador desde su puesto de trabajo.

- El **Juego de ordeño** es un elemento determinante a la hora de calcular la capacidad de la bomba, sobretodo en el caso de los pequeños rumiantes, debido a la enorme variedad de tipos existentes en el mercado.

a) Juego de ordeño dotado de válvula automática y retirador automático de pezoneras.

La válvula automática abre automáticamente el vacío a las pezoneras en la puesta y lo cierra en la retirada o cuando el juego de ordeño se desprende del animal de forma accidental.

b) Juego de ordeño dotado de válvula automática.

c) Juego de ordeño dotado de válvula automática de cierre: Juego de ordeño con una válvula automática de cierre que corta el vacío cuando el juego de ordeño se desprende del animal de forma accidental, pero que no se conecta o se desconecta automáticamente en la puesta y la retirada de pezoneras.

d) Juego de ordeño convencional: Juego de ordeño con un dispositivo de apertura y cierre del vacío a las pezoneras, de operación manual.

Por otro lado, el diseño del manguito es esencial en el desarrollo del ordeño, al ser la única parte de la instalación en contacto con el animal.

y de azul los puntos más comunes de entrada de aire libre en la instalación. En color rojo también se pueden ver las conducciones por las que solamente circula aire durante el ordeño y en color amarillo las conducciones y los elementos por los que, además de aire, circula leche durante el ordeño.

## Los tres juegos de ordeño comerciales

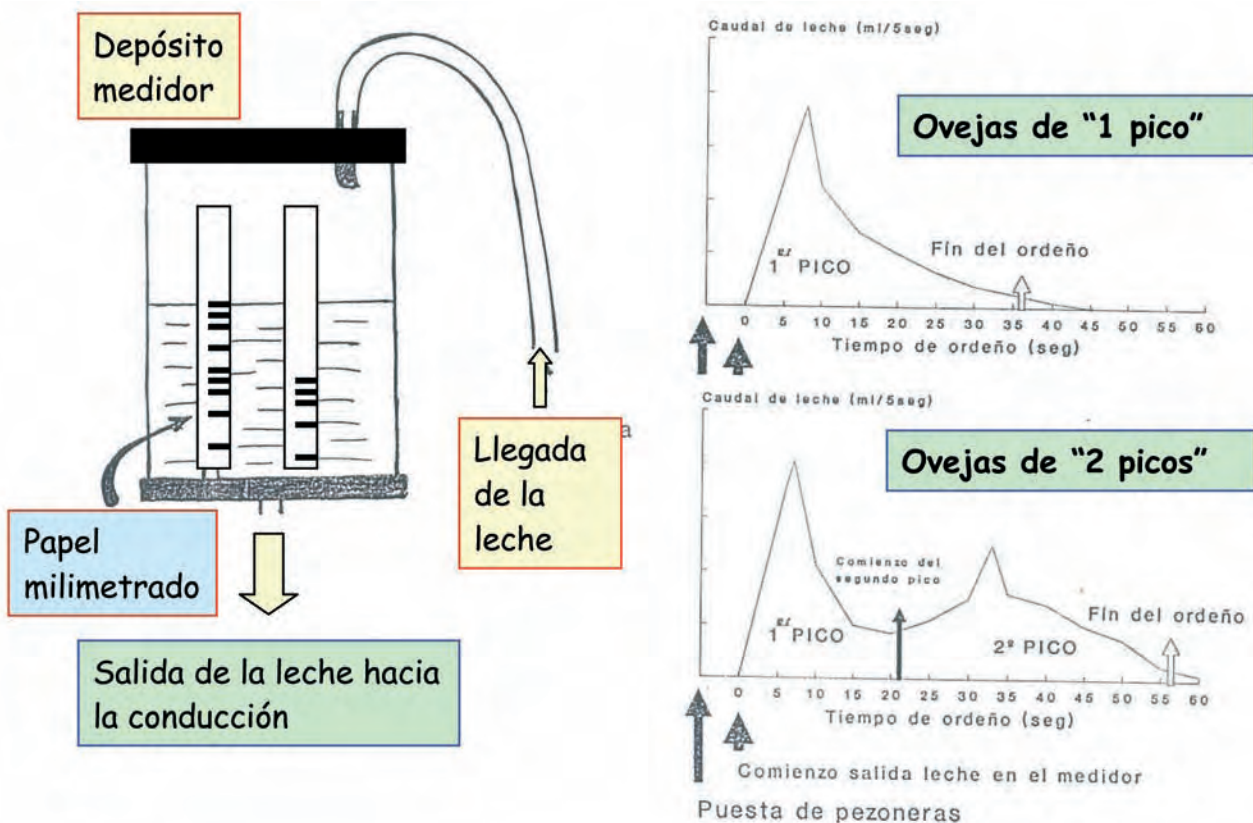
La **Figura 2** muestra las características de tres juegos de ordeño comerciales, obteniéndose, en una instalación con línea alta, los mejores resultados con los juegos tipos B y C. El secreto de dichos resultados se debe al mayor tamaño del colector, que favorece la evacuación de la leche hacia el medidor o la CTL, y a la elevada flexibilidad del labio, que reduce el cierre de la comunicación



**El juego de ordeño es un elemento determinante a la hora de calcular la capacidad de la bomba**

**Figura 3:**

Método manual de evaluación del flujo de leche y del tiempo de ordeño



cisterna de la ubre – cisterna del pezón, sobretodo al final del ordeño.

El mayor peso total del juego de los tipos B y C no perjudican el ordeño porque, en pequeños rumiantes, dicho juego pende de una cinta que lo soporta, no precisando elevar el nivel de vacío de ordeño para conseguir una elevada estabilidad del juego en la ubre.

Conviene que las CAP, CVO y CTL se encuentren cerradas en anillo para elevar el nivel de estabilidad del vacío en la instalación. La CAP suele tomar el aire de una conducción de aire filtrado, para evitar la entrada de polvo en el interior de los pulsadores.

A su vez, la CTL puede estar ubicada por encima (líneas alta o media) o bien por debajo (línea baja) del nivel de los animales. Un defecto muy común en la instalación de la línea baja es la excesiva longitud del tubo largo de leche, para permitir el ordeño de varios animales de una tanda con la misma unidad, produciendo un bucle que elimina algunas de las ventajas de la línea baja. Éste tubo

debería bajar directamente desde la ubre hasta la CTL, para aprovechar el efecto de la gravedad en la evacuación de la leche. Además, la CTL se instala con una pendiente hacia el receptor de un 0,5-2%.

Es preciso ser cuidadoso a la hora de elegir la pendiente de la CTL, sobretodo en aquellos casos en que el diámetro de la conducción elegido es elevado, porque podría causar problemas a la hora del lavado.

## [ Cálculo de la instalación de ordeño

Calcular una instalación de ordeño significa determinar la capacidad de la bomba de vacío y los diámetros de CPA, CAP y CTL. El diámetro de la CVO no suele calcularse, sino que se le adjudica el mismo valor o el inmediatamente inferior, de los disponibles en el mercado, al calculado para la CTL. La forma de cálculo, para pequeños rumiantes, se encuentra recogida en las normas UNE 68050 (CPA y CAP) y UNE 68078 (bomba y CTL).

Antes de comenzar el cálculo de la instalación de ordeño es necesario disponer de los siguientes datos:



19-23 DE NOVIEMBRE 08

XXXI FERIA INTERNACIONAL  
AGRÍCOLA, GANADERA Y FORESTAL



FERIA INTERNACIONAL  
Semana Verde  
de Galicia



• **Las características de la instalación de ordeño elegida:** número de plataformas, número de plazas por plataforma, número de juegos de ordeño, existencia o no de retiradotes automáticos de pezoneras, las longitudes de las conducciones cuyo diámetro deseamos calcular, los parámetros de funcionamiento de la instalación en ordeño y en fase de limpieza, los consumos de aire libre en su caso, el número necesario de ordeñadores y, sobretodo, tener un conocimiento exhaustivo del diseño de la sala (línea media o baja, equipos auxiliares, elemento de conexión al vacío de las puertas de acceso a las plataformas, etc.).

• **La altitud de la explotación,** dado que el rendimiento de la bomba de vacío depende de la altitud sobre el nivel del mar.

### Secuencia del cálculo

Dentro del **cálculo del diámetro interno mínimo de la conducción de leche**, el primer paso es la predicción del caudal máximo de leche (Tablas B2 y B3 de la norma 68078) que podrá circular por la conducción, y que será función del tiempo total de ordeño, de los intervalos de colocación de pezoneras, del caudal máximo medio por animal y del número de juegos de ordeño por ramal. En la norma se pueden encontrar los flujos y tiempos de ordeño recomendados para distintas razas de ovejas y cabras.

En el caso de otras razas, estos valores deberían ser calculados. Para ello, si no se disponen de medios automatizados, se puede emplear el método manual (**Figura 3**).

La **Figura 3** muestra la forma manual de obtención de los valores deseados (flujos de leche y tiempos de ordeño). Para ello, se necesita una tira de papel milimetrado y un cronómetro. Se fija la tira de papel milime-



Más de 30 años ...  
conduciendo **negocios.**

[www.semanaverde.es](http://www.semanaverde.es)



FEIRA INTERNACIONAL DE GALICIA

E-36540 SILLEDA • Pontevedra • Tel. 986 577000

[semanaverde@feiragalicia.com](mailto:semanaverde@feiragalicia.com)



**Tabla 1:**  
Reserva real mínima en función del juego de ordeño empleado y del tipo de instalación

Juego de ordeño dotado de	Nº de unidades	Reserva real mínima (l/min)	
		Conducción	Cubo
Válvula automática +retirador automático	$n < \text{ó} = 10$ $n > 10$	$200+20n$ $400+10(n-10)$	-
Válvula automática	$n < \text{ó} = 10$ $n > 10$	$200+20n+nA$ 400 $+10(n-10)+nA$	$100+20n+nA$ 300 $+10(n-10)+nA$
Válvula automática de cierre de vacío	$n < \text{ó} = 10$ $n > 10$	$200+20n+200M$ 400 $+10(n-10)+200M$	$100+20n+100M$ $300+10(n-10)+100M$
Convencional	$n < \text{ó} = 10$ $n > 10$	$200+20n+400M$ $400-10(n-10)+400M$	$100-20n-200M$ $300-10(n-10)+200M$

A= aire para corte de vacío automático; M= nº de ordeñadores

trado a las paredes del medidor de leche, de forma que se puedan anotar las cantidades de leche ordeñadas desde el fondo del medidor.

A continuación, se conectan las pezoneras (tiempo 0), se anota el tiempo que tardan en llegar al medidor los primeros chorros de leche (*lag time*) y se va marcando, sobre la tira de papel milimetrado, el nivel que adquiere la leche en el medidor a intervalos de 5 seg., hasta la finalización del flujo. Luego, se puede representar gráficamente (derecha de **Figura 3**) el resultado obtenido. Podemos conseguir dos tipos de curvas, las de 2 picos y las de 1 pico, que nos indican, a menudo, la existencia o no del reflejo de eyeción de leche en el animal. De estas gráficas, podemos extraer los datos necesarios para el cálculo del caudal máximo de leche que circulará por la conducción de leche.

máximo de unidades de ordeño que se pueden manejar en cada situación concreta.

Hay que advertir que, en la norma UNE 68078, se comienza a dimensionar la instalación de ordeño por el cálculo de la capacidad de la bomba de vacío. Sin embargo, para dicho cálculo (concretamente para las necesidades de aire para la limpieza “in situ” de la instalación) es preciso conocer, o evaluar, el diámetro interno mínimo de la conducción de leche, lo que puede resultar difícil para una persona poco avezada a ello.

Respecto al **cálculo de la capacidad de la bomba de vacío**, el proceso es el siguiente:

a) Se calcula la **reserva real** (Tabla 1 de la norma UNE 68078), que será función del tipo de instalación

(con conducción o con cubo), del tipo y del número de juegos de ordeño utilizados. La reserva real debe permitir mantener estable el nivel de vacío de ordeño, cuando, por ejemplo, se desprende del animal un juego en pleno ordeño.

La **Tabla 1** muestra la diversidad de juegos de ordeño disponible para las instalaciones de pequeños rumiantes, cuya interpretación se realiza en el apartado 2. De dicha tabla, también se puede deducir la enorme importancia que posee el número de ordeñadores que utilizan la instalación de ordeño, que ha de ser aquel, única y exclusivamente, para el que está diseñada. En algunas zonas de España, es habitual que, en algunos momentos, se encuentre en el foso de ordeño un número de ordeñadores supe-

“ El número de ordeñadores que utilizan la instalación de ordeño ha de ser aquel, única y exclusivamente, para el que está diseñada

Una vez conocido el caudal máximo de leche, se elegirá el diámetro de la conducción (Tabla B.1 de la norma 68078) que dependerá de su diseño (abierto o cerrado en anillo) y de la pendiente con la que se quiera configurar. Además, en la citada norma, se pueden encontrar otras tablas que nos indican el número



rior al necesario para el correcto funcionamiento de la misma. En este caso, el exceso de personal ha de dedicarse a tareas (entrada y/o salida de animales, inmersión de pezones en solución yodada, ...) que no interfieran en el manejo de los juegos de ordeño.

b) Se calcula el **caudal de aire para la limpieza**. Será función del diámetro de la conducción de leche, de la altitud de la explotación, del nivel de vacío utilizado para la limpieza y de la velocidad deseada del líquido de lavado en la conducción (Tabla 3 de la norma 68078).

Al contrario de lo que ocurría en el caso del transporte de leche, lo que aquí conviene es una limpieza completa de toda la superficie interior de la conducción, aspecto favorecido por la circulación del líquido en régimen turbulento. El régimen turbulento tiende a instaurarse con la utilización de niveles de vacío altos, de elevadas cantidades de líquido en circulación y con la entrada brusca de aire libre en la conducción.

En el caso de los pequeños rumiantes, los niveles de vacío de ordeño suelen ser bajos (34-42 kPa), por lo que se suele recomendar el empleo de un nivel superior (45-50 kPa) para la limpieza.

c) Cálculo del consumo de todos aquellos **equipos que funcionan de manera continua durante el ordeño y la limpieza**, como pueden ser los pulsadores, tomas de aire, retiradores automáticos de pezoneras que puedan funcionar simultáneamente y bombas de leche que funcionen con el vacío producido por la bomba objeto de cálculo.

d) Se suman por un lado los valores obtenidos en los puntos a) y c), y por otro los de los puntos b) y c). Nos quedaremos con el valor máximo de los obtenidos.

e) Se calculan las **fugas del sistema de leche** ( $10 \text{ l/min} + 2 \text{ l/min}$  ( $n^\circ$  unidades de ordeño en salas con conducción) ) o ( $10 \text{ l/min} + 1 \text{ l/min}$  ( $n^\circ$  cubos u ollas que trabajarán simultáneamente)).

f) Se suman los valores obtenidos en d) y e).

g) Se calculan las **pérdidas de regulación**. Será el valor máximo en-

## Comprobación final

Todos los valores calculados en el apartado de la secuencia del cálculo son mínimos, eso quiere decir que si se eligiera una bomba mucho más potente de la calculada y/o unas conducciones con unos diámetros mucho mayores que los obtenidos estaríamos dentro de las especificaciones de la norma. Sin embargo, esto podría acarrear varios problemas

Por ello, es conveniente que, una vez realizados los cálculos y elegidos los diferentes equipos y elementos, se realice una comprobación básica. El volumen interno de la instalación de ordeño (l) dividido por la capacidad de la bomba debe dar un valor comprendido entre 0,1 y 0,4

El volumen interno de la instalación es fácil de calcular, dado que se trata de conducciones (cilindros:  $\pi r^2 h$ ), a cuyos valores hay que añadir los volúmenes de los distintos elementos singulares que la componen (interceptor, tanques de distribución en su caso, depósito sanitario, receptor, medidores en su caso, ...). Conviene recordar que  $1 \text{ dm}^3$  equivale a  $1 \text{ l}$

tre la información que facilite el fabricante y el 10% de la reserva manual. La reserva manual es superior a la real (ya conocida), y se calcula:  $\text{reserva manual} = \text{reserva real} \times 100 / (100 - 10)$

$\text{pérdidas de regulación} = \text{reserva manual} \times 10 / 100$ .

h) Se suman las pérdidas de regulación (g) al valor de f).

i) Se calculan las **fugas de las conducciones de aire**. Corresponden al 5% del valor de h).

j) Se suma i) al valor de h).

k) **Correcciones**. El caudal de la bomba calculado (j) se multiplica por un factor (Tabla 2 de la norma UNE 68078), que es función de la altitud de la explotación y del nivel de vacío de ordeño más 3 kPa. El resultado será el caudal nominal de la bomba, es decir el caudal que es ca-

paz de proporcionar la bomba funcionando a nivel del mar y a 50 kPa de vacío. La bomba elegida será la del caudal inmediatamente superior al calculado, entre aquellas disponibles en el mercado.

Acerca del cálculo del diámetro mínimo de las conducciones de aire, en primer lugar, hay que elegir entre una conducción lisa (hoy en día, la practica totalidad del material que se monta es de este tipo, ya que suele ser de plástico) y una conducción galvanizada.

Los diámetros, para las conducciones de principal de aire (CPA; Tabla B.1 (lisa) ó B.3 (galvanizada) de la norma 68050) y de vacío de pulsación (CVP; Tabla B.2 (lisa) ó B.4 (galvanizada) de la norma UNE 68050), serán función de la longitud de la conducción, de la caída máxima de presión permitida en la conducción (2 kPa en ambos casos) y del caudal de aire en la conducción. Al valor de la longitud de los tramos rectos de las conducciones, habrá que sumar la longitud correspondiente a los puntos singulares que aparezcan en su recorrido (codos, piezas en T, tanques y depósitos, etc.; Tabla B.5 de la norma UNE 68050).

Para el caso de la CPA, el caudal de aire será el de la bomba elegida, mientras que para la CVP será la suma del aire que entra por todos los equipos instalados en ella (pulsadores, retiradores, etc.).

## Bibliografía

Billón P, Fernández N, Ronningen O, Sangiorgi F., Schuilling E. 2002. Quantitative recommendations for Milking Machines Installations for Small Ruminants. International Dairy Federation 2002; Bulletin 370: 4-19.

ISO 3918. Milking machine installations-Terms and definitions. ISO 1996.

ISO 5707. Milking machine installations-Construction and performance. ISO 1996.

UNE 68048. Instalaciones de ordeño. Vocabulario. AENOR 1988.

UNE 68050. Instalaciones de ordeño. Construcción y funcionamiento. AENOR 1988.

UNE 68078. Instalaciones de ordeño para ovejas y cabras. Construcción y funcionamiento. AENOR 2003. •