

# Control de las instalaciones de ordeño mecánico (2ª parte)



## SUMARIO

En el número 164 de esta revista exponíamos la 1ª parte de nuestro trabajo referente al Control de las instalaciones de ordeño. En dicho número explicábamos la instrumentación necesaria para poder efectuar el control de las ordeñadoras. Previamente, justificábamos la necesidad de efectuar periódicamente esta tarea.

En este número abordamos la 2ª parte del trabajo, explicando los requisitos que debe cumplir el montaje de una instalación de ordeño para que su funcionamiento sea correcto así como para hacer posible la conexión de los instrumentos que se requieren para hacer el control de la instalación. Esto supone recoger datos con la máquina parada. Algunos de ellos sólo serán recogidos en el primer control que se haga a una instalación.

## 1. INTRODUCCIÓN

Para obtener un buen rendimiento de una ordeñadora, no sólo es necesario contar con componentes de buena calidad sino que éstos deberán estar montados correctamente; de lo contrario, el

conjunto de la ordeñadora no funcionará bien. Este factor puede influir negativamente en la obtención de leche de calidad, en el mantenimiento de la máquina y en la salud del animal.

Un buen montaje nos proporcionará las siguientes ventajas:

- Ahorro de materiales, principalmente en conducciones.
- Eliminación de fluctuaciones de vacío,

teniendo caudal y reserva adecuados.

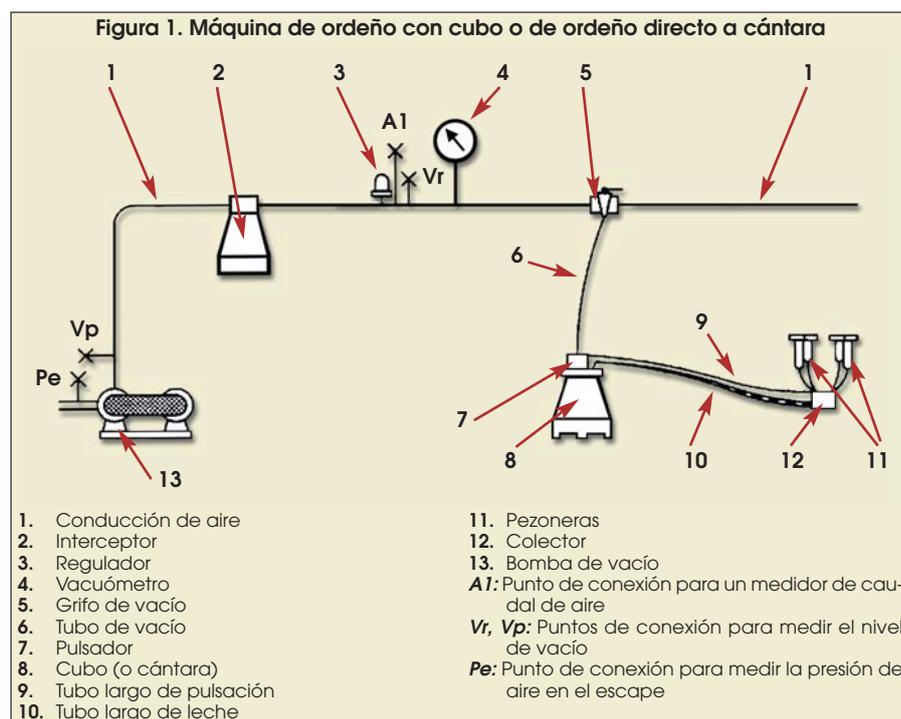
- Más fácil y mejor mantenimiento.
- Mayor facilidad para realizar un control de la instalación.

En este trabajo se van a dar unas normas generales de montaje y condiciones para un buen funcionamiento, sin perjuicio de que cada fabricante recomiende una determinada forma de colocar sus componentes debido a su especial diseño.

Antes de comenzar a describir la secuencia lógica que se llevará en la toma de datos y características de la máquina, es importante conocer cuáles son los diferentes tipos de instalaciones que se pueden encontrar y cuáles serán los puntos de conexión de los equipos que permitirán realizar los ensayos mecánicos, con la máquina en funcionamiento.

**1. Máquina de ordeño con cubo (olla):** máquina de ordeño en la que la leche fluye desde uno o dos juegos de ordeño hasta un cubo móvil conectado al sistema de vacío (figura 1).

**2. Máquina de ordeño directo a cán-**



**Antonio Callejo Ramos.**

Ingeniero Agrónomo.

Dpto. Producción Animal.

E.U. de Ing. Técnica Agrícola.

Ciudad Universitaria, s/n.

28040 Madrid.

e-mail:

acallejo@agricolas.upm.es

**tara:** máquina de ordeño en la que la leche fluye desde uno o más juegos de ordeño a una cántara de transporte que recoge y almacena la leche de varios animales (figura 1).

**3. Máquina de ordeño con conducción de leche:** máquina de ordeño en la que la leche fluye, desde el juego de ordeño, por una conducción que tiene la doble función de proporcionar el vacío de ordeño y transportar la leche hasta un receptor (figura 2).

**4. Máquina de ordeño con depósito medidor de leche:** máquina de ordeño en la que la leche fluye desde el juego de ordeño a un depósito medidor de leche conectado a la conducción de vacío de ordeño (figura 3).

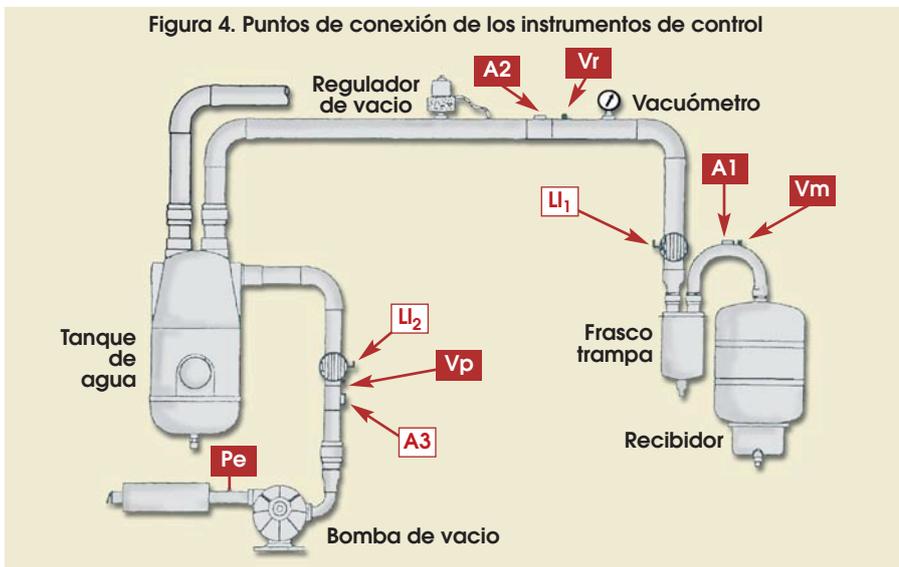
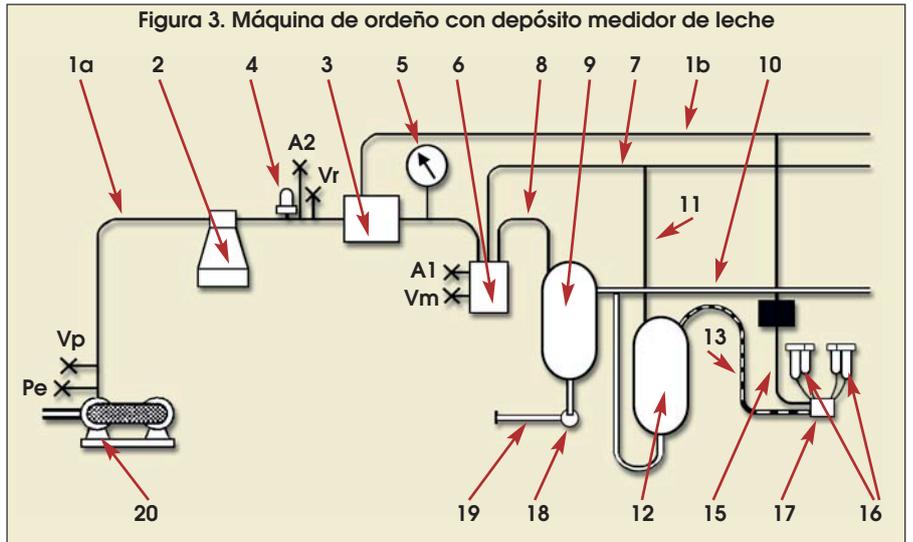
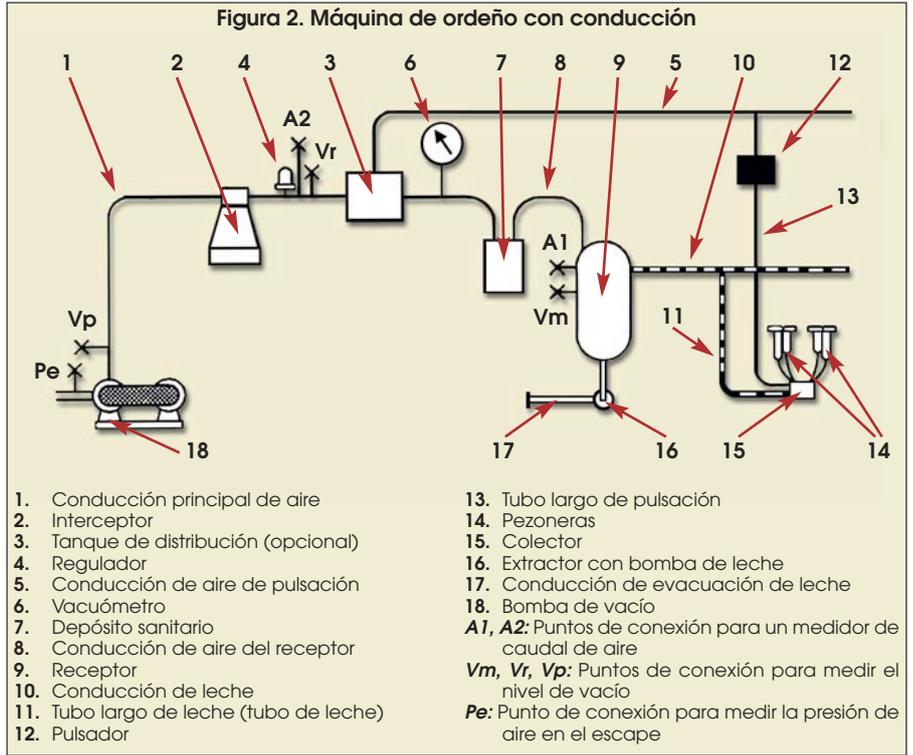
**2. CONEXIONES PARA MEDIDAS**

Una de las principales novedades que tuvo la Norma ISO 5707 cuando se revisó en 1996 fue la de incluir un punto destinado a conectar un caudalímetro sobre la Unidad Final (o Receptor) o próximo a éste. Además, cerca de los puntos de medición deben ubicarse otros puntos para conectar un vacuómetro. Por otra parte, se debe tener un punto de medición en el escape de la bomba de vacío para poder medir presión. La figura 4 muestra el emplazamiento de los diferentes puntos de conexión y su denominación.

Además de los puntos de conexión para los instrumentos de control que requiere la nueva norma:

- **A1 y A2:** bocas para la conexión del caudalímetro.
- **Vm, Vr y Vp:** puntos de conexión para el vacuómetro
- **Pe:** conexión para la medición de la presión en la salida de la bomba

Se sugiere adoptar otros elementos en distintos puntos de la instalación para facilitar los trabajos de control de las mismas, con el fin de ganar tiempo y no tener que desacoplar ni desmontar ningún componente de la máquina:



- 1.a) Conducción principal de aire
  - 1.b) Conducción de aire de pulsación
  2. Interceptor
  3. Tanque de distribución (opcional)
  4. Regulador
  5. Vacuómetro
  6. Depósito sanitario
  7. Conducción de vacío de ordeño
  8. Conducción de aire del receptor
  9. Receptor
  10. Conducción de transporte de leche
  11. Tubo de vacío de ordeño
  12. Depósito medidor de leche
  13. Tubo largo de leche (tubo de leche)
  14. Pulsador
  15. Tubo largo de pulsación
  16. Pezoneras
  17. Colector
  18. Extractor o bomba de leche
  19. Conducción de evacuación de leche
  20. Bomba de vacío
- A1, A2:** Puntos de conexión para un medidor de caudal de aire  
**Vm, Vr, Vp:** Puntos de conexión para medir el nivel de vacío  
**Pe:** Punto de conexión para medir la presión de aire en el escape

- **L<sub>1</sub>**: llave esférica o similar, de paso total, para separar el sistema de leche del resto de la instalación (figura 5).

**Figura 5. Llave para independizar el sistema de leche**



- **L<sub>2</sub>**: Llave esférica o similar, de paso total, para separar la bomba de vacío del resto de la instalación (figura 6).

**Figura 6. Llave para independizar la bomba**



- **A<sub>3</sub>**: Boca para la conexión del caudalímetro que permite medir el caudal de la bomba de vacío, una vez separada de la instalación (figura 7).

**Figura 7. Te de conexión del caudalímetro**



El diámetro interno de la pieza de conexión debe ser el mismo que el de la conducción de aire, o bien de 48,5 mm si el diámetro de la conducción de aire supera ese valor.

Para permitir la conexión de un caudalímetro de aire, con el fin de medir las fugas en el sistema de leche y las fugas en la conducción de aire de las máquinas de ordeño con conducción de leche y con depósito medidor, debe colocarse una pieza en forma de T en la conducción de

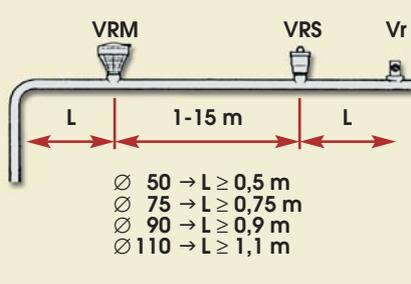
aire, entre el depósito sanitario y la bomba de vacío, de tal manera que el eje de la conexión esté situado por encima del eje de la conducción de leche. La conexión de la pieza en T debe ser de un diámetro interno idéntico al de la conducción de aire, o bien de 48,5 mm si el diámetro de la conducción de aire supera este valor. Este es el punto A2 de las figuras 2 y 3, y el punto A1 de la figura 1.

Es necesario disponer de otros puntos de conexión para medir el nivel de vacío:

- En el punto A1 (Vm), o más arriba de este punto.
- Cerca del sensor del regulador (Vr).
- Cerca de la admisión de la bomba de vacío (Vp).

Estos puntos se señalan como Vm, Vr y Vp en las figuras 1, 2, 3 y 4. Es importante aclarar que es recomendable que estos puntos de conexión estén situados a una distancia mínima de, al menos, 5 veces el diámetro de la conducción de cualquier codo, conexión de aire, u otro dispositivo que genere una turbulencia de aire (figura 8).

**Figura 8. Distancias requeridas para la colocación de regulador, sensor y punto Vr.**  
(Fuente: DeLaval Equipos, S.A.)



Las instalaciones anteriores a la publicación de las Normas UNE actuales no suelen disponer de los nuevos puntos de conexión. Por ello, en la práctica, el vacuómetro se conecta al caudalímetro (figura 7) y éste a los puntos A1 y/o A2. Por tanto, no existe Vr y Vm, aunque lo recomendable es adaptar la instalación a la nueva metodología de control.

Para medir la presión del aire expulsado al exterior por la bomba de vacío debe haber un punto de conexión adecuado situado en el conducto de escape, en las proximidades de la salida de la bomba. En las figuras 1, 2, 3 y 4 este punto se acota como Pe.

Debe haber medios adecuados para separar la bomba de vacío de la instalación, con el fin de poder medir el caudal de aire de la bomba (L<sub>1</sub>).

Resumiendo, los puntos de conexión con los que debemos contar son los siguientes, señalándose también los parámetros que permiten determinar.

**A1 y Vm**: reserva real, reserva manual, pérdidas de la regulación.

**A1 y Vr**: fugas en el regulador.

**A2 y Vr**: fugas en el sistema de aire y en el sistema de leche.

**Vm**: vacío de trabajo de la instalación.

**Vr**: vacío de trabajo en el regulador y sensibilidad de la regulación.

**Vp**: vacío de trabajo en la bomba.

**Pe**: sobrepresión de la bomba.

### 3. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

Esta descripción se realiza cuando se controla por primera vez la máquina o cuando se ha hecho alguna reforma o ampliación de la instalación y se han cambiado componentes de la misma.

1. Filiación del propietario: nombre, domicilio, municipio, provincia, C.P., teléfono, número de instalación (designada para control del técnico que realiza los ensayos).
2. Nombre del técnico, motivo del control.
3. Fecha de realización del control.
4. Altitud (m).
5. Presión atmosférica (kPa)<sup>1</sup>.
6. Temperatura (° C)
7. Tipo de instalación.
8. Fecha de instalación.
9. Fecha de último control.
10. Marca y modelo de la ordeñadora.
11. Número de unidades de ordeño.
12. Ubicación de la línea de leche (baja, media, alta).
13. Motor de la bomba: potencia, velocidad, Kw.
14. Bomba de vacío: marca, tipo, caudal de aspiración de aire libre a 50 kPa (l/min.), velocidad (r.p.m.).
15. Conducción de aire hasta y desde el regulador: longitud aproximada (m) y diámetro interior (mm).
16. Regulador o reguladores: marca, tipo y caudal de aire libre.
17. Conducción de leche: material y longitud aproximada (m). Diámetro interior y forma de montaje (simple o en anillo).
18. Receptor: marca, tipo y capacidad.
19. Extractor de leche: marca, tipo y caudal (l/min.).
20. Pulsadores: marca y tipo. Frecuencia de pulsación (ciclos/min.) en condiciones normales de trabajo y relación de pulsación (%).

Se anotará, en el apartado de observaciones, todos los datos de interés que no hayan sido descritos y que permitan el más completo conocimiento de la instalación a controlar.

### 4. TOMA DE DATOS CON LA MÁQUINA PARADA

Los datos de control que se toman con la máquina parada han de responder a las exigencias de material, montaje y características técnicas que se especifican en la norma ISO 5707.

<sup>1</sup> Lógicamente, este dato y el de la temperatura pueden variar de un control al siguiente, por lo que se anotarán en cada uno de ellos, al ser necesarios posteriormente para el análisis de los datos obtenidos.

#### 4.1. Grupo motobomba

La bomba de vacío se ubicará de tal forma que la caída de vacío en la conducción de aire cumpla los requerimientos de la Norma ISO 6690 utilizando diámetros razonables de tubería; es decir, no debe ser superior a 1 kPa entre el punto de medición  $V_r$  (en el sensor del regulador) y  $V_m$  (en el receptor o unidad final), ni superior a 3 kPa entre  $V_m$  y  $V_p$  (cercano a la bomba).

Asimismo, la bomba estará colocada de tal forma que se puedan medir fácilmente su velocidad, su capacidad y el nivel de vacío, así como las tareas habituales de mantenimiento. Ello implica una separación mínima de 30 cm entre la bomba y cualquier pared o superficie, a excepción de la bancada (figura 9).

Ejemplos de montaje inadecuado se pueden ver en las fotos de la figura 10.

Finalmente, el lugar donde se instale la bomba debe estar bien ventilado, no expuesto a temperaturas de congelación y separado de la sala de ordeño y de la lechería.

El tubo de escape de la bomba de vacío, si ésta es de lubricación por aceite, debe dirigirse directamente hacia el exterior del local donde esté instalada, y no expulsar el aire cerca de la unidad condensadora del tanque de refrigeración de leche, dentro del establo, sala de or-

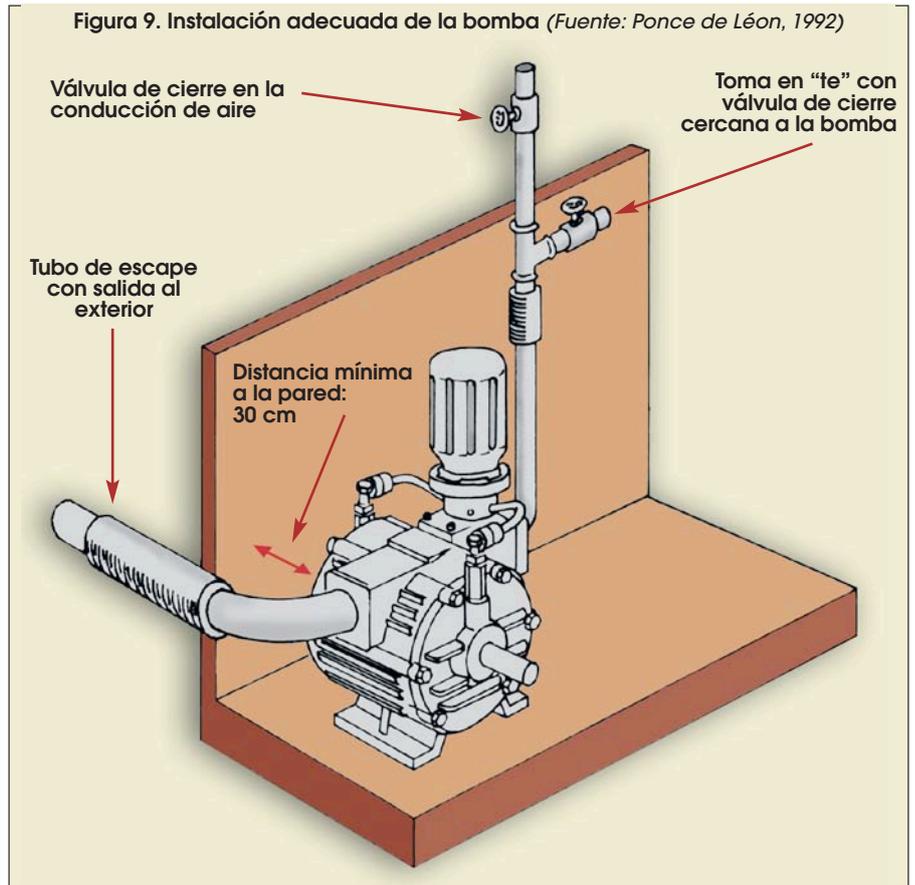


Figura 10. Ejemplos de montaje defectuoso de la bomba



deño, lechería o almacén de alimentos. No debe tener codos de radio pequeño y tener pendiente descendente hacia la salida (lo que previene la entrada de agua); sin estrechamientos, piezas en "T" o silenciadores de diseño inadecuado.

Debe minimizarse la descarga de aceite al ambiente, instalando separadores, recuperadores o recirculadores de aceite.

La bomba de vacío debe estar dotada de dispositivo que evite la rotación inversa cuando se pare, entre otras razones para minimizar el riesgo de contaminación del sistema de vacío con el aceite de lubricación. Además, la rotación inversa puede deteriorar las paletas y hacer que entren dentro del cuerpo de la bomba cualquier partícula del exterior o del escape.

La bomba de vacío debe contar con una placa indeleble conteniendo la siguiente información:

- Nombre del fabricante.
- Tipo e identificación, por ejemplo, número de serie o código.
- Dirección de rotación o giro
- Velocidad de trabajo recomendable, capacidad (expresada en litros de vacío libre/minuto) a 50 kPa de vacío de trabajo y 100 kPa de presión atmosférica, así como su potencia, en kW.

Las conexiones a la bomba de vacío deben incluir elementos que reduzcan el ruido, las vibraciones y la fatiga del acero o del plástico.

Es importante colocar una unión galvanizada de unos 50 cm de longitud entre la tubería (normalmente de PVC) y la

bomba, para evitar problemas por calor o vibraciones.

Todas las partes móviles del motor y de la bomba de vacío que funcionen al descubierto deberán estar protegidas adecuadamente.

Sus conexiones eléctricas deben cumplir el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

Para verificar la tensión de las correas del grupo motobomba se coloca el dedo en la parte superior de la correa (figura 11) y se presiona, admitiendo un desplazamiento máximo de 1 cm por cada 30 cm de distancia entre poleas (figura 12).

La determinación de la alineación se llevará efecto con una regla rígida y un nivel, comprobando que la regla contacta plenamente con las dos poleas en los bordes de cada una de ellas (figura 13

Figura 11: Tensión de las correas  
Fuente: Ponce de León et al, 1992

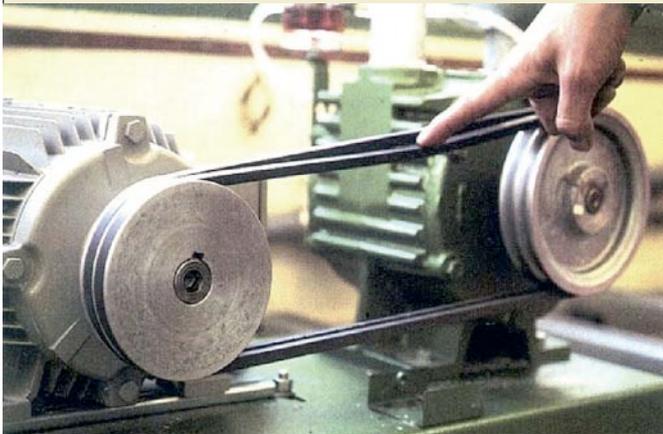


Figura 12: Tensión de las correas  
Fuente: Ponce de León et al, 1992

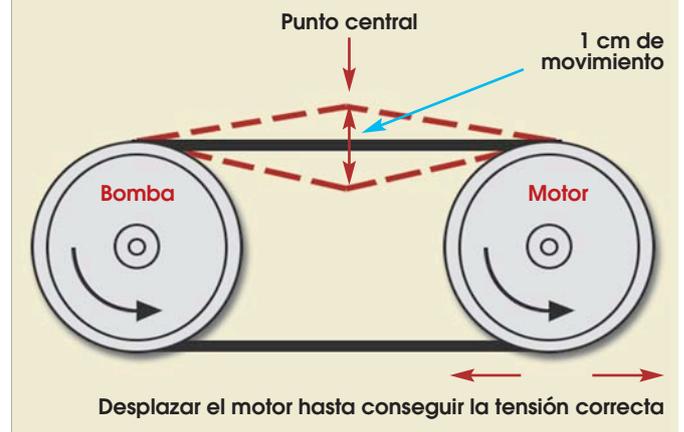


Figura 13: Alineación de las correas  
Fuente: Ponce de León et al, 1992

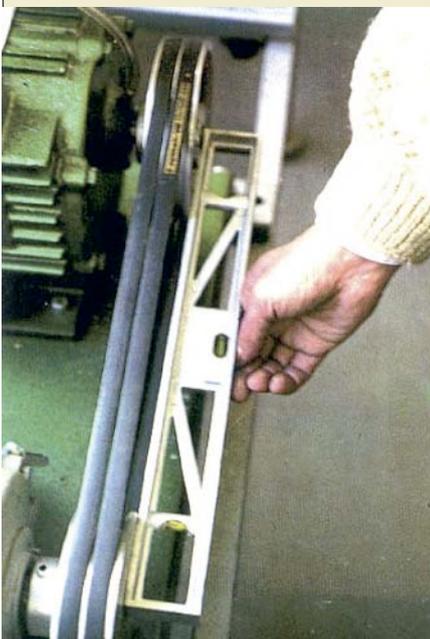
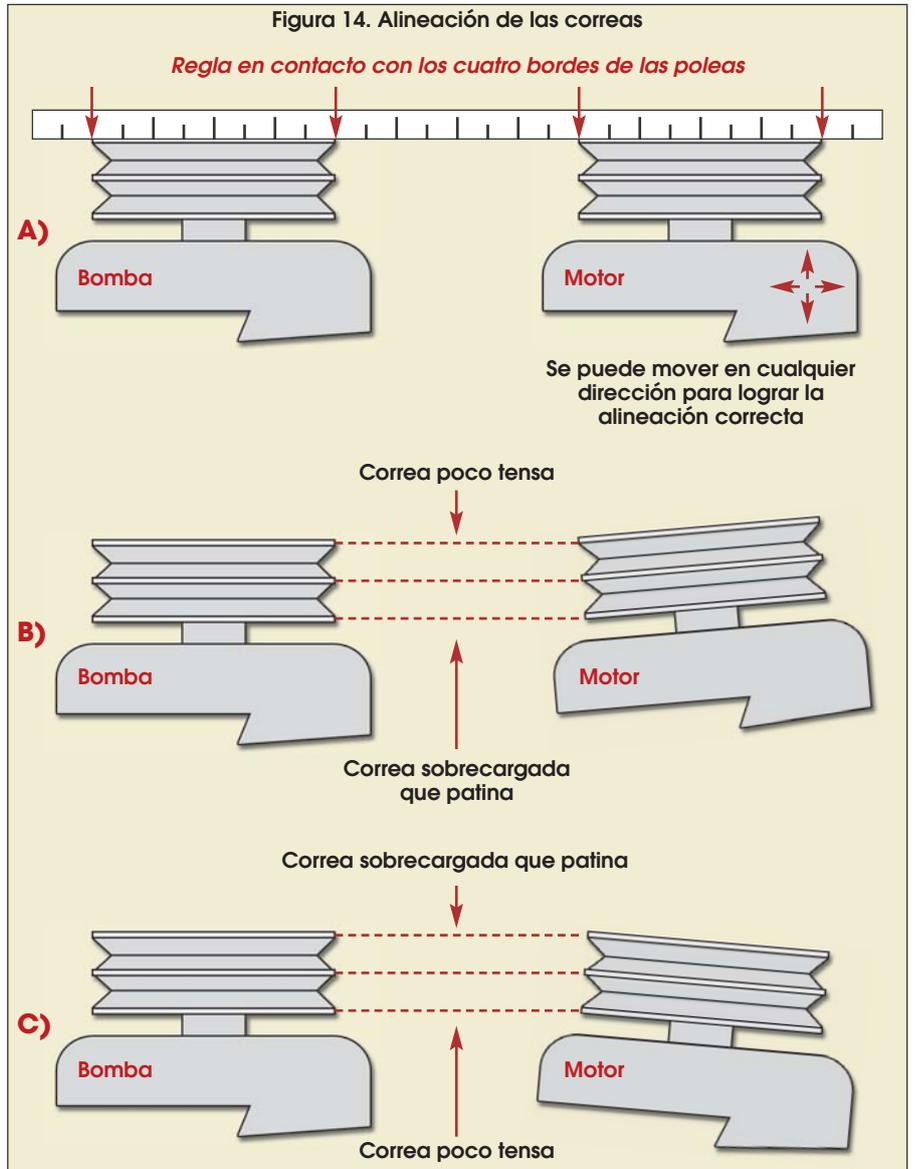


Figura 14: Alineación de las correas



y figura 14).

También es interesante anotar el diámetro de las poleas del motor y de la bomba para comprobar posteriormente, con la máquina en funcionamiento, si es correcta la transmisión del motor a la bomba.

Para la identificación de la bomba de vacío deben figurar, de forma indeleble, los siguientes datos:

- Sentido de rotación.
- Gama de velocidades y potencia absorbida, en kilovatios.
- Gama de caudales de aspiración, expresados en litros por minuto de aire libre, a un vacío de 50 kPa y a una presión atmosférica de 100 kPa, según la velocidad de rotación de la bomba
- Tipo de bomba e identificación; por ejemplo, número de serie o código.
- Lubricante recomendado, en su caso.
- Nombre del fabricante o suministrador.

#### 4.2. Regulador

El regulador debe instalarse en un lugar fácilmente accesible, protegido de

la humedad y con la mínima exposición posible al polvo ambiental. También debe estar libre de vibraciones.

El sensor del regulador se colocará:

1. En máquinas de ordeño automático y en máquinas con conducción de

leche, entre el calderín de vacío<sup>2</sup> (interceptor) y el depósito sanitario, o en éste o en la unidad final.

2. En máquinas con depósito medidor (con tubería de vacío de ordeño), entre el calderín de vacío y el depó-

<sup>2</sup> O tanque distribuidor

sito sanitario o en éste o en la conducción de vacío de ordeño.

- En máquinas de ordeño a cántara, entre el calderón de vacío y el primer grifo de vacío, o en el propio calderín de vacío.

Los sensores que no puedan cumplir las recomendaciones anteriores de higiene, deberán colocarse en el sistema de vacío, tan cerca del depósito sanitario como sea posible.

El regulador debe colocarse en el lugar donde el ruido producido por su funcionamiento sea mínimo para los operarios.

El regulador debe llevar marcada de forma indeleble la siguiente información:

- Nombre del fabricante
- Tipo e identificación, p.ej., número de serie o código
- Rango de vacío de trabajo
- Capacidad de entrada de aire (en litros de aire libre) a 50 kPa de vacío de trabajo y a una presión atmosférica de 100 kPa
- Capacidad en el mayor y menor valor del rango de vacío de trabajo

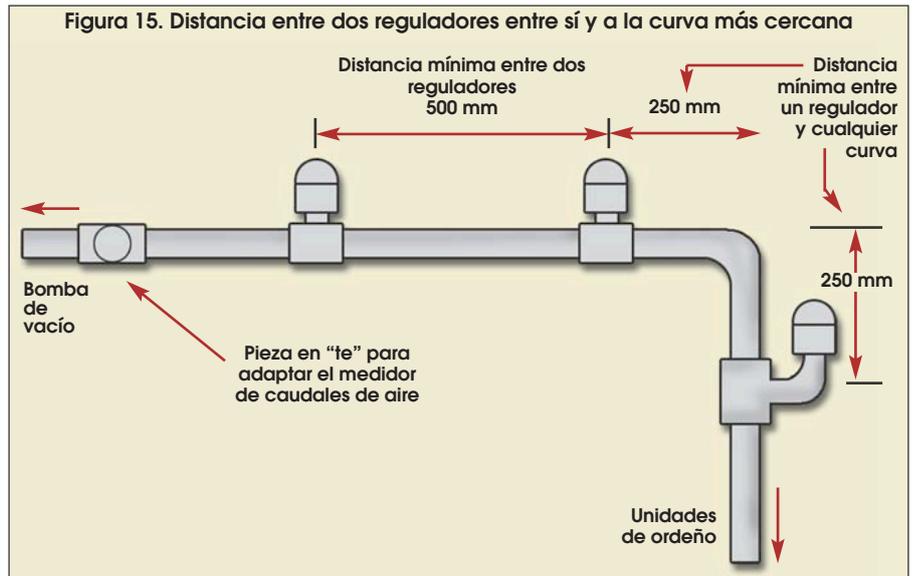
Debe estar montado rígidamente; normalmente va roscado y se le pondrá teflón o similar en la rosca para evitar fugas. Asimismo, en una posición tal en la que no puedan entrar líquidos ni acumularse agua de condensación procedente de la conducción de vacío. Se montará, por tanto, en la mitad superior del lugar donde la norma permite colocarlo.

Cuando sea necesaria la instalación de dos o más reguladores, éstos se situarán a una distancia mínima de 0,5 metros, así como a 0,25 m de la curva más cercana (figura 15).

La figura 16 muestra dos reguladores colocados a una distancia insuficiente.

La distancia entre el regulador y el sensor será entre 1 y 1,5 metros. La distancia entre el sensor y el punto V<sub>1</sub> de control de vacío depende del diámetro de la tubería (figura 8). El regulador será el que esté más cerca de la bomba.

Para evitar tener que desconectar el sensor del regulador y el propio regulador (y poner un tapón) en una de las mediciones que se efectúan con la máquina en funcionamiento (fugas del regulador y fugas de regulación), es conveniente intercalar sendas llaves de cierre entre estos elementos y la conducción principal de aire sobre la que están montados.



#### 4.3. Vacuómetro

Debe montarse en un lugar donde sea visible y legible durante el ordeño, ya que cualquier incidencia no deseada durante el mismo lo notará rápidamente en el nivel de vacío, entre el regulador y la primera unidad de ordeño. No descartar la posibilidad de instalar más de un vacuómetro.

Protección de las vibraciones.

La unidad de medida de la escala deberá ser, al menos, el kPa, y estará graduada a intervalos no superiores a 2 kPa en el intervalo entre 20 y 80 kPa de vacío.

#### 4.4. Conducciones de aire (vacío)

Deben instalarse sólidamente, con pendiente hacia válvulas de drenaje ac-

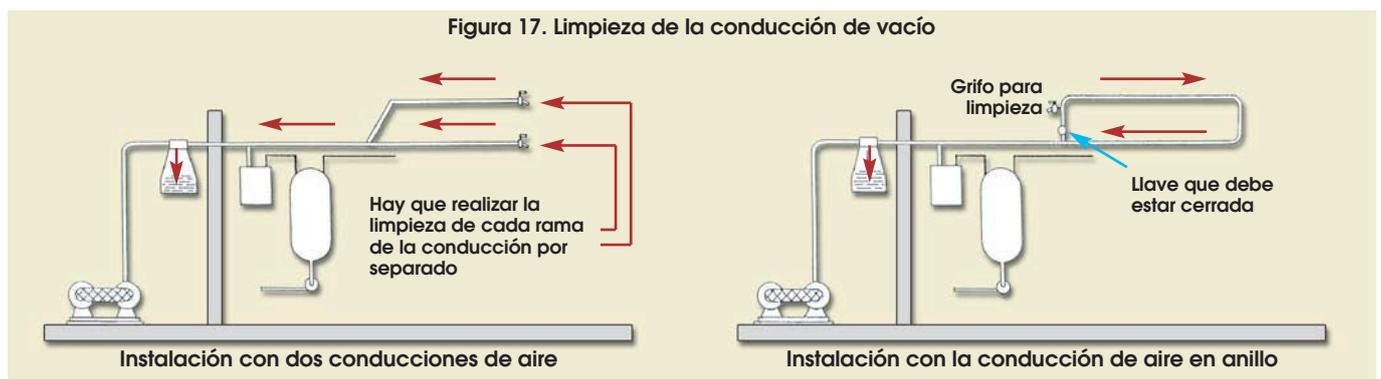
cesibles y autodrenables cuando deja de haber vacío. También deben montarse de forma que sea posible su inspección y limpieza.

Después de cortado el tubo, deben eliminarse las rebabas antes de proceder al ensamblaje de los distintos tramos o piezas.

Los extremos (línea simple) deben estar provistos de tapones desmontables para facilitar su limpieza. En el caso de conducciones de aire montadas en anillo deben estar equipadas con algún dispositivo que imponga un sentido único de circulación a la solución de limpieza (figura 17).

Se diferencian, al menos, dos conducciones de vacío:

- La conducción principal (o básica),



que va de la bomba hasta la derivación, donde se inicia el sistema de leche (figura 18). Sobre esta tubería debe montarse el regulador.

- La conducción de vacío de pulsación, que suministra vacío a los pulsadores (figura 19).

Es importante que la línea principal de vacío tenga una sección que sea, como mínimo, la suma de las secciones de las tuberías que confluyen en ella. De lo contrario, se producirían estrechamientos que conducen a caídas de vacío no deseadas (figura 20)

Figura 20



Del mismo modo, tampoco deben presentarse estrechamientos a lo largo de cualquier tubería. En la figura 21 se puede ver cómo disminuye el diámetro de la tubería para conectarse al calderín de vacío. Este montaje es inaceptable.

Figura 21



Por último, decir que las conducciones de vacío deben montarse con pendiente hacia el calderín de vacío o hacia válvulas de drenaje.

#### 4.5. Interceptor o Calderín de Vacío

Deberá colocarse cerca de la bomba de vacío, entre ésta y el regulador. No habrá ninguna conexión intermedia entre la bomba y el interceptor, excepto las que se requieren para control de la instalación o conexión de una válvula de seguridad. Esta válvula de seguridad puede instalarse para proteger a la bomba de los niveles elevados de vacío que se producen cuando se activa la válvula de cierre de vacío en el interceptor.

Los diámetros internos en la entrada y en la salida del interceptor no deben ser menores que los de la tubería principal de vacío.

Debe contar con elementos de drenaje automático para permitir la salida de líquidos que pudieran haber entrado en el

Figura 18. Conducción principal o básica

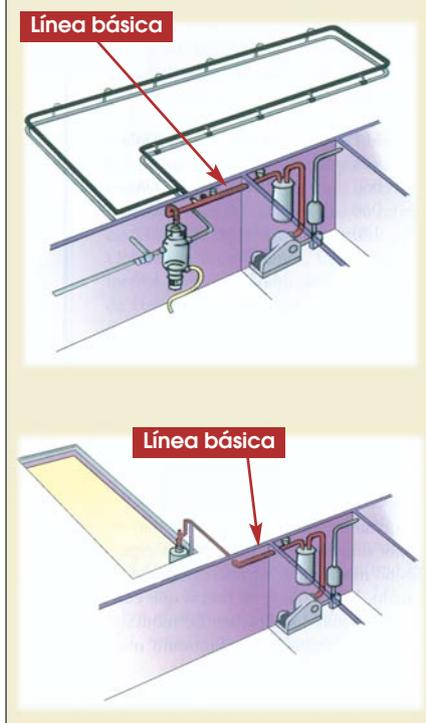
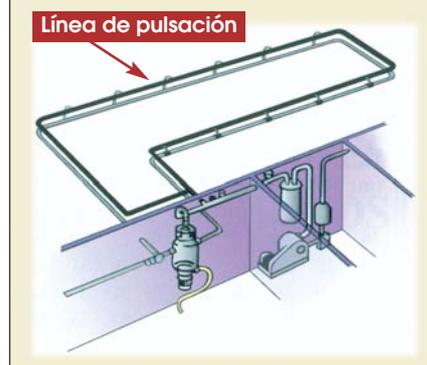


Figura 19. Conducción de vacío de pulsación



interceptor y, por consiguiente, no deberá haber ningún elemento eléctrico debajo de éste.

El volumen efectivo vendrá establecido en el manual del usuario<sup>3</sup>. No obstante, este volumen efectivo debería ser el adecuado para facilitar la limpieza de las conducciones de vacío, y calcularse en función del diámetro y longitud de éstas.

Finalmente, el interceptor debe poder abrirse o desmontarse para facilitar su inspección y limpieza.

#### 4.6. Grifos de vacío (en máquinas de ordeño a cántaro)

Los grifos de vacío deben tener topes en las posiciones en que estén completamente abiertos y completamente cerrados.

Deben estar sólidamente fijados a la tubería de aire para impedir los desplazamientos en relación a la posición de los orificios practicados en dicha tubería.

Las juntas no deben obstruir dichos orificios.

Los grifos deben estar colocados en la mitad superior de la conducción de aire.

En los grifos de vacío conectados por medio de algún dispositivo adaptador, dicho adaptador se considera parte del grifo.

#### 4.7. Pulsadores

Los pulsadores deberán ir montados en la parte superior de la conducción de vacío de pulsación, en forma segura y presentar un óptimo estado de limpieza.

El fabricante debe proporcionar la siguiente información:

- La frecuencia y la relación de pulsación al vacío nominal y a una temperatura especificada.
- Los límites de temperatura dentro de los que la frecuencia de pulsación es igual a la especificada, con una tolerancia de  $\pm 3$  ciclos/min.
- Los límites de temperatura dentro de los que pueden funcionar los pulsadores.
- La variación de la frecuencia de pulsación dentro de esos límites.
- Los gráficos típicos de vacío en la cámara de pulsación para un juego de ordeño determinado.
- El consumo de aire para un juego de ordeño determinado en las condiciones de funcionamiento especificadas.
- El caudal de aire previsto, medido en el punto de montaje del pulsador.

#### 4.8. Sistema de leche

Debe ser posible la inspección del interior del sistema para su limpieza.

El diámetro interno y la pendiente de la tubería de leche debe ser tal que la caída de vacío entre la unidad final y cualquier punto de aquélla no sea superior a 2 kPa cuando todas las unidades de ordeño están funcionando.

Si la tubería de leche está dispuesta e instalada en forma de anillo, cada uno de los dos extremos de la misma deben estar conectados a la unidad final de forma separada. Cuando se instala más de un anillo, los dos extremos de cada anillo pueden unirse y entrar en la unidad final como una sola tubería. La sección de esta única tubería no debe ser inferior a la sección de las dos líneas que forman el anillo.

Las tuberías de leche deben montarse con pendiente hacia el receptor o unidad final para facilitar su drenaje.

No debe utilizarse ningún elemento como reducciones, ensanchamientos o filtros que puedan provocar obstrucciones o disminución del vacío, del flujo de leche y aire o del drenaje.

El radio mínimo de las curvas en la tubería de leche (medido al centro de ésta) será 1,5 veces el diámetro de la tubería.

La tubería de leche debe instalarse a una altura no superior a 2 m sobre el nivel del suelo en el que se apoya el animal.

Debe preverse el drenaje de cualquier

<sup>3</sup> Las normas francesas indican un volumen mínimo de 15 litros

parte de la tubería de leche. La conexión entre el tubo largo de leche y la tubería de leche debe hacerse en la mitad superior de ésta.

Las conducciones de leche deben ser de uno de los tipos siguientes:

- De acero inoxidable austenítico, de 1 mm de espesor de pared como mínimo, y con los bordes desbarbados.
- De vidrio resistente al calor, de 2 mm de espesor de pared como mínimo.
- De cualquier otro material que responda a las condiciones que se señalan en el punto 4.15.

Deben tomarse las medidas necesarias para permitir la inspección del interior de la conducción de leche.

Las tuberías de leche deben estar sólidamente sujetas mediante soportes apropiados y montarse con una pendiente mínima del 0,5% hacia el receptor. Esta necesidad puede requerir que, en una sala de ordeño lineal de gran tamaño y tubería de leche muy larga, las superficies de las plataformas y del foso sean paralelas a la propia conducción, de forma que se evite la existencia de una diferencia entre cotas, entre ambas superficies, inadecuada para el desarrollo del ordeño. Sin perjuicio de asegurar la horizontalidad de los sistemas de salida rápida que, por otra parte, son muy convenientes en instalaciones muy grandes.

uniones. El hueco entre la tubería y el pasamuros debe taparse con algún material que se pueda quitar fácilmente. Ello evitará el paso de polvo y de insectos desde la sala de ordeño a la lechería.

Las tuberías de acero inoxidable y todos los elementos metálicos de la instalación deben estar conectados a tomas de tierra. Los conductores de aluminio y cobre no deben estar en contacto con las tuberías de leche de acero inoxidable para prevenir el riesgo de corrosión electrogalvánica.

Se debe prever la posibilidad de separar leche que no debe mezclarse con la leche normal o sana.

#### 4.9. Depósito sanitario

Debe estar colocado entre el receptor o unidad final y el sistema de vacío en máquinas con conducción de leche y en máquinas con depósitos medidores (con tuberías de vacío de ordeño), excepto cuando la tubería de vacío de pulsación forma parte del circuito de limpieza y desinfección de la instalación.

El depósito sanitario debe contar con sistemas de drenaje y con elementos que minimicen la entrada de líquidos al sistema de vacío.

Debe ser de material transparente o contar con elementos transparentes que permitan detectar la presencia de leche

tintos consumos de los distintos elementos que componen la instalación cuando se haga un control de la misma.

#### 4.10. Receptor o Unidad Final

Su volumen efectivo debe estar establecido en las instrucciones de instalación y debe ser capaz de absorber los tapones de leche o de solución de limpieza que puedan formarse.

La entrada de leche debe disponerse de tal forma que se evite la formación de espuma durante el ordeño. En el caso de no ser transparente (acero inoxidable) deberá tener marcada, en la/s entrada/s de leche, la posición de ordeño y la posición de lavado (figura 22).

#### 4.11. Grifos de leche

Los grifos de leche deben montarse en la parte superior de la conducción. En caso de ser conducción simple (no en anillo), el último grifo debe ir lo más próximo posible al final de la conducción para evitar acumulación de suciedad al final de la misma. Por esta razón, conviene que la tubería disponga de un tapón desmontable para la inspección y limpieza de la misma (figura 23, siguiente página).

#### 4.12. Unidad de Ordeño

Los componentes de la unidad de ordeño en contacto directo con la leche deben ser accesibles para una inspección visual adecuada.

El manguito de la pezonera debe disponer de marcas que permitan comprobar que se monta sin torsiones dentro de la copa de la pezonera.

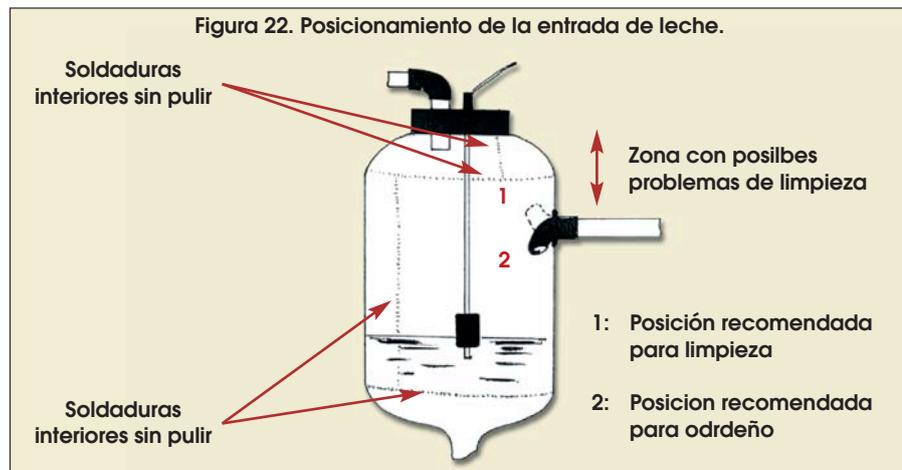
La copa y el manguito deben constituir un grupo armónico y conjuntado. Una copa pequeña con respecto al manguito que aloja restringirá el correcto movimiento de éste.

El colector debería contar con elementos que minimicen la entrada de aire durante la puesta de las pezoneras. Asimismo, debe contar con dispositivo, al menos manual, de corte del vacío que permita una correcta retirada de las pezoneras del animal.

Las gomas se colocan con facilidad si previamente se sumergen en agua caliente, y si no fuera suficiente se puede utilizar agua jabonosa. En ningún caso se aplicará saliva en los tubos para que entren mejor. Estos es una práctica poco aconsejable y menos en instalaciones viejas, que podrían transmitir enfermedades al propio montador.

Para la correcta evacuación de la leche, es conveniente que ésta discorra por un tramo descendente, al menos hasta el primer dispositivo de entrada de aire en el juego de ordeño. Aunque corresponda a un juego de ordeño de ovino, la figura 24a (siguiente página) nos ilustra sobre una disposición adecuada, mientras que en la figura 24b se muestra la inadecuada, dado que en el juego de ordeño que se muestra el primer dispositivo de entrada de aire se encuentra en el colector.

Figura 22. Posicionamiento de la entrada de leche.



Los soportes de la tubería deben cumplir los siguientes requisitos:

- Ajustables verticalmente
- Capaces de absorber las dilataciones y contracciones térmicas de la tubería.
- Aislados para prevenir fenómenos de electrolisis entre materiales diferentes
- Colocados cerca de las entradas de leche a la tubería para limitar el movimiento de la misma
- Separados una distancia no superior a 3 m
- Sólidamente anclados para evitar flexiones o combados de la tubería que sujetan

Deben usarse tubos pasamuros para hacer pasar las tuberías a través de paramentos verticales (paredes, muros, etc.). Ello permitirá mover fácilmente las tuberías en caso necesario. Dentro del pasamuros la tubería debe ser continua, sin

o solución de limpieza cuando la máquina está en funcionamiento.

Es recomendable que se coloque junto a la unidad final. En la unión sanitario-unidad final se deben evitar reducciones importantes en el diámetro de la tubería de vacío, procurando mantener el calibre de la tubería de leche del sistema de ordeño. Un sanitario con entradas y salidas de 52 mm unido a tuberías de leche y de vacío de 70 mm supone un estrechamiento importante.

En las instalaciones donde no esté prevista la limpieza por circulación del depósito sanitario, de la unidad final y de la tubería de aire entre ambos, ésta debe diseñarse con pendiente o drenaje hacia el depósito sanitario.

También es recomendable instalar una llave entre el sistema de vacío y el de leche puesto que permitirá medir los dis-

Figura 23. Colocación del último grifo y tapón de inspección. En la foto, la conexión del grifo es incorrecta.

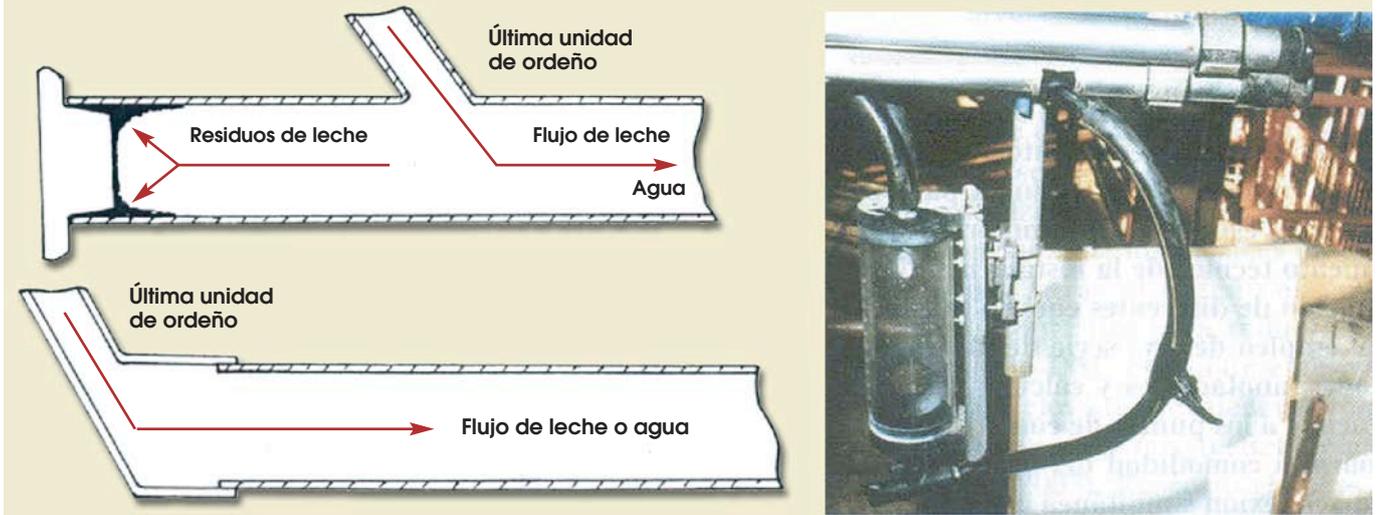


Figura 24a. Colector más bajo que el extremo del manguito. Colocación adecuada.



Figura 24b. Colector más elevado que el extremo del manguito. Colocación incorrecta.



#### 4.13. Tubos largos de leche

Debe disponerse de algún medio para evitar el aplastamiento de los tubos largos de leche debido a la tracción directa y constante a la que se ven sometidos en las boquillas de entrada de leche.

El diámetro interior no debe ser menor de 12,5 mm. En las conducciones de leche en línea alta, el diámetro interior máximo del tubo largo de leche debe ser de 16 mm y de la menor longitud posible.

El instalador debe especificar la longitud y el diámetro interno del tubo largo de leche e indicar el caudal de aire en el extremo de éste.

#### 4.14. Sistema de lavado

Como en el resto de tuberías, se deben reducir distancias y curvas, garantizando una cantidad mínima de agua en cada punto de ordeño (2,5-3 l/min) y en el conjunto unidad final-sanitario. Si existen muchos puntos de ordeño conviene distribuir la conducción de lavado hasta el centro de la sala y dividirla hacia los lados.

Los inyectores y trombones son elementos que se instalan para garantizar una limpieza mecánica en el interior del sistema de leche mediante la entrada de aire; pero deben estar instalados en el lugar adecuado.

Para colocar el inyector es necesario

cerrar una entrada de la unidad final y situar en ese punto una toma de agua, lo que permite dirigir la pulsación de aire y agua en una sólo sentido de lavado.

El trombón trabaja de forma diferente. Se localiza al final de la tubería de leche (en el anillo de unión), enviando aire pulsado hacia los dos lados.

#### 4.15. Equipos accesorios

El fabricante debe especificar el caudal máximo de aire necesario para todos aquellos equipos que consumen aire durante el ordeño y/o durante la limpieza.

Cuando estos equipos no funcionan durante el control de la instalación y no se alimentan por un sistema de vacío independiente, el fabricante debe especificar el valor mínimo del caudal de aire que es necesario añadir para calcular la reserva real.

#### 4.16. Materiales

Todos los componentes que estén sometidos al vacío deben diseñarse y construirse para resistir un vacío mínimo de 90 kPa sin que se produzcan deformaciones permanentes.

Todos los materiales que pueden conllevar peligros si resultan dañados, como el vidrio, deben diseñarse usando un factor de seguridad de 5, contra cualquier presión externa, es decir, de 5 x 90 kPa.

Todos los materiales en contacto con la leche o con las soluciones de limpieza, tanto si son utilizados para componentes rígidos o componentes flexibles, deben fabricarse para resistir la máxima temperatura que se alcance en la instalación. Además, tales materiales, cuando se utilicen de acuerdo con las recomendaciones del fabricante, no deben afectar a la coloración de la leche.

Todas las superficies en contacto con la leche deben estar exentas de grabados o resaltes. Todas las superficies metálicas en contacto con la leche, excepto por lo que se refiere a los cordones de soldadura, deben tener una rugosidad superficial (Ra) igual o menor a 2,5  $\mu$ m cuando se ensayan de acuerdo con la Norma UNE-EN ISO 4288. La rugosidad superficial de los cordones de soldadura no debe exceder de 16  $\mu$ m.

#### BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- Blowey, R., Edmonson, P. 1995. *Mastitis control in dairy herds*. Farming Press. UK
- Callejo, A., Odorizzi, A. 2001. *Cálculo de la maquinaria de ordeño*. Bovis, 99:47-60
- Fernández-Truchaud. 1992. *Bases del montaje de la instalación de ordeño*. III Seminario sobre Ordeño Mecánico. EUIT Agrícola. Madrid.
- Godwin, W y col. 1995. *Guidelines for installation, cleaning and sanitizing of large parlor milking system*. The Dairy Practices Council. USA
- Norma ISO 5707. 2007
- Ponce de León, J.L. 1988. *Recomendaciones y normativa de montaje*. Curso de instalaciones de Ordeño Mecánico. EUIT Agrícola-UPM. Madrid. (Multicopiado)
- Schuring, N. 2001. *Milking System Design*. Proceedings from "Milking Systems and Parlors: Planning and Managing for Quality Milk and Profitability Conference". Camp-Hill. Pennsylvania. National Resource, Agricultura and Engineering Service. USA

