Fuente : Diario Oficial de la Federación **Fecha de Publicación:** 25 de Julio 2008

NOM-004-ENER-2008

NORMA OFICIAL MEXICANA, EFICIENCIA ENERGETICA DE BOMBAS Y CONJUNTO MOTOR-BOMBA, PARA BOMBEO DE AGUA LIMPIA, EN POTENCIAS DE 0,187 kW A 0,746 kW. LIMITES, METODOS DE PRUEBA Y ETIQUETADO.

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.- Secretaría de Energía.- Comisión Nacional para el Ahorro de Energía.- Comité Consultivo Nacional de Normalización para la Preservación y Uso Racional de los Recursos Energéticos (CCNNPURRE).

JUAN CRISTOBAL MATA SANDOVAL, Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización para la Preservación y Uso Racional de los Recursos Energéticos, con fundamento en los artículos 33 fracciones VIII y IX de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 38 fracción II, 40 fracciones I, X y XII, 41, 43, 44, 45, 46, 47 y 51 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 28 y 34 del Reglamento de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; artículos 3 fracción VI inciso C, 34 fracción XXII y 40 del Reglamento Interior de la Secretaría de Energía; artículos 3o. fracciones I, X y XII del Decreto por el que se crea la Comisión Nacional para el Ahorro de Energía, como órgano desconcentrado de la Secretaría
de Energía; 1o. del Acuerdo por el que se delega en favor del Director General de la Comisión Nacional para el Ahorro de Energía, las facultades para presidir el Comité Consultivo Nacional de Normalización
para la Preservación y Uso Racional de los Recursos Energéticos, así como expedir las Normas Oficiales Mexicanas en el ámbito de su competencia, publicados en el Diario Oficial de la Federación el 20 de septiembre y 29 de octubre de 1999 respectivamente, y

CONSIDERANDO

Que la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, define las facultades de la Secretaría de Energía, entre las que se encuentra la de expedir normas oficiales mexicanas que promueven la eficiencia
del sector energético;

Que la Ley Federal sobre Metrología y Normalización señala como una de las finalidades de las normas oficiales mexicanas el establecimiento de criterios y/o especificaciones que promuevan el mejoramiento del medio ambiente, la preservación de los recursos naturales y salvaguardar la seguridad al usuario;

Que habiéndose cumplido el procedimiento establecido en la Ley Federal sobre Metrología y Normalización para la elaboración de proyectos de normas oficiales mexicanas, el Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización para la Preservación y Uso Racional de los Recursos Energéticos, ordenó la publicación del Proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-004-ENER-2005, Eficiencia energética de bombas y conjunto motor-bomba, para bombeo de agua limpia, en potencias de 0,187 kW
a 0,746 kW. Límites, métodos de prueba y etiquetado; lo que se realizó en el Diario Oficial de la Federación el 16 de enero de 2008, con el objeto de que los interesados presentaran sus comentarios al citado Comité Consultivo que lo propuso;

Que durante el plazo de 60 días naturales contados a partir de la fecha de publicación de dicho proyecto de Norma Oficial Mexicana y la Manifestación de Impacto Regulatorio a que se refiere el artículo 45 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, estuvo a disposición del público en general para su consulta; y que dentro del mismo plazo, los interesados presentaron sus comentarios al proyecto de norma, los cuales fueron analizados por el citado Comité Consultivo, realizándose las modificaciones procedentes, mismas que
fueron publicadas en el Diario Oficial de la Federación el 20 de junio de 2008, y

Que la Ley Federal sobre Metrología y Normalización establece que las normas oficiales mexicanas se constituyen como el instrumento idóneo para la prosecución de estos objetivos, se expide la siguiente: Norma Oficial Mexicana NOM-004-ENER-2008, Eficiencia energética de bombas y conjunto motor-bomba, para bombeo de agua limpia, en potencias de 0,187 kW A 0,746 kW. Límites, métodos de prueba y etiquetado.

Sufragio Efectivo. No Reelección.

México, D.F., a 7 de julio de 2008.- El Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización para la Preservación y Uso Racional de los Recursos Energéticos, **Juan Cristóbal Mata Sandoval**.- Rúbrica.

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-004-ENER-2008, EFICIENCIA ENERGETICA DE BOMBAS Y CONJUNTO MOTOR-BOMBA, PARA BOMBEO DE AGUA LIMPIA, EN POTENCIAS DE 0,187 kW A 0,746 kW.- LIMITES, METODOS DE PRUEBA Y ETIQUETADO

PREFACIO

La presente Norma Oficial Mexicana fue elaborada por el Comité Consultivo de Normalización para la Preservación y Uso Racional de los Recursos Energéticos (CCNNPURRE), con la colaboración de los siguientes organismos, instituciones y empresas:

- Asesoría y Pruebas a Equipo Eléctrico y Electrónico, S.A. de C.V.
- Asociación de Normalización y Certificación, A.C.
- Bombas Grundfos de México, S.A. de C.V.
- Bonasa, S.A. de C.V.
- Bombas Pedrollo de México, S.A. de C.V.
- Corporativo Valsi, S.A. de C.V.
- Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica
- Industrias Lopraiza, S.A. de C.V.
- Petróleos Mexicanos
- Programa de Ahorro de Energía en el Sector Eléctrico
- Rotoplas, S.A. de C.V.
- Sta-Rite de México, S.A. de C.V.
- Siemens, S.A. de C.V.
- Weg México, S.A. de C.V.

Indice

0. Introducción
1. Objetivo
2. Campo de aplicación
3. Referencias
4. Definiciones
- **4.1** Bomba
- **4.2** Carga dinámica total
- **4.3** Conjunto motor-bomba
- **4.4** Eficiencia de la bomba (η_b)
- **4.5** Eficiencia del motor (η_m)
- **4.6** Eficiencia en el punto óptimo de operación
- **4.7** Equilibrio térmico
- **4.8** Flujo volumétrico; caudal; gasto
- **4.9** Máxima potencia hidráulica
- **4.10** Motor de inducción monofásico
- **4.11** Motor de inducción monofásico tipo jaula de ardilla
- **4.12** Motor eléctrico
- **4.13** Frecuencia de rotación (n)

5. Clasificación
- **5.1** De acuerdo con la potencia del motor de la bomba

6. Especificaciones

6.1 Bombas

6.2 Conjunto motor-bomba

6.3 Determinación de la eficiencia y el consumo de energía

7. Muestreo

7.1 Selección de la muestra

8. Criterios de aceptación

8.1 Certificación

9. Método de prueba

9.1 Requisitos para la prueba

9.2 Condiciones de la prueba (Bomba)

9.3 Condiciones de la prueba (Conjunto motor-bomba)

9.4 Métodos de medición

10. Etiquetado

10.1 Permanencia

10.2 Ubicación

10.3 Información

10.4 Dimensiones

10.5 Distribución de la información y colores

11. Vigilancia

12. Evaluación de la conformidad

13. Bibliografía

14. Concordancia con normas extranjeras

Apéndice A (Normativo)

Apéndice B (Informativo)

0. Introducción

Esta Norma Oficial Mexicana tiene la función de definir la forma en que se determina y se expresa la eficiencia energética, y los valores máximos de consumo de energía, con lo cual, se facilitan las decisiones del usuario y se evita la comercialización de bombas y conjunto motor-bomba ineficientes, para bombeo de agua para uso doméstico en potencias de 0,187 kW a 0,746 kW, con el fin de procurar el uso racional de los recursos energéticos no renovables de la nación.

1. Objetivo

Esta Norma Oficial Mexicana establece los niveles mínimos de eficiencia energética que deben cumplirse para las bombas y los valores máximos de consumo de energía para el conjunto motor-bomba, que utilizan motores monofásicos de inducción tipo jaula de ardilla, para manejo de agua de uso doméstico; establece además, los métodos de prueba con que deben verificarse dicho cumplimiento, así como los requisitos de información al público que debe contener la etiqueta.

2. Campo de aplicación

Esta Norma aplica a las bombas y conjunto motor-bomba, que utilizan motores monofásicos de inducción tipo jaula de ardilla, para manejo de agua de uso doméstico en potencias de 0,187 kW hasta 0,746 kW, comercializadas en los Estados Unidos Mexicanos. Se excluyen del campo de aplicación los siguientes tipos de bombas y conjunto motor-bomba:

a) Para fuentes ornamentales.

b) Contra incendio.

c) Para hidromasaje.

d) Jet (tipo inyector).

e) Multietapa.

f) Para el manejo de sólidos (de superficie o sumergible).

g) Aspersoras.

h) De achique.

i) Para alberca.

3. Referencias

Para la correcta aplicación de la Norma Oficial Mexicana debe consultarse y aplicarse las normas oficiales mexicanas siguientes o las que las sustituyan:

- NOM-008-SCFI-2002, Sistema General de Unidades de Medida, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 27 de noviembre de 2002.
- NOM-014-ENER-2004, Eficiencia energética de motores eléctricos de corriente alterna, monofásicos, de inducción, tipo jaula de ardilla, enfriados con aire, en potencia nominal de 0,180 kW a 1,500 kW. Límites, método de prueba y marcado; publicada en el Diario Oficial de la Federación el 19 de abril de 2005.

4. Definiciones

Para efectos de la presente Norma Oficial Mexicana se establecen las definiciones siguientes:

4.1 Bomba

Máquina hidráulica que transfiere energía al agua incrementándole su velocidad, la cual se reduce al transformarse en energía de presión.

4.2 Carga dinámica total, en metros de columna de agua (m.c.a.).

Es la suma algebraica de las cargas totales de succión y de descarga y se determina con la siguiente ecuación:

$$H = h_d - h_s$$

$$H = (+ _ P_{gd} + h_{vd} + _ Z_d) - (+ _ P_{gs} + h_{vs} + _ Z_s)$$

En donde:

H	Carga dinámica total, en m.c.a.
h_d	Carga en la descarga, en m.c.a.
h_s	Carga en la succión, en m.c.a.
P_{gs}	Presión en la succión de la bomba, en Pa, medida directamente en el manómetro en la succión y convertida a, m.c.a.
h_{vs}	Carga dinámica en la succión, en m.c.a. (Ver tablas 4 y 6), la cual es despreciable para fines prácticos.
Z_s	Distancia vertical desde el nivel de referencia al centro del manómetro en la succión, en m.c.a.
P_{gd}	Presión en la descarga de la bomba, en Pa, medida directamente en el manómetro en la descarga y convertida a, m.c.a.
h_{vd}	Carga dinámica en la descarga, en m.c.a. (ver tablas 4 y 6), la cual es despreciable para fines prácticos.
Z_d	Distancia vertical desde el nivel de referencia al centro del manómetro en la descarga, en m.c.a.

Nota:

\+ Se refiere a la localización por arriba del nivel de referencia;

\- se refiere a la localización por abajo del nivel de referencia;

4.3 Conjunto motor-bomba

Máquina hidráulica impulsada por un motor eléctrico que transfiere energía al agua incrementándole su velocidad, la cual se transforma en energía de presión.

4.4 Eficiencia de la bomba (η_b)

Es la razón de la potencia hidráulica en la descarga de la bomba (P_s) entre la potencia mecánica suministrada a la flecha de la bomba (P_{eb}).

4.5 Eficiencia del motor (η_m)

Es la razón entre la potencia mecánica de salida en la flecha y la potencia eléctrica de entrada del motor.

4.6 Eficiencia en el punto óptimo de operación

Es la eficiencia máxima que se puede obtener de una bomba, de acuerdo con su curva de operación carga-gasto.

4.7 Equilibrio térmico

Es el que se alcanza cuando la diferencia de la temperatura del motor eléctrico entre dos mediciones continuas, en un lapso de 30 min., no exceda de 1ºC, trabajando a la máxima potencia hidráulica del conjunto motor-bomba.

4.8 Flujo volumétrico; caudal; gasto

El flujo volumétrico, caudal o gasto es el volumen de agua que fluye por unidad de tiempo para cierta condición de carga.

4.9 Máxima potencia hidráulica

De acuerdo a la curva de operación del conjunto motor-bomba, es el punto donde la potencia hidráulica alcanza su máximo valor.

4.10 Motor de inducción monofásico

Motor eléctrico que opera en sistemas eléctricos monofásicos en el cual solamente una parte, el rotor o el estator, se conecta a la fuente de energía y la otra trabaja por inducción electromagnética.

4.11 Motor de inducción monofásico tipo jaula de ardilla

Motor de inducción, en el cual los conductores del rotor son barras colocadas en las ranuras del núcleo secundario, que se conectan en corto circuito por medio de anillos en sus extremos semejando una jaula
de ardilla.

4.12 Motor eléctrico

Máquina rotatoria que convierte la energía eléctrica en energía mecánica.

4.13 Frecuencia de rotación (n)

Es el número de revoluciones por unidad de tiempo a las que gira la flecha del conjunto motor-bomba, expresada en revoluciones por minuto (r/min).

5. Clasificación

Los equipos, objeto de esta Norma Oficial Mexicana, se clasifican como sigue:

5.1 De acuerdo con la potencia del motor de la bomba:

- 0,187 kW;
- 0,373 kW;
- 0,560 kW;
- 0,746 kW.

6. Especificaciones

Las bombas y los conjuntos motor-bomba para manejo de agua de uso doméstico, incluidas en el objetivo y campo de aplicación de esta Norma Oficial Mexicana, deben satisfacer lo siguiente:

6.1 Bombas

Las bombas, deben de cumplir con la carga especificada en la tabla 1, a válvula de descarga cerrada, es decir gasto cero.

TABLA 1.- Valores mínimos de caudal, carga, eficiencia de la bomba que deben cumplir los equipos para manejo de agua de uso doméstico.

	Valores mínimos		
Potencia (kW)	Caudal a válvula de descarga abierta, en el punto óptimo de operación de la bomba, **(l/min)**	Carga a válvula de descarga cerrada **(kPa)**	Eficiencia en el punto óptimo de operación de la bomba **%**
0,187	105	176,36	45
0,373	120	215,56	45
0,560	135	244,95	50
0,746	145	293,94	55

El valor de eficiencia obtenida en el punto óptimo de operación para las bombas para manejo de agua de uso doméstico debe ser siempre mayor que el correspondiente establecido en la tabla 1.

6.2 Conjunto motor-bomba

Todos los conjuntos motor-bomba, deben de cumplir cuando menos con un valor de consumo de energía igual o menor a lo indicado en la tabla 1a, que utiliza para subir agua a una determinada altura, (carga dinámica total).

TABLA 1a.- Valores máximos de energía que el conjunto motor-bomba debe cumplir, para manejo de agua de uso doméstico.

Carga dinámica total (m.c.a.)	5	8	11	14	17	20	23	26
Consumo máximo de energía (Wh) para cualquier conjunto motor bomba doméstico en potencias de 0,187 kW a 0,746 kW, para subir 1 100 litros de agua potable a la altura mínima indicada, en un tiempo máximo de 20 minutos.	140	155	170	225	250	300	310	370

6.3 Determinación de la eficiencia y el consumo de energía

La eficiencia energética de las bombas y el consumo de energía para los conjuntos motor-bomba para manejo de agua de uso doméstico, en potencias de 0,187 kW hasta 0,746 kW debe obtenerse mediante el método de prueba descrito en el Capítulo 9, de la presente Norma Oficial Mexicana.

7. Muestreo

7.1 Selección de la muestra

Se toman al azar una muestra de tres equipos, de la producción o importadas, del modelo que requiera probarse.

8. Criterios de aceptación

8.1 Certificación

El modelo de la bomba o conjunto motor-bomba bajo prueba, cumple con los requisitos de la presente Norma Oficial Mexicana, si satisface las condiciones siguientes respectivamente:

8.1.1 Bombas

a) La media aritmética de los resultados de la prueba de "carga a válvula de descarga cerrada", debe ser mayor o igual que la especificada en la tabla 1 del inciso 6.1.

b) La media aritmética de los resultados de las pruebas de eficiencia y el caudal en el punto óptimo de operación, de acuerdo con el Capítulo 9, de la muestra debe ser igual o mayor a los límites de eficiencia y caudal requeridos en la tabla 1 del inciso 6.1 de esta Norma Oficial Mexicana, de acuerdo con la potencia del modelo.

En caso de no cumplirse con alguna de las condiciones anteriores, se procede a probar la segunda muestra de tres bombas, la cual debe satisfacer las condiciones siguientes:

c) La media aritmética de los resultados de la prueba de "carga a válvula de descarga cerrada", debe ser mayor o igual que la especificada en la tabla 1 del inciso 6.1.

d) La media aritmética de los resultados de las pruebas de eficiencia y el caudal en el punto óptimo de operación, de acuerdo con el Capítulo 9, de la segunda muestra de tres bombas, debe ser igual o mayor a los límites de eficiencia y caudal requeridos en la tabla 1 del inciso 6.1 de esta Norma Oficial Mexicana, de acuerdo con la potencia del modelo.

Si el modelo de bomba bajo prueba no satisface las condiciones del inciso 8.1.1, entonces el modelo no cumple con la Norma Oficial Mexicana, por lo tanto se rechaza y no debe ser autorizado para comercializarse en los Estados Unidos Mexicanos.

8.1.2 Conjunto motor-bomba

La media aritmética de los resultados de las pruebas de carga dinámica total y consumo máximo de energía, en la primera muestra de tres conjuntos motor-bomba, debe ser como mínimo la establecida
en la tabla 1a del inciso 6.2 de esta Norma Oficial Mexicana.

En caso de no cumplirse el requisito anterior, se procede a tomar la segunda muestra de tres conjuntos motor-bomba y se procede con lo que a continuación se menciona:

La media aritmética de los resultados de las pruebas de carga dinámica total y consumo máximo de energía, en la segunda muestra de tres conjuntos motor-bomba, debe ser como mínimo la establecida
en la tabla 1a del inciso 6.2 de esta Norma Oficial Mexicana.

Si el conjunto motor-bomba bajo prueba no satisface estas condiciones, entonces el modelo no cumple con la Norma Oficial Mexicana, por lo tanto se rechaza y el conjunto motor-bomba bajo prueba no debe ser autorizado para comercializarse en los Estados Unidos Mexicanos.

8.2 Etiqueta

Para informar el valor de consumo de energía al usuario se debe constatar que se siguen y cumplen los requisitos de muestreo y certificación de esta Norma Oficial Mexicana. El valor a reportarse en la etiqueta
de eficiencia energética de cada modelo es:

8.2.1 El promedio de la eficiencia energética o consumo de energía de la muestra con que se obtuvo la certificación o en su caso lo siguiente.

8.2.2 El titular (fabricante, importador o comercializador) es quien propone el valor de consumo de energía en Wh, que debe utilizarse en la etiqueta del modelo o familia que desee certificar; este valor debe cumplir con las siguientes condiciones:

a) Ser siempre igual o menor al nivel de consumo máximo permisible por la presente Norma Oficial Mexicana, según la altura (inciso 6.2, tabla 1a).

b) El valor de consumo obtenido en cualquier prueba (certificación inicial, renovación, muestreo, ampliación, etc.) debe ser igual o menor que el valor indicado en la etiqueta, en caso contrario sólo se debe permitir un incremento de 3 % de variación siempre y cuando este valor no sea mayor que el límite máximo permisible de la tabla 1a.

9. Método de prueba

9.1 Requisitos para la prueba

9.1.1 Aplicación del método de prueba

Aplica para pruebas de aceptación de bombas o conjunto motor-bomba de hasta 0,746 kW de potencia, de uso doméstico, con agua que cumpla con las propiedades especificadas en el inciso 9.1.3.

9.1.2 Laboratorio de pruebas

Las pruebas de aceptación deben realizarse en cualquier laboratorio acreditado y aprobado en los términos de la Ley Federal de Metrología y Normalización y su Reglamento, para la realización de pruebas
de acuerdo a la presente Norma Oficial Mexicana.

9.1.3 Características del fluido para la prueba

Para efectuar esta prueba se debe utilizar agua limpia a la temperatura ambiente.

9.1.4 Equipos de medición

Todo el equipo de medición debe contar con los informes de calibración que muestren su vigencia.

9.1.4.1 Instrumentos de medición eléctrica

Los instrumentos eléctricos de medición deben seleccionarse, para que el valor leído esté dentro del intervalo de la escala recomendada por el fabricante del instrumento o, en su defecto, en el tercio superior de la escala del mismo.

Los instrumentos analógicos o digitales deben estar calibrados con una incertidumbre de ± 0,5%.

Cuando se utilicen transformadores de corriente y/o de potencial, se deben realizar las correcciones necesarias para considerar los errores de relación y fase en las lecturas de tensión y corriente eléctricas. Estos errores no deben ser mayores de 0,25%.

9.1.4.2 Condiciones eléctricas de prueba

La frecuencia eléctrica de alimentación para la prueba debe ser de 60 Hz ± 0,5%.

Las magnitudes eléctricas que varíen senoidalmente en el tiempo deben expresarse en valores eficaces (valores r.c.m.), a menos que se especifique otra cosa.

La tensión eléctrica de alimentación de la corriente alterna para la prueba debe ser la tensión indicada en placa del motor y debe mantenerse dentro de una variación del ± 1%. La Distorsión Armónica Total (DAT) de la onda de tensión eléctrica no debe ser mayor al 5%.

La Distorsión Armónica Total (DAT) es un indicador del contenido de armónicas en una onda de tensión eléctrica. Se expresa como un porcentaje de la fundamental y se define como:

$$DAT = \left(\sqrt{\frac{\sum_{i=2...}^{n} V_i^2}{V_1^2}} \right) * 100$$

donde:

$\mathbf{V_i}$ es la amplitud de cada armónica

$\mathbf{V_1}$ es la amplitud de la fundamental

Las magnitudes eléctricas que varíen senoidalmente, deben expresarse en valores eficaces, a menos que se especifique otra cosa.

9.1.5 Informe de la prueba

La evaluación de los resultados de la prueba se deben procesar inmediatamente, incluyendo gráficas de la curva de operación de la bomba, para que en caso que resulte alguna inconsistencia se repita la prueba.

9.1.6 Características de la instalación

La instalación para realizar las pruebas de la bomba y del conjunto motor-bomba, deben cumplir con las siguientes características:

- Tubería de succión y descarga deben ser de los diámetros especificados por el fabricante y de acuerdo al diseño intrínseco de la bomba.
- Para el caso de la descarga el diámetro de la tubería después del manómetro podrá variar de acuerdo a los requerimientos del laboratorio.
- Sin válvula de pie (pichancha).

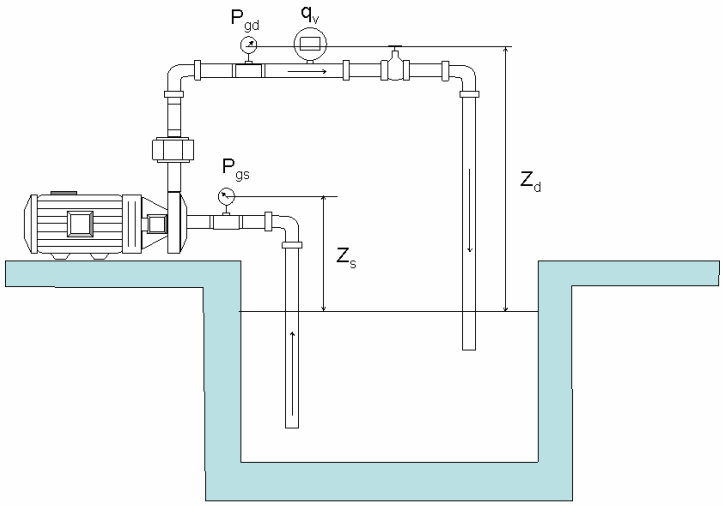

Figura 1.- Diagrama típico de instalación

9.2 Condiciones de la prueba (Bomba)

9.2.1 Puntos a probar

Para cada punto de prueba de las bombas se deben medir las siguientes variables:

Con motor patrón

- Carga de succión en pascales;
- Carga de descarga en pascales;
- Flujo volumétrico en m^3/s;
- Frecuencia de rotación de la bomba en r/min;
- Potencia de entrada al motor en watts;
- Tensión de alimentación al motor en volts;
- Corriente del motor en amperes;
- Frecuencia eléctrica de alimentación en hertz.

Incluir condiciones de estabilidad térmica en el motor patrón y el laboratorio de pruebas debe contar con el informe de resultados de un laboratorio acreditado y aprobado en la NOM-014-ENER-2004 o la que la sustituya.

Con torquímetro

- Carga de succión en pascales;
- Carga de descarga en pascales;
- Flujo volumétrico en m^3/s;
- Frecuencia de rotación de la bomba en r/min;
- Par de entrada a la flecha en newton-metro.

La temperatura ambiente debe de registrarse al inicio y al final de la prueba en ºC.

Para definir el intervalo de operación de la bomba se debe obtener un mínimo de 10 puntos de la curva gasto-carga. La bomba debe ser operada desde gasto máximo hasta gasto cero, con decrementos de carga no mayores al 10% del flujo obtenido con la válvula de descarga completamente abierta.

9.2.2 Incisos a verificar antes y durante la prueba

1) Que los instrumentos de medición cumplan con el Inciso 9.1.4;

2) Que las condiciones de operación sean estables sin exceder los límites permisibles de oscilación y variación de las lecturas de acuerdo con el Inciso 9.2.4.

9.2.3 Parámetros garantizados

Los parámetros que deben ser garantizados por el fabricante son: la eficiencia de la bomba, la carga y el flujo para la que fue diseñada.

9.2.4 Oscilaciones permisibles en los instrumentos de medición

Se permite una oscilación máxima para los instrumentos de medición especificada en la tabla 2.

TABLA 2.- Máxima oscilación permisible en los instrumentos

Variable medida	**Máxima oscilación permisible ***
Flujo, carga, par, potencia	± 3%
Frecuencia de rotación	± 1%

Nota.- *En aparatos analógicos el valor nominal a medir debe quedar entre el 10% y el 90% de la escala de medición.

9.2.5 Número de lecturas a tomar durante la prueba

Se deben de registrar un mínimo de tres lecturas de cada punto de prueba sin exceder los límites de oscilación y las variaciones permitidas en las lecturas. El resultado para cada punto debe ser el promedio de las lecturas.

Para garantizar las condiciones estables durante las mediciones, los límites de variación entre las lecturas repetidas son los indicados en la tabla 3.

TABLA 3. - Diferencia máxima permisible entre la mayor y menor lectura

Núm. de lecturas	**Máxima diferencia permisible entre la lectura mayor y menor de cada variable (%)**
	Flujo, carga, par, potencia
Hasta 5	1,6
Hasta 7	2,2
Hasta 9	2,8

9.3 Condiciones de la prueba (conjunto motor-bomba)

Antes de iniciar las pruebas se deben colocar tres detectores de temperatura por resistencia o termopares en los devanados o superficies accesibles del motor, mediante los cuales se detecta el equilibrio térmico durante la prueba de funcionamiento a la máxima potencia hidráulica de la bomba. Cada detector se debe instalar en forma tal que quede protegido contra corrientes de aire de enfriamiento y debe permanecer firme en su posición durante toda la prueba.

Durante la prueba se debe de evitar las corrientes de aire y el cambio brusco de temperatura ambiente.

9.3.1 Prueba de funcionamiento y consumo de energía

Se hace funcionar el conjunto motor-bomba hasta alcanzar la carga nominal indicada en su placa de datos y/o en la etiqueta de eficiencia energética, a la tensión de alimentación medida en sus terminales y frecuencia eléctrica de prueba, y se hace trabajar el motor hasta alcanzar el equilibrio térmico definido en el inciso 4.7, en los tres puntos de medición de temperatura.

Se miden y registran:

1) La distancia desde el nivel de referencia a la línea de centros del manómetro en la succión Z_s en m

2) La temperatura del motor Tm, en °C

3) La tensión eléctrica de alimentación en las terminales del motor eléctrico, en V;

4) La frecuencia eléctrica de alimentación, en Hz;

5) La potencia de entrada al motor P_e, en W;

6) La frecuencia de rotación, en r/min;

7) La distancia desde el nivel de referencia a la línea de centros del manómetro en la descarga Z_d, en m

8) Carga de succión en Pa;

9) Carga de descarga en Pa;

10) Flujo volumétrico en m^3/s;

11) Consumo de energía Wh

Se determina la carga dinámica total indicada en su placa de datos y/o en la etiqueta de eficiencia energética H como se indica a continuación y se comprueba que cumple con lo indicado en el inciso 6.2.

Tabla 4.- Secuencia de cálculo

#	Símbolo	Descripción
1	Z_s	Distancia vertical desde el nivel de referencia al centro del manómetro en la succión, en m.c.a.
2	P_{gs}	Presión en la succión de la bomba, en Pa, medida directamente en el manómetro en la succión y convertida a, m.c.a.
3	A_s	Area interior del tubo en la succión, en m^2 $= \pi \times D_{is}^2/4 = 3{,}1416 \times D_{is}^2/4$ D_{is}= diámetro interior del tubo de succión
4	r	Densidad del agua utilizada, en kg/m^3
5	g	Gravedad = 9,81 m/s^2
6	q_v	Flujo, en m^3/s
7	h_{vs}	Carga dinámica en la succión, en m.c.a. $= [\{(6)/(3)\}^2/2g]$
8	h_s	Carga en la succión, en m.c.a. = [(1) + (2) + (7)]
9	Z_d	Distancia vertical desde el nivel de referencia al centro del manómetro en la descarga, en m.c.a.
10	P_{gd}	Presión en la descarga de la bomba, en Pa, medida directamente en el manómetro en la descarga y convertida a, m.c.a.
11	A_d	Area interior del tubo en la descarga, en m^2. $= [\pi \times D_{id}^2/4] = 3{,}1416 \times D_{id}^2/4$ D_{id}= diámetro interior del tubo de descarga
12	h_{vd}	Carga dinámica en la descarga, en m.c.a. $= [\{(6)/(11)\}^2/2g]$
13	h_d	Carga en la descarga, en m.c.a. = [(9) + (10) + (12)]
14	H	Carga dinámica total, en m.c.a. = [(13) - (8)]
15	E	Consumo de energía, en Wh.

9.4 Métodos de medición

9.4.1 Medición de flujo

Esta medición se puede realizar mediante cualquier método que cumpla con lo especificado en los incisos 9.2.3, 9.2.4 y 9.2.5; a continuación se mencionan algunos métodos:

9.4.1.1 Valores obtenidos mediante el promedio en un intervalo de tiempo.

Método de pitometría (tubo pitot) y el método del tanque volumétrico.

9.4.1.2 Valores instantáneos

Placas de orificio calibrado, tubos vénturi, toberas, rotámetros y medidores de flujo externos magnéticos.

9.4.2 Medición de la carga

9.4.2.1 Carga dinámica total de bombeo

La carga dinámica total de bombeo debe expresarse en pascales y se obtiene de acuerdo con las ecuaciones de la definición del inciso 4.2.

9.4.2.2 Instrumentos para medir la presión

9.4.2.2.1 Manómetro

Debe usarse Manómetros de Bourdon calibrados para la medición de la presión tanto a la descarga como a la succión de la bomba, o también se puede usar manómetros digitales con sensores de presión (transductor) ambos instrumentos deben contar con certificado de calibración; su precisión debe de ser de ±0,5% a escala plena.

9.4.3 Medición de la frecuencia de rotación

La frecuencia de rotación debe ser medida mediante alguno de los siguientes instrumentos: tacómetro de indicación directa, contador óptico, frecuencímetro o estroboscopio.

9.4.4 Medición de la potencia a la entrada de la bomba

La potencia de entrada a la bomba debe ser determinada mediante la frecuencia de rotación y el par, o mediante la medición de la potencia demandada por un motor eléctrico de eficiencia certificada (por el fabricante del motor), que esté directamente acoplado a la bomba.

9.4.5 Medición del par

El par debe ser medido por un torquímetro colocado entre el acoplamiento de motor y bomba o mediante la medición de la fuerza aplicada a cierto brazo de palanca, en ambos casos debe cumplir con los requerimientos del inciso 9.2.3.

9.4.6 Medición de la potencia a la entrada del conjunto motor-bomba

La potencia de entrada al conjunto motor-bomba debe ser medida directamente de la alimentación del motor, para esta medición deberá hacerse de acuerdo a lo definido en 9.3.1

9.4.6.1 Medición del consumo de energía

La potencia eléctrica y el consumo de energía deben ser medidas en forma directa mediante un wáttmetro, analizador de potencia o en forma indirecta mediante vóltmetro, ampérmetro, factorímetro, etc., debidamente calibrado. Esta medición debe hacerse lo más cercano a las terminales de alimentación del motor.

Los instrumentos de medición deben seleccionarse para que el valor leído esté dentro del intervalo de la escala recomendado por el fabricante del instrumento o, en su defecto, en el tercio superior de la escala del mismo.

Los instrumentos analógico o digitales deben de estar calibrados con una incertidumbre máxima de ± 0,3% a plena escala. Cuando se utilicen transformadores de corriente y potencial, se deben de realizar las correcciones necesarias para considerar los errores de relación y fase en las lecturas de tensión y corriente eléctricas. Estos errores no deben de ser mayores a 0,3%.

9.4.7 Informe de la prueba

Los resultados de la prueba deben incluirse en un informe, el cual, debe ser firmado por el responsable de la prueba de acuerdo con los lineamientos de la entidad de acreditación.

Contenido del informe:

1. Lugar y fecha de la prueba.
2. Nombre del fabricante, tipo y características de la bomba o conjunto motor-bomba, número de serie, y año de construcción.
3. Variables garantizadas y condiciones de operación durante la prueba (incluidas en la Tabla 6).
4. Especificaciones del motor de la bomba.
5. Descripción del procedimiento de prueba y los aparatos de medición usados incluyendo los datos de calibración.
6. Las lecturas realizadas.
7. La evaluación y análisis de los resultados de la prueba.
8. Construcción de la curva característica de la bomba, de acuerdo con los datos obtenidos durante la prueba.
9. Conclusiones.

10. Anexos.

Se debe entregar un plano de la instalación indicando todas las cotas, incluyendo las distancias del centro del impulsor al centro del manómetro, tanto a la succión como en la válvula de descarga.

En la tabla 5, se muestra un ejemplo del formato de registro de lecturas para cada punto de prueba.

Todos los cálculos involucrados en el desarrollo de las pruebas de bombas están indicados a continuación

TABLA 5.- Registro de lecturas para cada punto de prueba

Lugar y fecha:																					
Liq. De prueba	Densidad, en kg/m^3:					Viscosidad, en m^2/s:					Sólidos disueltos, en kg/m^3:										
Bomba	Tipo:					No. serie:															
Datos de placa del motor	Marca:					Tensión (V):					Velocidad de rotación (r/min):										
	Tipo:					Corriente (A)					Potencia (kW):										
Condiciones de la prueba	Presión barométrica (Pa):					Diám. Int. de la tubería, en m. En la succión: En la descarga:					Carga dinámica total, en m.c.a										
Inicio	Hora:					Temp. del agua (ºC):					Temp. ambiente (ºC):										
Final	Hora:					Temp. del agua (ºC):					Temp. ambiente (ºC):										
Núm. de punto de prueba	Medición de flujo (m^3/s)					Presión en la succión en m.c.a.					Presión en la descarga en m.c.a.					Potencia demandada (W)					Vel. rotación (r/min)
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
1																					
2																					
3																					
4																					
5																					
6																					
7																					
8																					
9																					
10																					

TABLA 6.- Secuencia de cálculo

#	Símbolo	Descripción	1	2	3	4	5
1	Z_s	Distancia vertical desde el nivel de referencia al centro del manómetro en la succión, en m.c.a.					
2	P_{gs}	Presión en la succión de la bomba, en Pa, medida directamente					

		en el manómetro en la succión y convertida a, m.c.a.					
3	A_s	Area interior del tubo en la succión, en m^2. $= \pi \times D_{is}^2/4 = 3,1416 \times D_{is}^2/4$ D_{is}= diámetro interior del tubo de succión					
4	r	Densidad del agua utilizada, en kg/m^3					
5	g	Gravedad = 9,81 m/s^2					
6	q_v	Flujo (m^3/s)					
7	h_{vs}	Carga dinámica en la succión, en m.c.a. $= [\{(6)/(3)\}^2/2g]$					
8	h_s	Carga en la succión, en m.c.a. = [(1) + (2) + (7)]					
9	Z_d	Distancia vertical desde el nivel de referencia al centro del manómetro en la descarga, en m.c.a.					
10	P_{gd}	Presión en la descarga de la bomba, en Pa, medida directamente en el manómetro en la descarga y convertida a, m.c.a.					
11	A_d	Area interior del tubo en la descarga, en m^2. $= [\pi \times D_{id}^2/4] = 3,1416 \times D_{id}^2/4$ D_{id}= diámetro interior del tubo de descarga					
12	h_{vd}	Carga dinámica en la descarga, en m.c.a. $= [\{(6)/(11)\}^2/2g]$					
13	h_d	Carga en la descarga, en m.c.a. = [(9) + (10) + (12)]					
14	H	Carga dinámica total, en m.c.a. = [(13) - (8)]					
15	F	Fuerza, en N					
16	L	Brazo de palanca, en m					
17	t	Par, en N×m = (15)×(16)					
18	n	Velocidad de rotación en la bomba, en r/min					
19	P_{eb}	Potencia de entrada a la bomba en W. = (17)x(18)/60					
19a	P_{em}	Potencia de entrada al motor, en W					
20	P_s	Potencia de salida de la bomba, en W $= [(6) \times (14) \times r \times g]$					
21	η^b	Eficiencia de la bomba, en % = [(20) / (19) × 100]					
22	η^b	Eficiencia del conjunto motor-bomba, en % = [(20) / (19a) × 100]					

10. Etiquetado

Las bombas y conjunto motor-bomba para manejo de agua de uso doméstico, objeto de esta Norma Oficial Mexicana y que se comercialicen en los Estados Unidos Mexicanos, deben llevar una etiqueta que proporcione a los usuarios información sobre la eficiencia energética de este producto, de forma que pueda ser comparada con otras bombas y conjunto motor-bomba de la misma potencia.

10.1 Permanencia

La etiqueta debe ir adherida o colocada en el producto ya sea por medio de un engomado, o en su defecto por medio de un cordón, en cuyo caso, la etiqueta debe tener la rigidez suficiente para que no se flexione por su propio peso. En cualquiera de los casos la etiqueta debe permanecer en el producto hasta el momento de adquisición por el consumidor final.

10.2 Ubicación

La etiqueta debe estar ubicada en un área de exhibición del producto visible al consumidor.

10.3 Información

La etiqueta de eficiencia energética debe contener como mínimo la información que se lista a continuación, impresa en forma legible e indeleble.

El tipo de letra puede ser Arial o Helvética.

10.3.1 La leyenda "EFICIENCIA ENERGETICA", en tipo negrita.

10.3.2 La leyenda "Eficiencia en el Punto Optimo de Operación" en tipo normal.

10.3.3 La leyenda "Determinado como se establece en la NOM-004-ENER-2008", en tipo normal.

10.3.4 La leyenda "Marca(s)" seguida del nombre y/o marca(s) registrada(s) del fabricante, en tipo normal.

10.3.5 La leyenda "Modelo(s)" seguida del modelo(s) del producto, en tipo normal.

10.3.6 La leyenda "Potencia:" seguida de la potencia del aparato en kW, según 5.1, en tipo normal.

10.3.7 La leyenda "Caudal en el punto óptimo de operación:" seguida del caudal en el punto óptimo de operación en l/min, obtenido durante la prueba, en tipo normal.

10.3.8 La leyenda "Carga en el punto óptimo de operación:" seguida de la carga en el punto óptimo de operación en kPa (m.c.a.), obtenido durante la prueba, en tipo normal.

10.3.9 La leyenda "Carga a válvula de descarga cerrada:" seguida de la carga a válvula de descarga cerrada en kPa (m.c.a.), obtenido durante la prueba, en tipo normal.

10.3.10 La leyenda "Eficiencia mínima en el punto óptimo de operación (%):", en tipo normal, seguida de la eficiencia mínima en el punto óptimo de operación, según 6.1, en tipo negrita.

10.3.11 La leyenda "Eficiencia en el punto óptimo de operación (%):", en tipo normal, seguida de la eficiencia en el punto óptimo de operación, obtenida durante la prueba, según 8.2, en tipo negrita.

10.3.12 La leyenda "Compare la eficiencia en el punto óptimo de operación de este producto, con otros similares antes de comprar.", en tipo negrita.

10.3.13 La leyenda "Ahorro de energía" colocada de manera horizontal, en tipo negrita.

10.3.14 Una barra horizontal de 8 cm ±0,5 cm de tonos crecientes, del claro hasta el negro, indicando el porciento de ahorro de energía, del 0% al 50%.

Debajo de la barra en 0% debe colocarse la leyenda "menor ahorro", en tipo negrita y debajo de la barra en 50% debe colocarse la leyenda "mayor ahorro", en tipo negrita.

10.3.15 La leyenda "Ahorro de energía de este producto", en tipo normal.

10.3.16 Una flecha con el porcentaje de ahorro de energía que tiene el aparato, obtenido con el siguiente cálculo, en negrita:

Ahorro de energía = Eficiencia en el punto óptimo de operación del producto - Eficiencia mínima en el punto de óptimo de operación.

Esta flecha debe colocarse de tal manera que coincidan su punta y los tonos de la barra que descritos en el inciso anterior en el punto en que el ahorro de energía se represente gráficamente.

10.4 Dimensiones

Las dimensiones de la etiqueta son las siguientes:

Alto 14,0 cm ±1cm

Ancho 10,0 cm ±1cm

10.5 Distribución de la información y colores

10.5.1 La información debe distribuirse como se muestra en la figura 1, que presenta un ejemplo de etiqueta.

10.5.2 La distribución de los colores se realiza de la siguiente manera:

Toda la información descrita en el inciso 10.3, así como las líneas y contorno de las flechas debe ser de color negro.

- El contorno de la etiqueta debe ser sombreado.
- El resto de la etiqueta debe ser de color amarillo.

11. Vigilancia

La Secretaría de Energía y la Procuraduría Federal del Consumidor, conforme a sus atribuciones y en el ámbito de sus respectivas competencias, son las autoridades que están a cargo de vigilar el cumplimiento de la presente Norma Oficial Mexicana.

El incumplimiento de la presente Norma Oficial Mexicana debe ser sancionado conforme a lo dispuesto por la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica, su Reglamento y demás disposiciones.

12. Evaluación de la conformidad

La evaluación de la conformidad de la bomba y del conjunto motor-bomba objeto de la presente Norma Oficial Mexicana debe demostrarse por medio de un certificado emitido por la dependencia competente o por personas acreditadas y aprobadas para ello en términos de lo dispuesto por la Ley Federal sobre Metrología y Normalización y su Reglamento.

13. Bibliografía

- Ley Federal sobre Metrología y Normalización, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 1 de julio de 1992.
- Reglamento de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 14 de enero de 1999.
- Hydraulic Institute Standards for centrifugal, rotary and reciprocating pumps, published by hydraulic Institute, 1975, 13a. Edición.
- ISO 9906 Rotodynamic pumps-Hydraulic performance acceptance tests-Grades 1 and 2, First edition (1999-12-15).

14. Concordancia con normas extranjeras

Esta Norma coincide parcialmente con la Norma ISO 9906 (first edition 1999-12-15)

15. Transitorios

Primero. La presente Norma Oficial Mexicana una vez publicada en el Diario Oficial de la Federación y a su entrada en vigor, cancelará y sustituirá a la NOM-004-ENER-1995, Eficiencia energética de bombas centrífugas para bombeo de agua para uso doméstico en potencias de 0,187 kW a 0,746 kW.- Límites, método de prueba y etiquetado, que fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el 22 de diciembre de 1995.

Segundo. La presente Norma Oficial Mexicana una vez publicada en el Diario Oficial de la Federación, entrará en vigor 60 días naturales después de dicha publicación y a partir de esta fecha todas las bombas y conjunto motor-bomba, comprendidos en el campo de aplicación de esta Norma Oficial Mexicana, deben ser certificados con base en la misma.

Tercero. Las bombas y conjuntos motor-bomba con certificado de cumplimiento con la NOM-004-ENER-1995, otorgado antes de la fecha de entrada en vigor de la presente Norma Oficial Mexicana, por un organismo de certificación acreditado y aprobado, podrán comercializarse hasta agotar el inventario del producto amparado por el certificado.

Cuarto. No es necesario esperar el vencimiento del certificado de cumplimiento con la NOM-004-ENER-1995 para obtener el certificado de cumplimiento con la NOM-004-ENER-2008, si así le interesa al comercializador.

Sufragio Efectivo. No Reelección.

México, D.F., a 7 de julio de 2008.- El Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización para la Preservación y Uso Racional de los Recursos Energéticos (CCNNPURRE) y Director General de la Conae, **Juan Cristóbal Mata Sandoval**.- Rúbrica.

APENDICE A (Normativo) Etiqueta de eficiencia energética

EFICIENCIA ENERGETICA

Eficiencia en el Punto Optimo de Operación

Determinado como se establece en la **NOM-004-ENER-2008**

Marca(s):	Norm-EE	Potencia (kW):	**0,746**
Modelo(s):	EE-007		

Caudal en el punto óptimo de operación (l/min)	**145**
Carga en el punto óptimo de operación en kPa (m.c.a.)	**294 (29.98)**
Carga a válvula de descarga cerrada en kPa (m.c.a.)	**150 (15.31)**
Eficiencia mínima en el punto óptimo de operación (%):	**55**
Eficiencia en el punto óptimo de operación del producto (%):	**58**

Compare la eficiencia en el punto óptimo de operación de este producto, con otros similares antes de comprar.

Ahorro de Energía

Ahorro de energía
de este producto

3%

0%	5%	10%	15%	20%	25%	30%	35%	40%	45%	50%

Menor Ahorro **Mayor Ahorro**

Importante

El consumo de energía efectivo dependerá de los hábitos de uso y localización del producto.

La etiqueta no debe retirarse del producto hasta que haya sido adquirido por el consumidor final.

APENDICE B (Informativo)

FACTORES DE CONVERSION

Las unidades en otro sistema de unidades que no sea el sistema internacional que se pueden utilizar para la aplicación de los métodos de prueba de esta Norma son:

-Presión:

1 Pa	=	101,97 x 10^{-6} metros columna de agua
9 806 Pa	=	1 metro columna agua
1 kPa	=	1 000 Pa
1 Pa	=	1 N/m^2
1 N/m^2	=	1 kg/ms^2
1m^3/s	=	60 000 l/min
0,145038 psi	=	0,101978 m columna de agua

-Temperatura:

1°C	=	(1/1,8) x (°F-32)
1°F	=	(°C x 1,8) + 32

-Potencia:

1 kW	=	1,34 CP
1 CP	=	0,746 kW