

Procedimientos para la evaluación de niveles de vacío y flujo de aire en sistemas de ordeño

National Mastitis Council Machine Milking Committee
Julio 2001 borrador

INTRODUCCIÓN

Este documento presenta métodos para la evaluación de niveles de vacío y flujo de aire en sistemas de ordeño. Este documento no presenta una evaluación completa del proceso de ordeño. Por ejemplo, no se ocupa de la evaluación de los operarios y sus procedimientos de ordeño, que son críticos para el éxito del ordeño. El principal objetivo de los procedimientos presentados, es asegurar que el sistema de vacío de la línea de leche sea mantenido cerca del nivel pre-establecido durante todo el ordeño.

Por favor tenga presente que el NMC no es una organización encargada de establecer estándares. Los procedimientos presentados aquí son guías basadas en los estándares para la instalación y rendimiento (ASAE S518) y técnicas de medición (ASAE EP445) desarrollados por la Sociedad Americana de Ingenieros Agrícolas (ASAE).

El orden en que se lleven a cabo las diferentes pruebas no es crítico; sin embargo, el orden de las pruebas que aquí se presenta ha sido diseñado para minimizar la duplicación de mediciones y maximizar la eficiencia del proceso de evaluación. Las pruebas de tiempo de ordeño son el procedimiento más directo para determinar la adecuada producción y regulación de cualquier sistema de ordeño bajo sus condiciones de uso, y se presentan primero en este documento. El apropiado funcionamiento del pulsador también es crítico para el éxito del proceso de ordeño, y se presentan en segundo lugar. Se pueden usar pruebas más detalladas para diagnosticar la causa de fallas en cualquiera de estas pruebas. Estas pruebas diagnósticas detalladas se presentan en tercer lugar.

Debe llevarse a cabo una evaluación completa para cada sistema nuevo, o cada vez que se hagan modificaciones a la máquina de ordeño, o cuando las pruebas de tiempo de ordeño indican que podría haber un problema con la máquina de ordeño. Después que se haya llevado a cabo una evaluación completa y se han registrado datos específicos de rendimiento, se pueden llevar a cabo controles puntuales de aspectos tales como reserva efectiva, que se comparan con estos valores de referencia como indicación de un cambio en la condición de la máquina de ordeño.

Es importante comprender que existen muchas razones que sugieren cambios en un sistema de ordeño, como:

- Mejorar el rendimiento del ordeño (velocidad/ordeño completo)
- Mejorar el control de mastitis y la calidad de la leche
- Reducir el consumo de energía
- Reducir el desgaste de piezas en la bomba de vacío
- Mejorar el rendimiento del lavado
- Razones estéticas o cosméticas

Cuando se ha completado la evaluación de la máquina de ordeño, se debe hacer una lista de las recomendaciones según orden de prioridad de acuerdo al más probable costo-beneficio para el cliente, de la siguiente manera:

Prioridad 1 – Cambios urgentes e importantes

Prioridad 2 – Mejoras importantes pero no urgentes

Prioridad 3 – Otras mejoras

UNIDADES DE MEDICIÓN

Casi todos los países del mundo han adoptado el sistema métrico de medidas. En este documento se usan tanto el sistema métrico como el sistema inglés, en beneficio de los usuarios de los Estados Unidos. La conversión para medidas de presión (o de vacío) y la tasa de flujo es la siguiente:

Presión de 1 pulgada de mercurio (“Hg) = 3.38 kilopascales (kPa) de presión

1 kPa de presión = presión de 0.296”Hg

Flujo de 1 pié cúbico de aire por minuto (CFM) = Flujo de 28.3 litros/minuto (LPM)

1000 litros/minuto (LPM) = 35.3 CFM de flujo de aire

(La tasa de flujo de aire se mide según su volumen equivalente por minuto, LPM o CFM, a presión atmosférica, también conocida como ASME o aire libre)

PRUEBA DEL TIEMPO DE ORDEÑO

El registro preciso de los niveles de vacío y de las fluctuaciones del vacío en diferentes puntos durante el ordeño, ofrece el mejor medio para demostrar la apropiada producción de vacío y la función de regulación de cualquier sistema de ordeño. La ASAE especifica que los criterios de rendimiento para la estabilidad del vacío en una máquina de ordeño es que la caída del vacío en o cerca del **receptor** no debe exceder de 2 kPa (0.6”Hg) durante el ordeño normal, incluyendo la colocación y el retiro de las copas, desajuste de pezoneras y caída de garras. Además, el vacío en la **línea de leche** no debe caer más de 2 kPa (0.6”Hg) por debajo del nivel de vacío del receptor, por lo menos durante 95% del período normal de ordeño. Se reconoce que golpes en la línea de leche y la consiguiente caída de vacío, son prácticamente inevitables durante la caída de una unidad de ordeño, lo que no debe considerarse como evidencia de un inadecuado diseño del sistema. La caída de una unidad de ordeño debe constituir un evento poco frecuente (menos de 5% del período normal de ordeño) si la máquina de ordeño ha sido diseñada y es usada de manera apropiada.

Los sitios más apropiados para las pruebas de tiempo de ordeño son las líneas de leche, en o cerca del receptor (si fuese necesario) y en la garra. Debe registrarse el vacío en estos sitios cuando el sistema está en condiciones de flujo completo de leche y aire; es decir cuando las copas (pezoneras) están siendo colocadas, cuando todas las copas (pezoneras) están colocadas y luego cuando las copas (pezoneras) son retiradas. Debe usarse un sistema de registro de vacío capaz de medir por lo menos 90% de la verdadera variación de las fluctuaciones de vacío (véase Apéndice A).

- a) Vacío en la línea de leche: **Haga la conexión apropiada a la línea de leche (véase Apéndice B) y registre el vacío de la línea de leche durante 3 “turnos” de una sala de ordeño, o durante 15 minutos en equipos de ordeño instalados en un establo de sujeción o amarre. Asegúrese que los registros sean hechos mientras todo el equipo normalmente en uso durante el ordeño esté operando. Si la caída de vacío en la línea de leche (promedio – mínimo; o máximo – promedio) no excede de 2 kPa (0.6” Hg), se considera que la estabilidad del vacío en la línea de leche cumple con los estándares internacionales.**
- b) Vacío en el receptor: **Si el sistema pasa la prueba 1.a, entonces no es necesario registrar la estabilidad del vacío en el receptor. Sólo será necesario hacer mediciones en el receptor si las fluctuaciones de vacío exceden de 2 kPa (0.6”Hg) en la línea de leche, a**

fin de determinar si son causadas por una línea de leche floja o por una inadecuada producción o regulación del vacío. Conecte al receptor un registrador apropiado de vacío (véase Apéndice B) y registre el vacío del receptor durante 3 turnos de ordeño, o durante 15 minutos si se trata de un equipo en establo de sujeción o amarre. De preferencia registre simultáneamente el vacío de la línea de leche y del receptor mediante un registrador de 2 vías.

- c) Vacío promedio en la garra: Conecte a la garra un registrador apropiado de vacío utilizando alguno de los siguientes métodos:
- Conecte una pieza T apropiada para la prueba entre la manguera de la leche y el tubo de salida de leche de la garra.
 - Inserte una aguja Nº 12 o 14 a través del tubo delgado de la pezonera. La aguja debe ser por lo menos de 2.5 pulgadas de largo a fin de asegurar la apropiada ubicación de la aguja a través del niple de la garra y hacia la parte alta de la cámara de la garra. El extremo de la aguja debe situarse fuera del chorro de la leche.
 - Use una garra preparada con un puerto de ensayo que esté localizado fuera del chorro de la leche.

Este también es un momento conveniente para chequear los pulsadores bajo carga completa de leche, a fin de comparar el registro de vacío del pulsador con los resultados de la prueba estática. Las longitudes de cada fase (A, B, C y D) van a ser diferentes si se miden durante el ordeño, o si se miden durante pruebas en seco, pero la frecuencia y las relaciones deben ser comparables.

Un vacío de garra entre 32 y 42 kPa (10" a 12.5") durante el período de pico de flujo es generalmente considerado un buen compromiso para ordeñar a las vacas cuidadosa, rápida y completamente. Este vacío de ordeño se logra usualmente ajustando el regulador de vacío como sigue:

Línea alta (no automática)	46-50 kPa (13.5-15" Hg)
L. medias o con jarrones centrales de medición	45-49 kPa (13-14.5" Hg)
Línea baja (directa a lía de leche)	40-46 kPa (12-13.5 "Hg)

Sin embargo, el tipo de unidad de ordeño y el equipo auxiliar que se use, afectarán la diferencia entre el vacío del regulador y el vacío promedio de la garra. El vacío del regulador debe ser ajustado para cada sistema a fin de obtener el vacío de ordeño deseado en la garra. La diferencia entre el vacío de la línea de leche y el vacío promedio de la garra puede ser reducida ya sea disminuyendo la elevación de la leche, usando tubos de leche más cortos o de mayor diámetro, o reduciendo la caída de vacío por medio de accesorios o de equipo auxiliar.

Fluctuación de vacío: Las fluctuaciones de vacío en la garra pueden no ser una medición exacta de las fluctuaciones de vacío en la punta del pezón, sobre todo en el caso de unidades de ordeño con tubos cortos de diámetro reducido, o de vacas con flujo de alta velocidad. Si los tubos de leche son cortos, para medir las fluctuaciones de vacío se requiere de un equipo de evaluación especial y de una cuidadosa técnica de medición. Las fluctuaciones de vacío en la garra pueden ser medidas usando la aguja o los puntos de conexión de los puertos de prueba indicados arriba. La fluctuación de vacío es la diferencia entre el vacío máximo y el mínimo en la garra durante un ciclo de pulsación. Esta debe ser registrada durante el período pico de flujo de ordeño en una muestra representativa de vacas. Una fluctuación promedio de menos de 10 kPa (3" Hg) en la garra es considerada deseable; sin embargo, los actuales estándares nacionales e internacionales (ASAE S518, ISO 5707) no especifican un límite permisible. Fluctuaciones más altas de ciclos de vacío

podrían sugerir válvulas de aire ocluidas , un ritmo de flujo excesivo a través de las válvulas, o pérdidas de aire en la garra o los tubos de leche.

PRUEBA EN SECO DE PULSADORES

Efectúe estas pruebas con las unidades de ordeño conectadas a la línea de leche, con los pulsadores funcionando y las copas (pezoneras) cerradas con tapones. El objetivo de estas pruebas es determinar si el sistema de pulsación y todos los pulsadores están operando de acuerdo con las especificaciones del fabricante.

Desconecte el tubo corto del pulsador del niple de la cámara de pulsación de una copa (para sistemas con pulsación simultánea), o de dos copas por unidad de ordeño (para sistemas de pulsación alterna). Drene cualquier líquido de las cámaras de pulsación y acople una pieza T apropiada entre el niple y el tubo corto de pulsación. Conecte la pieza T a un registrador apropiado de vacío y registre por lo menos 5 ciclos de pulsación por cada unidad de ordeño. Las especificaciones ASAE S518 para pulsación son:

Tasa de pulsación. **Debe poderse repetir día a día sin desviarse más de +/- 3 ciclos por minuto de una unidad a otra.**

Relaciones de pulsación. **No debe variar en más de 5% de las especificaciones del fabricante, o entre un pulsador y otro.**

Fase B. **Debe constituir por lo menos el 30% del ciclo de pulsación.**

Fase D. (Fase cerrada) del ciclo de pulsación. **No debe ser menor al 15% ni menos de 150 milisegundos.**

Remítase al fabricante para especificaciones más detalladas de diferentes tipos de pulsadores. Si las características de cualquier pulsador no se ajustan a las especificaciones del fabricante, se recomienda que un representante de éste haga otros chequeos.

CHEQUEO DEL VOLTAJE PARA PULSADORES ELECTRONICOS

Si cualquier clase de pulsador no está funcionando correctamente, puede ser útil medir el voltaje que alimenta a los pulsadores. Puede tratarse de voltaje AC o DC, debiendo usarse el medidor apropiado. Mida el voltaje en la caja de control de pulsación, en el último pulsador de la sala (*at the last pulsator stall cock*), en un pulsador intermedio y en cualquier pulsador que no esté funcionando correctamente. Compare estos voltajes con las recomendaciones del fabricante. Voltajes bajos pueden ser causados por alambres de menor calibre o por conexiones defectuosas.

PRUEBAS DE DIAGNÓSTICO

Traducción literal:

Si en el sistema de ordeño fallasen las pruebas de tiempo de ordeño de estabilidad de vacío en la línea de leche, se pueden llevar a cabo las siguientes pruebas de diagnóstico para establecer la causa de la falla. La bomba de vacío debe estar operando por lo menos durante 10 minutos antes de llevar a cabo la siguiente serie de mediciones de flujo de aire.

(*Mi interpretación*)= Si en el sistema de ordeño fallasen las pruebas de estabilidad de vacío en la línea de leche, se pueden llevar a cabo las siguientes pruebas de diagnóstico para establecer la causa de la falla. La bomba de vacío debe estar operando por lo menos durante 10 minutos antes de llevar a cabo la siguiente serie de mediciones de flujo de aire.

1. PRUEBAS DE DIFERENCIAS EN EL SISTEMA DE VACIO Y CAIDA DE UNIDADES DE ORDEÑO

Ejecute estas pruebas en seco con todas las unidades de ordeño operando, las copas con tapones puestos y el regulador conectado y operativo (como durante el ordeño). Haga todas las mediciones de vacío en áreas de aire quieto, a fin de minimizar errores de medición (véase Apéndice B).

- a) Mida el vacío operativo en la unidad de recepción, en el sensor de vacío del dispositivo de regulación de vacío, en la línea de aire del pulsador más alejado de la fuente de vacío y a la entrada de la bomba. En los sistemas con jarrones de medición, mida el vacío en la manguera que abastece al primer jarrón, de preferencia en el lado de la sala opuesto al punto de conexión del medidor de flujo de aire.
- b) Abra una unidad de ordeño y cuélguela boca abajo para simular una caída de unidad y repita las mediciones de vacío en el receptor y en el sensor de regulación. No abra una unidad de ordeño en la misma pendiente de línea de leche en que se está midiendo el vacío de trabajo. Para sistemas con 2 receptores, abra una unidad de ordeño para un receptor y registre los resultados. Cierre esta unidad y abra una unidad para el otro receptor y registre los resultados.
- c) Para sistemas con más de 32 unidades, abra 2 unidades y repita las mediciones en el receptor y el sensor de regulación. Si una sala de ordeño tiene menos de 32 unidades y se anticipa que el sistema va a ser manejado por más de 2 operarios, se puede examinar con dos unidades abiertas. Use la misma estrategia que la indicada en el acápite 1.b, a fin de minimizar los errores de medición debidos a flujo de aire de alta velocidad, y en sistemas con 2 receptores examine ambos receptores.

INTERPRETACIÓN

La diferencia en el nivel de vacío entre la entrada de la bomba y el receptor en el paso 1.a no debería exceder de 2 kPa (0.6" Hg). El vacío promedio en el extremo distal de la línea de aire de los pulsadores no debería diferir en más de 2 kPa (0.6" Hg) del vacío en el receptor. Diferencias mayores resultan en un menor flujo de aire en el receptor, y podrían ser debidas a caídas de presión causadas por líneas de poco diámetro o líneas limitadas, exceso de uniones T o de codos, o por flujos de aire elevados y no justificados.

Se considera deseable una diferencia de 0.7 kPa (0.2" Hg) o menos entre el receptor y en el regulador de vacío, en los pasos 1.a, 1.b y 1.c. Diferencias mayores resultan en una reducción en la sensibilidad de la regulación, y suelen ser consecuencia de una ubicación inapropiada del regulador, o a exceso de restricciones en las tuberías y accesorios entre el receptor y el regulador.

Todos los sistemas deberían tener suficiente reserva de flujo de aire a fin de enfrentar cuando menos la caída de una unidad de ordeño. El vacío a la altura del receptor no debe caer en más de 2 kPa (0.6" Hg) estando una unidad abierta (Vacío del receptor 1.a – 1.b)

Es deseable que los sistemas con más de 32 unidades, o que los sistemas de salas de ordeño diseñados para acomodar más de 2 operarios, tengan suficiente reserva de flujo de aire para enfrentar a la caída de dos unidades de ordeño. En estos sistemas, el vacío en el receptor no debería caer en más de 2kPa (0.6" Hg) teniendo dos unidades abiertas (Vacío del Receptor 1.a – 1.c).

2. RESERVA EFECTIVA, RESERVA MANUAL Y REGULATION EFICIENTE

RESERVA EFECTIVA

Esta prueba cuantifica la capacidad de la reserva disponible de flujo de aire, para hacer frente a una admisión no planeada de aire a través de las copas (pezoneras) cuando se colocan o se retiran las unidades de ordeño, cuando las copas (pezoneras) se desajustan o se caen, o cuando las 4 copas se desprenden durante el ordeño. La prueba debe hacerse con el sistema de regulación operando, las unidades de ordeño con tapones, las llaves de cierre de vacío abiertas y los pulsadores operando (como cuando se ordeña). En los sistemas de tubería, conecte un medidor de flujo de aire (AFM) en o cerca del receptor; en los sistemas de jarrones de medición, la conexión se hace a la línea de suministro de vacío (véase Apéndice B).

Abra gradualmente la llave de admisión hasta que el vacío del receptor se encuentre 2 kPa (0.6" Hg) por debajo del vacío de trabajo (que es la máxima caída permisible de vacío especificada por ASAE) y registre la lectura del AFM como la RESERVA EFECTIVA.

Para sistemas con 2 receptores, la RESERVA EFECTIVA debe medirse con 2 AFM, uno en cada receptor, cada uno de los cuales debe admitir aproximadamente el 50% del flujo total de aire.

RESERVA EFECTIVA _____ LPM (CFM)

NOTAS:

El criterio primario de rendimiento para estabilidad de vacío (el vacío en el receptor no debe caer más de 2 kPa (0.6" Hg) durante el ordeño normal, usualmente se logra si el sistema pasa las pruebas de caída en la sección 1. Una guía secundaria es que la mayoría de los sistemas de ordeño alcanzan este estandar de rendimiento con una reserva efectiva de 1000 LPM (35 CFM) más 30 LPM (1 CFM) por cada unidad de ordeño. La asignación base de 1000 LPM (35 CFM) ha sido considerada para sistemas cuyas unidades de ordeño admiten de 30 a 40 CFM durante la caída de una unidad. Esta asignación podría ser aumentada para unidades de ordeño con una mayor admisión de aire durante una caída. Pero podría ser reducida cuando se usa unidades con válvulas de cierre automático.

Podría ser necesario aumentar la reserva efectiva, a fin de permitir una admisión adicional de aire debida a otros componentes. Ejemplos de otros componentes son equipos de backflush que operan con vacío, o cilindros que operan con vacío.

(¿qué son "vacuum operated cylinders"?)

El procedimiento para medir la reserva efectiva no se modifica para sistemas con controladores ajustables de velocidad incorporados a la bomba de vacío. Algunos controladores ajustables de velocidad, pueden permitir que la velocidad de la bomba exceda la carga total de velocidad (frecuencia por encima de 60 Hz). Cuando realice esta prueba, asegúrese que no esté permitido que estos sistemas trabajen a velocidad máxima durante largos períodos de tiempo.

RESERVA MANUAL

En sistemas con reguladores convencionales mida la reserva manual en los mismos puntos y bajo las mismas condiciones como para la reserva efectiva (unidades de ordeño con tapones puestos, llaves de vacío abiertas y pulsadores operando), pero con el sistema de regulación inhabilitado (véase detalles en Apéndice E). Los sistemas con controladores ajustables de velocidad incorporados a la bomba de vacío, tendrán los mismos valores para reserva manual y reserva efectiva, de modo que no hace falta medir la reserva manual.

Como precaución de seguridad, abra completamente el medidor de flujo de aire (AFM) antes de inhabilitar el regulador. Mida el flujo de aire al mismo vacío de la reserva efectiva: es decir, 2 kPa (0.6”Hg) por debajo del vacío de trabajo del recibidor.

RESERVA MANUAL _____ LPM (CFM)

EFICIENCIA DE REGULACIÓN

La eficiencia de regulación se calcula dividiendo la reserva efectiva (ER) entre la reserva manual (MR). Los estándares ASAE e ISO señalan que la eficiencia de regulación debe ser de 90% o más.

EFICIENCIA DE LA REGULATION = (ER / MR) x 100 = _____

CAUSAS DE BAJA EFICIENCIA DE REGULACION

Si la EFICIENCIA DE REGULACIÓN es menos de 90%, o si los sistemas con mando de ajuste de velocidad no están trabajando adecuadamente, proceda con la siguiente prueba para determinar la causa.

- El punto sensitivo del regulador debe estar lo más cerca posible de la trampa sanitaria o en una tubería de diámetro suficiente si tuviese una ubicación remota. En los sistemas con jarrones de medición el regulador debe ser instalado en la línea de aire que abastece de vacío de ordeño a la parte alta del jarrón. Si el sistema está bien instalado, el regulador debe detectar una caída de vacío de por lo menos 1.3 kPa (0.4” Hg) cuando la caída de vacío en el receptor es de 2 kPa (0.6” Hg). Esto se aplica a sistemas que posean, ya sea reguladores convencionales, o controladores ajustables de velocidad en la bomba de vacío.
- Si el sistema no pasa esta prueba, algunas de las posibles causas son:
 1. el sistema posee una bomba de capacidad excesiva
 2. la tubería entre el receptor y el regulador no es adecuada para la capacidad de la bomba, o
 3. el regulador de vacío está ubicado demasiado lejos de la trampa sanitaria
- Si el vacío cerca del regulador cambia en 1.3 kPa (0.4” Hg) o más, entonces la baja eficiencia en la regulación del vacío puede deberse a:
 1. un regulador que no responde debido a que está sucio con basura o polvo, o porque está roto, o no funciona, o porque es de un diseño obsoleto,
 2. un regulador que no empareja con el tamaño de la bomba de vacío,
 3. controlador ajustable de velocidad no instalado apropiadamente, o un sensor de vacío defectuoso o sucio,
 4. insuficiente “lubricación por aire” de reguladores de marca Sentinel (véase Apéndice E).

3. AIRE EMPLEADO POR LOS COMPONENTES DEL SISTEMA

La siguiente serie de pruebas están diseñadas para medir el aire usado por diversos componentes del sistema. Los reguladores deben ser inhabilitados y/o los controladores ajustables de velocidad deben ser fijados a una velocidad constante (60 Hz) para todas las pruebas de uso de aire en las partes 3 y 4. Los sistemas con controladores ajustables de

velocidad, podrían estar también equipados con un regulador convencional de vacío adicional, que debe ser desactivado durante estas pruebas.

Comience la serie de pruebas con las unidades de ordeño con tapones y operando. Ajuste el medidor de flujo de aire (AFM) en el receptor, de tal manera que el vacío del receptor esté en su nivel operativo de vacío (desde el paso 1.a)

- a) Registre el flujo de aire admitido en el receptor (o a la línea de abastecimiento de vacío) bajo estas condiciones.

Lectura del AFM con todos los componentes _____ LPM (CFM)

- b) Desconecte o cierre los pulsadores y reajuste el AFM de tal manera que el receptor retorne al nivel operativo de vacío, y registre la nueva lectura del flujo de aire

Lectura del AFM sin pulsadores _____ LPM (CFM)

La diferencia en las lecturas del AFM entre los pasos 3.b y 3.a, es el aire usado por el sistema de pulsación.

Aire empleado por el sistema de pulsación (3b - 3a) _____ LPM (CFM)

Compare este valor con las especificaciones del fabricante para el tipo de pulsadores usados. Valores típicos van de 20 a 40 LPM (0.75 a 1.5 CFM) por pulsador.

- c) Desconecte o aisle el conjunto de pezoneras de ordeño de la línea de leche o jarrones de medición. Reajuste el AFM de tal manera que el receptor retorne a su nivel operativo de vacío, y registre la nueva lectura de flujo de aire.

Lectura del AFM sin unidades _____ LPM (CFM)

La diferencia en las lecturas del AFM entre los pasos 3.c y 3.b, es el aire usado por las pezones de ordeño (en garra).

Aire usado por las garras de ordeño (3c - 3b) _____ LPM (CFM)

Compare este valor con las especificaciones del fabricante para el tipo de pezoneras (en garra) en prueba. Valores típicos van de 10 a 15 LPM (0.3 a 0.5 CFM) por unidad.

- d) Retire el regulador previamente inhabilitado y tape la conexión. Reajuste el AFM de tal manera que el receptor retorne al nivel operativo de vacío y registre la nueva lectura del flujo de aire.

Lectura del AFM sin regulador _____ LPM (CFM)

La diferencia en las lecturas del AFM entre los pasos 3.d y 3.c, es el aire utilizado para operar el regulador.

Aire usado por el regulador (3d - 3c) _____ LPM (CFM)

- e) Desactive el equipo auxiliar, p.e. medidores de leche. Reajuste el AFM de tal manera que el receptor regrese al nivel operativo de vacío, y registre la nueva lectura del flujo de aire.

Lectura del AFM sin equipo auxiliar _____ LPM (CFM)

La diferencia en las lecturas del AFM entre los pasos 3d y 3e es el aire utilizado para operar equipos auxiliares.

Aire usado por el equipo auxiliar (3e - 3d) _____ LPM (CFM)

Compare el valor medido con las especificaciones del fabricante.

- f) Manteniendo el AFM abierto con el mismo flujo de aire y en la misma posición que al final del paso 3.e, lleve la aguja de medición de vacío hacia la entrada de la bomba y mida el vacío a la entrada de la bomba.

Vacío a la entrada de la bomba (PIV) _____ kPa (Hg)

4. CAPACIDAD DE LA BOMBA

La capacidad de bomba se mide en la bomba, con el sistema desconectado. Antes de arrancar la bomba y conectar el AFM al sistema, determine o estime el valor de la capacidad de la bomba y abra el AFM con dicho valor.

- a) Coloque un medidor de flujo de aire lo más cerca de la entrada de la bomba y mida el flujo de aire al nivel recomendado por el fabricante (comúnmente 50 kPa o 15" Hg), y compare esta capacidad de flujo de aire con la tabla de valores del fabricante.

	Bomba 1	Bomba 2	Bomba 3
Capacidad bomba	_____ LPM (CFM)	_____ LPM (CFM)	_____ LPM (CFM)
Valor fabricante	_____ LPM (CFM)	_____ LPM (CFM)	_____ LPM (CFM)

- b) Adapte el medidor de flujo de aire a la entrada de vacío de la bomba (desde paso 3.f), a fin de medir el flujo de aire en la bomba

Flujo aire en bomba _____ LPM (CFM) _____ LPM (CFM) _____ LPM (CFM)

5. FUGAS EN EL SISTEMA

Las fugas de aire en el sistema pueden ser estimadas de la diferencia en las mediciones de flujo de aire en los pasos 4.b y 3.e. Las fugas del sistema también pueden ser estimadas de la diferencia entre la capacidad de la bomba (4.b, válvula de compuerta cerrada) y la medición del flujo de aire tomada a la entrada de la bomba y el vacío a la entrada de la bomba, con todos los componentes inactivados y el sistema de tuberías conectado (válvula de compuerta abierta). Las fugas del sistema deben ser menores al 10% de la capacidad de la bomba bajo condiciones de trabajo.

Lectura de AFM determinada in paso 4.b _____ LPM (CFM)

Lectura AFM 3e (o como en 4b pero con válvula de compuerta abierta) _____ LPM (CFM)

Fuga del sistema (4b - 3e) _____ LPM (CFM)

6. RECHEQUEO DEL VACÍO DEL RECEPTOR Y RESERVA EFECTIVA

Vuelva a reconectar y reactivar todos los componentes del sistema. A modo de chequeo de seguridad, para garantizar que los componentes del sistema se encuentran reactivados, reconectados correctamente y operando apropiadamente, vuelva a revisar el vacío del receptor y la reserva efectiva.

APÉNDICE A. REQUERIMIENTOS PARA SISTEMAS DE REGISTRO DE VACÍO.

Los requerimientos y especificaciones del instrumental para evaluar la precisión de las mediciones estipulan, de acuerdo con los estándares ASAE, que los valores obtenidos deben estar dentro del 90% de la verdadera amplitud de los cambios de vacío en los diferentes puntos de la máquina de ordeño. Los procedimientos presentados aquí recomiendan las siguientes mediciones:

- En el receptor y otras ubicaciones “secas”, como a la entrada de la bomba y en la línea de aire del pulsador, en las cuales ni leche ni otros líquidos entrarán en contacto con el instrumento de medición
- En la línea de leche, en la cual puede haber movimiento lento, y
- En la garra.

La mayoría de los modernos **registradores de vacío** son dispositivos digitales que registran mediciones de vacío según la frecuencia representativa del instrumento. Se utilizan varios algoritmos para analizar y reportar estos datos. El **sistema de registro de vacío** está constituido por el registrador electrónico de vacío en combinación con varios tubos y accesorios utilizados para conectarse con la máquina de ordeño. Hay varios factores que afectan la habilidad de un sistema de registro de vacío para registrar con precisión las fluctuaciones de vacío en un sistema de ordeño.

Frecuencia representativa: Un muestra de la frecuencia de un registrador digital determinará el límite superior de la frecuencia de los cambios de vacío que pueden ser medidos. Algunos de los picos y caídas pasarán desapercibidos si el registrador de vacío muestrea a una frecuencia que es más lenta que las fluctuaciones más rápidas de vacío. La frecuencia representativa de los registradores digitales debería estar indicada en las especificaciones de los instrumentos.

Velocidad de respuesta: La velocidad de respuesta del sistema de registro de vacío determina su habilidad para seguir los cambios de vacío. Si la velocidad de respuesta es inferior a la velocidad máxima de cambio, los picos y caídas no serán registrados, y las fluctuaciones de vacío será subestimadas. Los efectos de inercia de agua o leche atrapados en el sistema de medición, también pueden resultar en una desviación entre el cambio de vacío registrado y el cambio real. El volumen interno del sistema de medición debe ser mínimo para lograr la máxima velocidad de respuesta y para evitar que el agua o la leche sean llevados a los accesorios de medición. El diámetro interior de las conexiones y la forma en que éstas son armadas en la máquina de ordeño, deben permitir que los accesorios de conexión y los tubos puedan tener un libre drenaje de líquidos.

La mayoría de los registradores comerciales de vacío calculan automáticamente la duración de la ‘fase a’ de la pulsación. Esta característica ofrece un método simple para medir la velocidad de respuesta de un sistema de registro de vacío. El vacío en la cámara del pulsador aumenta rápidamente para abrir la pezonera durante la ‘fase a’ de la pulsación. De acuerdo al estándar internacional ISO 6690 (1996) la ‘fase a’ es determinada por el tiempo requerido por el vacío para subir de 4 kPa por encima de la presión atmosférica hasta 4 kPa por debajo de la presión máxima de vacío de la cámara del pulsador. La velocidad de respuesta de un sistema registrador de vacío puede ser medida conectándolo directamente a un pulsador electrónico comercial. Conectado de esta manera, el cambio de vacío producido en el pulsador es una onda cuadrada con un tiempo de subida de mas o menos 4 ms. El nivel bajo de vacío es cero (presión atmosférica) y el límite superior es igual al vacío

de la línea de aire del pulsador. La velocidad de respuesta del sistema de registro de vacío (kPa/s) es el cambio en vacío durante la 'fase a' (vacío del sistema – 8 kPa) dividido entre la duración de la 'fase a'.

A continuación ofrecemos recomendaciones para frecuencia representativa mínima y velocidad de respuesta para sistemas registradores de vacío, para los diferentes puntos de prueba especificados en este documento. Es de esperarse que usando instrumentos con estas especificaciones, se podrá medir el 90% de la amplitud real y velocidad de cambio de variaciones en el vacío.

Clase de Prueba	Frecuencia representativa mínima (Hz)	Velocidad mínima de respuesta (kPa/s)
Pruebas en receptor y partes secas de la máquina de ordeño	24	90
Pruebas húmedas o de tiempo de ordeño en la línea de leche	48	910
Pruebas húmedas o de tiempo de ordeño en la garra	63	770

APÉNDICE B: MEDICIÓN PRECISA DEL NIVEL DE VACÍO

Instale los nipples de prueba (ver nota 1 abajo) en los siguientes puntos:

1. **ENTRADA DE LA BOMBA:** Instale el niple de prueba cerca de la entrada de la bomba, de preferencia a por lo menos 5 diámetros de tubería alejado de cualquier codo o conexión de corriente de subida o de bajada. Si esto no es posible, instale el niple tan cerca de la conexión de corriente de bajada como sea práctico (fig. 1).
2. **EN EL REGULADOR:** Instale el niple de prueba tan cerca como sea posible del punto sensor de vacío del regulador. La localización dependerá del tipo de regulador usado.
 - a) **Regulador DeLaval:** Instale el niple de prueba debajo y lo más cerca posible del sensor.
 - b) **Reguladores de sensibilidad remotos (Bou-Matic, Westfalia, Surge):** Mida con una T en la conexión del tubo sensor a la línea de aire (fig. 3).
 - c) **Modelo de admisión de aire (Sentinel):** instale el niple de prueba a 5 diámetros de tubería alejado de cualquier codo o conexión de corriente de subida o de bajada (fig. 4.a). Si esto no es posible, entonces haga la prueba tan cerca del regulador como sea práctico (fig. 4.b).
 - d) **Controladores ajustables de velocidad para bombas de vacío:** instale el niple de prueba tan cerca como sea posible del transductor de vacío usado como sensor del sistema de vacío.
3. **JARRÓN DE RECEPCIÓN:** No mida el vacío por encima del medidor de flujo de aire (AFM). Para sistemas grandes coloque el niple de prueba en la tapa especial de prueba, o pruebe el vacío en la primera entrada de leche de la línea de leche (fig. 3), o niple o entrada en lavado múltiple (fig. 5), o en la manguera que lleva el vacío de ordeño en la parte alta del primer jarrón de medición. Estos puntos de prueba son considerados de aire quieto.
4. **LÍNEA DE AIRE DEL PULSADOR:** Instale el niple de prueba en la línea de cruce entre ambos lados del establo, por lo menos a 5 diámetros de tubería de cualquier conexión o codo. La ubicación ideal sería al centro de la línea de cruce, en el extremo más alejado del surtidor de vacío (fig. 6).

5. **CONEXIÓN A LA LÍNEA DE LECHE:** En establos de sujeción o amarre, conecte un registrador apropiado de vacío a una válvula de leche disponible (de reserva) ubicada en el extremo de la línea de leche, cerca del recibidor. En salas de ordeño, corra la manguera de leche 20 mm (1 pulgada) hacia atrás de la primera o segunda entrada de leche (más cercanas al receptor), e inserte una aguja hipodérmica Nº 16 a través de la manguera de leche. Retire la aguja y pase una aguja roma Nº 12 o 14 a través de la manguera por el punto abierto por la aguja Nº 16, e introdúzcala por la entrada de la leche hacia la línea de leche. La aguja roma debe ser suficientemente larga para asegurar su apropiada localización en la línea de leche. No se debe usar una aguja con extremo agudo y cortante, porque podría quedar obstruida con un fragmento de la manguera. Prepare una aguja roma limando el extremo cortante de un aguja corriente.

Asegúrese que el extremo abierto biselado de la aguja esté ubicado dentro de la parte alta de la línea de leche, mirando hacia el recibidor y, en lo posible, fuera del chorro de leche de la unidad de ordeño a la cual está fijado. Cuando se hubiesen completado estas lecturas, retire la aguja y empuje la manguera de leche sobre el niple de la entrada de la leche de modo que el hueco originado por la punción sea cubierto por el niple de la entrada. Un fabricante ofrece una pieza T de adaptación para esta medición. También puede ser instalada una entrada adicional para simplificar la prueba.

Se puede instalar aire quieto (flujo de aire con turbulencia mínima) en el lado sanitario, de la siguiente manera:

- a) Parte alta del receptor con una tapa especial de medición que presenta un niple para fijar una manguera a un manómetro de precisión.
- b) Primera entrada de leche en la línea de leche de la sala. Esta ubicación no es apropiada para todas las pruebas. Sólo es un punto de prueba válido si hay poco o ningún flujo de aire en la línea de leche donde se está efectuando la medición.
- c) Entrada o niple de entrada de leche en lavado múltiple en tuberías alrededor de un establo de sujeción o amarre, con el sistema en posición de lavado.
- d) Manguera de vacío al primer jarrón de medición.

No se fíe en la lectura del manómetro sobre el AFM, salvo que el tubo sensor de vacío hubiese sido alargado para extenderse a través del AFM hacia el interior del jarrón receptor.

APÉNDICE C: MEDICIÓN PRECISA DEL FLUJO DE AIRE

A fin de medir con precisión las lecturas de flujo de aire, el medidor de flujo de aire (AFM) debe ser colocado en o cerca del receptor para sistemas de tubería, o en el surtidor de vacío para los sistemas de jarrones de medición. Cuando haga mediciones, siga las recomendaciones de los fabricantes para AFM. Es importante que la conexión no restrinja el flujo de aire a través del AFM. Use el puerto de prueba o el adaptador AFM más grande posible. Las siguientes son algunas recomendaciones para aperturas de mínimo tamaño:

< 3000 LPM (100 CFM) =	38 mm (1.5 pulgadas) de apertura
3000 – 5000 LPM (100 - 175 CFM)	= 51 mm (2 pulgadas) de apertura
> 5000 LPM (175 CFM) =	75 mm (3.0 pulgadas) de apertura

APÉNDICE D: CORRECCIONES A LECTURAS DEL MEDIDOR DE FLUJO DE AIRE

La mayoría de los AFM están calibrados para una precisión de +/- 5% at 15" Hg (50 kPa). A niveles más bajos de vacío se reduce la masa de flujo de aire a través de cada apertura de

medición. Por ejemplo, la masa de flujo de aire a 34 kPa (10" Hg) es un 10% menor que a 50 kPa (15" Hg). Los fabricantes pueden, o deberían proporcionar tablas de calibración para sus AFM.

Generalmente los factores de corrección son pequeños y pueden ser ignorados para mediciones efectuadas entre 44 kPa y 50 kPa (13" y 15" Hg). A niveles más bajos de vacío, y/o a altas tasas de flujo de aire, es una buena práctica hacer las correcciones necesarias. Como una guía práctica, deben hacerse las correcciones para las mediciones métricas si el error probablemente exceda +/- 60 LPM (2 CFM) con flujos de aire de unos 1500 LPM (50 CFM), o +/- 5% a flujos más elevados de aire.

APÉNDICE E: DESACTIVANDO REGULADORES

Los reguladores requieren ser completamente desactivados para una medición precisa de la reserva manual.

Servo-reguladores, como los de Alfa Laval, Bou-Vac, Surge 5K, o Westfalia Vacurex, pueden ser desactivados desconectando el tubo sensor de vacío y cerrando o tapando la conexión de vacío a la línea de aire.

Los reguladores Sentinel pueden ser desactivados mediante remoción del pequeño filtro en la parte alta de la cúpula y cerrando la pequeña válvula de aire situada debajo del filtro.

El regulador debe ser retirado y la abertura taponeada, para medir la cantidad de aire empleado para operar el regulador. La diferencia entre la Reserva Manual de flujo de aire y la lectura del AFM, estando el regulador desconectado, al mismo nivel de vacío, representa el aire usado para operar el regulador.

Para la mayoría de los tipos de reguladores, el aire calculado de uso es de unos 30 – 50 LPM (1-2 CFM). Sin embargo, el aire empleado por reguladores "lubricados con aire", tales como Sentinel 100, 350 y 500, típicamente es de 200 – 700 LPM (7-25 CFM). El aire empleado por los reguladores debe ser tomado en cuenta cuando se determine los tamaños de las bombas de vacío requeridos para proporcionar el nivel deseado de Reserva Efectiva.

23 de enero 2002.

Traducido por Hans Andresen S., DVM MSc