SECRETARIA DE ENERGIA

NORMA Oficial Mexicana NOM-010-ENER-2004, Eficiencia energética del conjunto motor bomba sumergible tipo pozo profundo. Límites y método de prueba.

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).

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-010-ENER-2004, EFICIENCIA ENERGETICA DEL CONJUNTO MOTOR BOMBA SUMERGIBLE TIPO POZO PROFUNDO. LIMITES Y METODO DE PRUEBA.

La Secretaría de Energía, por conducto de la Comisión Nacional para el Ahorro de Energía, con fundamento en los artículos 38 fracción II, 40 fracción X, 41, 43 y 47 fracción IV de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 33 fracciones VIII y IX de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 3 fracción VI inciso c), 34 fracciones XVI, XIX y XXII y 40 del Reglamento Interior de la Secretaría de Energía; 28 y 34 del Reglamento de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 1, 2, 3 fracción I y 8 fracciones I y VIII del Decreto por el que se crea la Comisión Nacional para el Ahorro de Energía, como órgano desconcentrado de la Secretaría de Energía y 1 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 promuevan la eficiencia del sector energético;

Que el Programa Nacional de Normalización de 2004 publicado en el **Diario Oficial de la Federación** el 24 de mayo de ese mismo año, contempla la actualización de la Norma Oficial Mexicana NOM-010-ENER-1996, Eficiencia energética de bombas sumergibles. Límites y método de prueba, cuya finalidad es la preservación y uso racional de los recursos energéticos;

Que habiéndose cumplido el procedimiento establecido en la Ley Federal sobre Metrología y Normalización y su Reglamento, 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-010-ENER-2003, Eficiencia energética del conjunto motor bomba sumergible tipo pozo profundo. Límites y método de prueba; lo que se realizó en el **Diario Oficial de la Federación** el 2 de noviembre de 2004, 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, 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;

Que con fecha 16 de marzo de 2005, se publicaron en el **Diario Oficial de la Federación** las respuestas a los comentarios recibidos respecto del Proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-010-ENER-2003, Eficiencia energética del conjunto motor bomba sumergible tipo pozo profundo. Límites y método de prueba;

Que en la sesión XXXI Ordinaria del Comité Consultivo Nacional de Normalización para la Preservación y uso Racional de los Recursos Energéticos (CCNNPURRE), celebrada el 25 de noviembre de 2004, los miembros del Comité aprobaron por consenso la norma referida, 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-010-ENER-2004, EFICIENCIA ENERGETICA DEL CONJUNTO MOTOR BOMBA SUMERGIBLE TIPO POZO PROFUNDO. LIMITES Y METODO DE PRUEBA

Sufragio Efectivo. No Reelección.

México, D.F., a 31 de marzo de 2005.- El Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización para la Preservación y Uso Racional de los Recursos Energéticos (CCNNPURRE) y Director General de la Comisión Nacional para el Ahorro de Energía, **Carlos Domínguez Ahedo**.- Rúbrica.

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-010-ENER-2004, EFICIENCIA ENERGETICA DEL CONJUNTO MOTOR BOMBA SUMERGIBLE TIPO POZO PROFUNDO. LIMITES Y METODO DE PRUEBA

PREFACIO

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

- ASESORIA Y PRUEBAS A EQUIPO ELECTRICO Y ELECTRONICO, S.A. DE C.V.
- ASOCIACION DE NORMALIZACION Y CERTIFICACION, A.C.
- ASOCIACION NACIONAL DE EMPRESAS DE AGUA Y SANEAMIENTO DE MEXICO, A.C.
- BOMBAS ALEMANAS, S.A. DE C.V.
- BOMBAS CENTRIFUGAS ALEMANAS, S.A. DE C.V.
- BOMBAS GOULDS DE MEXICO, S. DE R.L. DE C.V.
- BOMBAS GRUNDFOS DE MEXICO, S.A. DE C.V.
- BOMBAS PEDROLLO DE MEXICO, S.A. DE C.V.
- BONASA, S.A. DE C.V.
- CAMARA MEXICANA DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION
- COMISION NACIONAL DEL AGUA
- FIDEICOMISO PARA EL AHORRO DE ENERGIA ELECTRICA
- GRUPO INDUSTRIAL GM, S.A. DE C.V.
- GRUPO ROTOPLAS, S.A. DE C.V.
- INDAR AMERICA, S.A. DE C.V.
- INDUSTRIAS LOPRAIZA, S.A. DE C.V.
- KSB DE MEXICO, S.A. DE C.V.
- MOTORES FRANKLIN, S.A. DE C.V.
- PETROLEOS MEXICANOS
- PROGRAMA DE AHORRO DE ENERGIA EN EL SECTOR ELECTRICO
- SISTEMA DE AGUAS DE LA CIUDAD DE MEXICO
- STA RITE DE MEXICO, S.A. DE C.V.
- WEG MEXICO, S.A. DE C.V.
- WORTHINGTON DE MEXICO, S.A. DE C.V.

INDICE

1. Objetivo

2. Campo de aplicación

3. Referencias

4. Definiciones

4.1 Bomba

4.2 Bomba sumergible

4.3 Carga

4.4 Carga a la descarga (*hd*)

4.5 Carga de velocidad (*hv*)

4.6 Carga total de bombeo (*H*)

4.7 Condiciones estables

4.8 Corriente eléctrica (*I*)

4.9 Eficiencia del conjunto motor-bomba sumergible (η_t)

4.10 Factor de potencia (*fp*)

4.11 Flujo, capacidad o gasto (*qv*)

4.12 Frecuencia de rotación (*n*)

4.13 Motor eléctrico sumergible

4.14 Nivel de referencia

4.15 Nivel dinámico (*ND* o *Zd*)

4.16 Potencia de entrada al motor (*Pe*)

4.17 Potencia de salida de la bomba (*Ps*)

4.18 Tensión eléctrica (*V*)

5. Clasificación

6. Especificaciones

6.1 Determinación de la eficiencia

6.2 Valores mínimos de eficiencia para el conjunto motor-bomba sumergible

7. Muestreo

8. Método de prueba

8.1 Requerimientos para la prueba

8.2 Condiciones de la prueba

8.3 Métodos de medición

8.4 Verificación de la eficiencia garantizada del conjunto motor-bomba sumergible

8.5 Informe de la prueba

8.6 Cálculos

9. Información

9.1 Datos característicos de placa

10. Vigilancia

11. Evaluación de la conformidad

12. Bibliografía

13. Concordancia con normas internacionales

14. Transitorios

1. Objetivo

Esta Norma Oficial Mexicana fija los valores mínimos de eficiencia energética que debe cumplir el conjunto motor-bomba sumergible de tipo pozo profundo y establece el método de prueba para verificar en laboratorio dicha eficiencia.

2. Campo de aplicación

Esta Norma Oficial Mexicana aplica únicamente a los conjuntos motor-bomba sumergible tipo pozo profundo, accionados con motor trifásico sumergible, de manufactura nacional o extranjera, comercializados en los Estados Unidos Mexicanos, para el manejo de agua limpia con las propiedades que se especifican en esta Norma Oficial Mexicana. No aplica para conjuntos motor-bomba sumergibles para bombeo de aguas negras y lodos.

3. Referencias

Para la correcta aplicación de esta Norma Oficial Mexicana deben 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-106-SCFI-2000, Características de diseño y condiciones de uso de la contraseña oficial, publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 2 de febrero de 2001.

4. Definiciones

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

4.1 Bomba

Máquina hidráulica que convierte la energía mecánica en energía de presión, transferida al agua.

4.2 Bomba sumergible

Máquina hidráulica que convierte la energía mecánica en energía de presión transferida al agua, para trabajar acoplada directamente a un motor eléctrico sumergible.

4.3 Carga

Es el contenido de energía mecánica que requiere la bomba sumergible para mover el agua desde el nivel dinámico hasta su punto final de descarga.

4.4 Carga a la descarga (h_d)

Está dada por la suma algebraica de la presión manométrica medida a la descarga (convertida en metros de columna de agua y corregida con la altura a la línea de centros de la toma de señal de presión), la carga de velocidad y las pérdidas por fricción, en m, expresada por:

$$h_d = P_{gd} + h_{fc} + h_v$$

donde:

h_d Carga a la descarga, en m;

P_{gd} Presión en la descarga, en metros de columna de agua;

h_{fc} Pérdidas por fricción en la columna, en metros de columna de agua;

h_v Carga de velocidad, en m.

4.5 Carga de velocidad (h_v)

Es la energía cinética por unidad de peso del líquido en movimiento, expresada por:

$$h_v = \frac{v^2}{2g}$$

donde:

h_v Carga de velocidad, en m;

v Velocidad del agua dentro de la tubería, en m/s;

g Aceleración de la gravedad (g = 9,806 65 m/s^2, a nivel del mar).

4.6 Carga total de bombeo (H)

Está dada por la suma algebraica de la presión manométrica medida a la descarga (convertida en metros de columna de agua y corregida con la altura a la línea de centros de la toma de señal de presión), el nivel dinámico, las pérdidas por fricción en la columna y la carga de velocidad. Su expresión matemática es:

$$H = P_{gd} + Z_d + h_{fc} + h_v$$

donde:

H	Carga total de bombeo, en m;
P_{gd} o P_m	Presión en la descarga, en metros de columna de agua, se mide directamente en el manómetro colocado inmediatamente después del cabezal de descarga (ver figura 1.) Normalmente la medición se realiza en kg/cm^2, referirse al apéndice para consultar los factores de conversión;
Z_d o ND	Nivel dinámico, en m;
h_{fc}	Pérdidas por fricción en la columna en metros de columna de agua. Se determina por medio de tablas proporcionadas por el fabricante o manuales de hidráulica. Las pérdidas en el codo de descarga y otros accesorios no se consideran por ser poco significativas;
h_v	Carga de velocidad, en m.

4.7 Condiciones estables

Es cuando las señales indicadas por los instrumentos de medición cumplen con las oscilaciones y variaciones permitidas, ver el punto 8.2.4.

4.8 Corriente eléctrica (*I*)

Es la intensidad de corriente que pasa a través de un conductor con resistencia R (ohm) y cuya diferencia de potencial entre sus extremos es *V (volt)*, su unidad es el ampere.

4.9 Eficiencia del conjunto motor-bomba sumergible (η_t)

Es la relación de la potencia de salida de la bomba sumergible entre la potencia de entrada al motor, se expresa en por ciento.

$$\eta_t = \frac{q_v \rho g H}{\sqrt{3}\, V I fp} \; 100$$

donde:

η_t	Eficiencia del conjunto motor-bomba sumergible;
q_v	Flujo, en m^3/s;
P	Densidad del agua bombeada, en kg/m^3 ;
g	Aceleración de la gravedad, en m/s^2;
H	Carga total de bombeo, en m;
V	Tensión eléctrica, en Volt;
I	Corriente eléctrica, en ampere;
fp	Factor de potencia, adimensional.

4.10 Factor de potencia (*fp*)

Relación entre la potencia activa y la potencia aparente.

4.11 Flujo, capacidad o gasto (q_v)

Razón a la cual el volumen de agua cruza la sección transversal del tubo en una unidad de tiempo, expresada en m^3/s.

4.12 Frecuencia de rotación (*n*)

Es el número de revoluciones por unidad de tiempo a las que gira la flecha del conjunto motor-bomba sumergible, expresada en min^{-1} o r/min (revoluciones por minuto).

4.13 Motor eléctrico sumergible

Es una máquina rotatoria para convertir energía eléctrica en mecánica, diseñada para operar acoplado a una bomba, sumergidos en el agua.

4.14 Nivel de referencia

Es el plano inferior de la placa base soporte de la columna en el brocal del pozo o fosa de prueba y es la referencia para todas las mediciones hidráulicas.

4.15 Nivel dinámico (*ND o* Z_d)

Es la distancia vertical desde el nivel de referencia hasta la superficie del agua cuando se encuentra en operación estable el equipo de bombeo.

4.16 Potencia de entrada al motor (P_e)

Es la potencia en Watt, que requiere el motor eléctrico trifásico acoplado a la bomba sumergible, expresado como:

$$P_e = \sqrt{3}\, V\, I\, fp$$

donde:

V Tensión eléctrica, en V;

I Corriente eléctrica, en A;

fp Factor de potencia, adimensional.

4.17 Potencia de salida de la bomba (P_S)

Es la potencia en Watt, transferida al agua por la bomba, medida lo más cerca posible del cabezal de descarga. Su expresión matemática es:

$$P_s = q_v\, \rho\, g\, H$$

donde:

q_V Flujo, en m^3/s;

P Densidad del agua bombeada, en kg/m^3 ;

g Aceleración de la gravedad, en m/s^2 ;

H Carga total de bombeo, en m.

4.18 Tensión eléctrica (*V*)

Diferencia de potencial medida entre dos puntos de un circuito, expresada en Volt.

5. Clasificación

Para efectos de aplicación de esta Norma Oficial Mexicana, las bombas sumergibles, se agrupan de acuerdo a la capacidad expresada en l/s (litros/segundo), quedando los grupos definidos como se muestra en la tabla 1; los motores eléctricos trifásicos que deben acoplarse se agrupan de acuerdo a la potencia nominal expresada en kilowatts (kW), como se indica en la tabla 2.

6. Especificaciones

6.1 Determinación de la eficiencia

Para la determinación de la eficiencia óptima del conjunto motor-bomba sumergible se requiere como prueba única la que se aplica según el método incluido en el capítulo 8 de esta Norma.

6.2 Valores mínimos de eficiencia para el conjunto motor-bomba sumergible

Todo conjunto motor-bomba sumergible, de este tipo, comercializado a partir de la fecha de entrada en vigor de esta Norma una vez que se publique en el **Diario Oficial de la Federación** como Norma Oficial Mexicana definitiva, debe cumplir con los valores de eficiencia que se obtengan como producto de la

multiplicación de la eficiencia de la bomba sumergible por la eficiencia del motor que tenga acoplado, estos valores están indicados en las tablas 1 y 2.

TABLA 1.- Valores de referencia para el cálculo de la eficiencia mínima de la bomba sumergible

Capacidad de la bomba sumergible (l/s)	Eficiencia (%)
Mayor que 0,3 hasta 0,5	40
Mayor que 0,5 hasta 2,0	49
Mayor que 2,0 hasta 5,0	62
Mayor que 5,0 hasta 10,0	69
Mayor que 10,0 hasta 15,0	71
Mayor que 15,0 hasta 25,0	73
Mayor que 25,0 hasta 30,0	74
Mayor que 30,0 hasta 60,0	77
Mayor que 60,0	78

TABLA 2.- Valores de referencia para el cálculo de la eficiencia mínima del motor sumergible

Motor (KW)	Motor (Hp)	Eficiencia (%)
Hasta 1,492	Hasta 2,0	68
Mayor que 1,492 hasta 3,73	Mayor que 2,0 hasta 5,0	73
Mayor que 3,73 hasta 5,595	Mayor que 5,0 hasta 7,5	75
Mayor que 5,595 hasta 7,46	Mayor que 7,5 hasta 10,0	77
Mayor que 7,46 hasta 11,19	Mayor que 10,0 hasta 15,0	79
Mayor que 11,19 hasta 14,92	Mayor que 15,0 hasta 20,0	80
Mayor que 14,92 hasta 22,38	Mayor que 20,0 hasta 30,0	81
Mayor que 22,38 hasta 29,84	Mayor que 30,0 hasta 40,0	83
Mayor que 29,84 hasta 44,76	Mayor que 40,0 hasta 60,0	86
Mayores que 44,76	Mayores que 60,0	87

7. Muestreo

La Secretaría de Energía a través de la Comisión Nacional para el Ahorro de Energía, establecerá el procedimiento para la evaluación de la conformidad (incluyendo el muestreo), del conjunto motor-bomba sumergible con las especificaciones establecidas en esta Norma, de acuerdo con el artículo 73 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización.

8. Método de prueba

8.1 Requerimientos para la prueba.

8.1.1 Aplicación del método de prueba

Aplica para pruebas de bombas sumergibles de pozo profundo de flujo radial y semiaxial, accionadas por motor sumergible de cualquier capacidad especificado en las tablas 1 y 2 de esta Norma.

8.1.2 Lugar de la prueba

Las pruebas al producto, deben de realizarse en un laboratorio de prueba debidamente acreditado por las entidades de acreditación y aprobado por la dependencia competente.

8.1.3 Fluido para la prueba

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

8.1.4 Personal

El personal responsable de las pruebas debe estar acreditado ante las entidades de acreditación autorizadas para tales efectos.

8.1.5 Puntos a probar

Los parámetros garantizados por el fabricante serán la parte esencial de la prueba, así como la determinación de los límites de operación del equipo.

8.1.6 Informe de la prueba

La evaluación de los resultados de la prueba se debe hacer inmediatamente, incluyendo gráficas de la curva de operación, antes de que la instalación sea desensamblada con la finalidad de poder repetir alguna medición.

8.2 Condiciones de la prueba

8.2.1 Puntos a verificar antes y durante la prueba

Que las condiciones de operación sean estables de acuerdo con las oscilaciones y variaciones de las lecturas permitidas en el punto 8.2.4.

8.2.2 Parámetros garantizados

Los parámetros garantizados por el fabricante para este método de prueba son: la eficiencia del conjunto motor-bomba sumergible para la carga y el flujo especificados en el punto de operación de la bomba sumergible, que debe ser igual o mayor que el valor del producto que se obtenga de multiplicar los valores correspondientes a la capacidad de la bomba sumergible en la tabla 1 y la potencia del motor sumergible en la tabla 2 del inciso 6.2

Nota: En ocasiones el punto de operación, seleccionado por el cliente, está a la izquierda o derecha del punto de mayor eficiencia de diseño, especificado por el fabricante del conjunto motor-bomba sumergible (punto óptimo de operación de la bomba sumergible).

8.2.3 Ejecución de la prueba

Para verificar el punto óptimo, se deben registrar al menos tres puntos de medición, cercanos y agrupados uniformemente alrededor de dicho punto, y para determinar el funcionamiento sobre el intervalo de operación indicado, la bomba sumergible debe ser operada desde capacidad cero hasta la máxima capacidad mostrada en la curva de operación suministrada por el fabricante, tomando como mínimo seis puntos de medición, considerando tres puntos arriba y tres abajo del punto garantizado habiendo considerado el grado de exactitud para ser llevada a cabo.

8.2.4 Oscilaciones permisibles en el indicador de los instrumentos de medición

Variable medida	Máxima oscilación permisible **
Flujo, Carga, Potencia	± 3%
Frecuencia de rotación	± 1%

Nota: Cuando se use un dispositivo de presión diferencial para medir flujo, la máxima oscilación permisible debe ser ± 6%.

** Cuando se utilicen instrumentos de medición analógicos o mecánicos el valor nominal a medir debe de quedar dentro del tercio medio de la escala de medición.

8.2.5 Número de lecturas a tomar durante la prueba

Se deben registrar un mínimo de tres lecturas de cada medición, previamente es necesario verificar que se cumpla con los límites de oscilación y las variaciones permitidas en las lecturas.

Los límites de variación entre mediciones repetidas son:

Número de lecturas	Máxima diferencia permisible entre la lectura mayor y menor de cada variable (%)	
	Flujo, Carga, Potencia	Frecuencia de rotación
3	0,8	0,25
5	1,6	0,5
7	2,2	0,7
9	2,8	0,9

8.2.6 Corrección de la frecuencia de rotación

Cuando la prueba se realice a frecuencia de rotación diferente a la nominal especificada por el fabricante, deben hacerse las correcciones de flujo, carga y potencia obtenidas durante la prueba, de acuerdo a las ecuaciones siguientes que expresan las leyes de afinidad.

$$q_0 = q_1\left(\frac{n_0}{n_1}\right)$$

$$H_0 = H_1\left(\frac{n_0}{n_1}\right)^2$$

$$P_0 = P_1\left(\frac{n_0}{n_1}\right)^3$$

donde:

Parámetros nominales		**Parámetros leídos durante la prueba**	
q_0	Capacidad;	q_1	Capacidad;
H_0	Carga total;	H_1	Carga total;
P_0	Potencia demandada por la bomba sumergible;	P_1	Potencia demandada por la bomba sumergible;
n_0	Frecuencia de rotación;	n_1	Frecuencia de rotación.

Lo anterior aplica si la desviación en porcentaje de la frecuencia de rotación con respecto a la frecuencia nominal especificada por el fabricante, no excede a ± 20%.

8.2.7 Exactitud en las mediciones

La tolerancia en la exactitud de los instrumentos de medición determinada por un laboratorio de metrología acreditado y aprobado, debe ser la indicada a continuación:

Variable	Tolerancia (%)
Flujo	± 2,0
Carga, Potencia	± 1,5
Frecuencia de rotación	± 0,5
Eficiencia total (*)	± 2,5
Eficiencia de la bomba sumergible	± 2,8

(*) Eficiencia calculada a partir del flujo, carga y potencia eléctrica.

8.3 Métodos de medición

La determinación del flujo, la carga, la potencia y la frecuencia de rotación son necesarias para la elaboración de la curva de operación del conjunto motor-bomba sumergible, misma que debe servir para verificar los parámetros garantizados por el fabricante. En la figura 1 se muestra una instalación típica para pruebas del conjunto motor-bomba sumergibles en laboratorio.

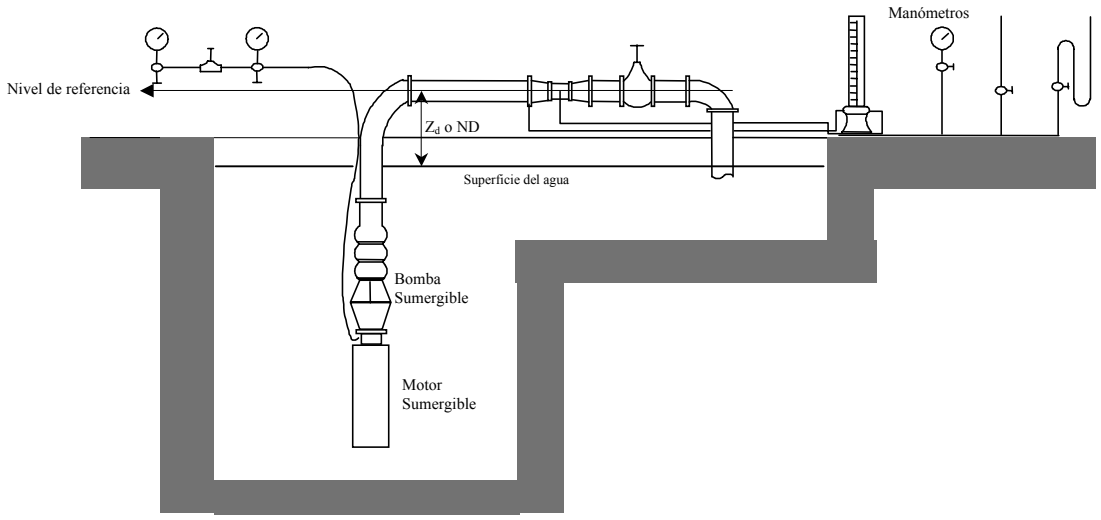


FIGURA 1.- Instalación típica para conjunto motor-bomba sumergible

En los siguientes incisos se mencionan los métodos utilizados en la medición de las variables antes mencionadas.

8.3.1 Medición de flujo

Esta medición puede realizarse mediante cualquier método que cumpla lo especificado en los puntos 8.2.4, 8.2.5 y 8.2.7, a continuación se indican algunos de ellos.

8.3.1.1 Valores promedio en un intervalo de tiempo

Método de pitometría y el método del tanque volumétrico.

8.3.1.2 Valores instantáneos

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

8.3.2 Medición de la carga

8.3.2.1 Carga total de bombeo (*H*), ver inciso 4.6

Para medir la presión de descarga se coloca un manómetro en la línea de descarga de la bomba sumergible, instalando cuatro tomas para la medición de presión, las tomas deben ser distribuidas a 90º alrededor de la circunferencia de la línea, como se muestra en la figura 2A y 2B.

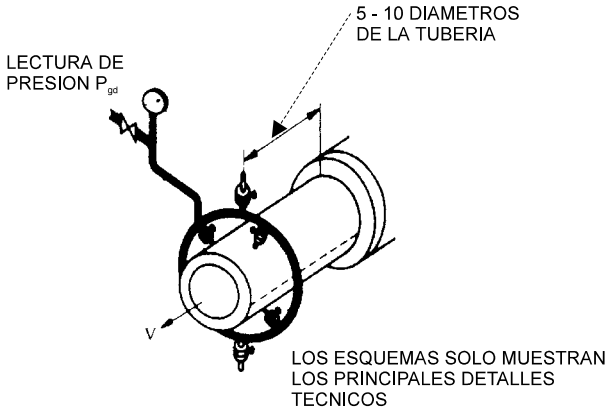
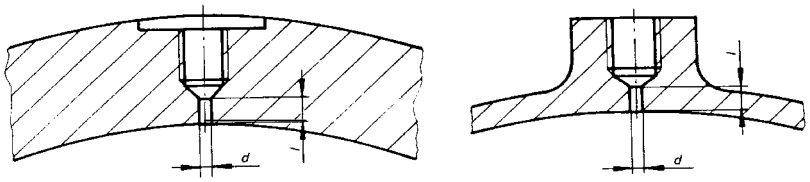


FIGURA 2A Instalación de las tomas de presión

Para paredes gruesas Para paredes delgadas



l =2,5 d, donde d= 3,18 a 6,35 mm

FIGURA 2B Instalación de las tomas de presión

Las tomas de presión deben ser colocadas de 5 a 10 diámetros de la tubería, aguas abajo del codo de descarga, para tener un flujo estable. El diámetro de las tomas debe de ser de 3,18 a 6,35 mm, y la longitud de la perforación para las tomas de presión no debe ser menor a dos veces y medio dicho diámetro.

Las tomas de presión deben ser conectadas a través de válvulas a un cabezal, de tal forma que la presión de cualquier toma pueda ser medida si se requiere. Antes de tomar lecturas, cada toma es sucesivamente abierta, esto a las condiciones normales de prueba de la bomba sumergible. Si una de las lecturas muestra una diferencia mayor de 0,5% con respecto a la media aritmética de las cuatro mediciones, las condiciones de medición deben ser rectificadas antes de empezar la propia prueba.

8.3.2.2 Instrumentos para medir la presión

8.3.2.2.1 Manómetro de columna líquida

No requiere calibración;

Se debe evitar el uso de columnas líquidas diferenciales menores que 50 mm de altura;

El líquido en el manómetro debe permanecer limpio para evitar errores por la variación de la tensión superficial.

8.3.2.2.2 Manómetro de Bourdon

Este tipo de manómetros puede utilizarse en la medición de la presión de descarga de la bomba sumergible.

8.3.2.2.3 Otros tipos de manómetros

Otros tipos de manómetros pueden ser utilizados, siempre que cumplan con las especificaciones necesarias para ser utilizados en la prueba, ver 8.2.4.

8.3.3 Medición de la frecuencia de rotación

La frecuencia de rotación puede ser medida mediante alguno de los siguientes instrumentos: por un tacómetro de indicación directa, por un contador de revoluciones en un intervalo de tiempo, por un dínamo, por un contador óptico y un frecuencímetro o por medio de una medición directa (estroboscopio).

8.3.4 Medición de la potencia eléctrica

La potencia eléctrica debe ser medida en forma directa mediante wattmetros, o en forma indirecta mediante: voltmetros, ampermetros, factorimetros.

8.3.5 Tolerancias en los resultados finales de las pruebas.

Las tolerancias en los resultados finales de las pruebas deben ser las indicadas en la siguiente tabla:

Cantidad	Símbolo	%
Flujo	t_Q	±3
Carga	t_H	±2
Eficiencia del conjunto motor-bomba sumergible	t_η	-2,8

8.4 Verificación de la eficiencia garantizada del conjunto motor-bomba sumergible.

La eficiencia garantizada debe concordar con el punto de operación definido por el punto de intersección de la curva flujo-carga y la línea recta que va desde el origen y pasa a través del punto de operación garantizado (q_v, H). La eficiencia del conjunto motor-bomba sumergible en este punto debe ser como mínimo 0,972 de la especificada.

Nota: Reducción en el diámetro del impulsor

Cuando las características específicas difieren a las características de los equipos con impulsores sin recorte, deberá tomarse en cuenta que para alcanzar los valores de gasto y carga (q_v y H), generalmente se lleva a cabo un recorte en el diámetro de salida del impulsor, así como en los alabes, lo cual implicará un cambio de condición en la eficiencia de la bomba sumergible (η_b), cambio reflejado considerablemente en una disminución de esta condición, así como una caída en la curva de comportamiento.

La eficiencia de la bomba sumergible (η_b) puede suponerse prácticamente inalterada cuando se aplica un recorte no mayor a 1% del diámetro de salida del impulsor y las tolerancias permitidas a las que se deberá sujetar la prueba, deben ser concertadas contractualmente entre el cliente y el proveedor.

$$\eta_b = \frac{\text{Potencia de salida de la bomba}}{\text{Potencia de entrada a la bomba}} . 100$$

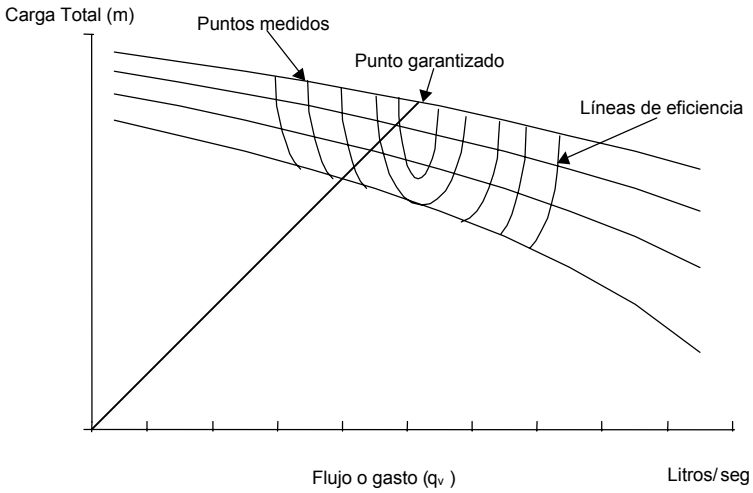


FIGURA 3.- Curva esquemática de capacidad vs. carga total para la verificación de la eficiencia garantizada

8.5 Informe de la prueba

Los resultados de la prueba deben resumirse en un informe, el cual, debe ser firmado por el responsable de la prueba de acuerdo a los lineamientos de las entidades de acreditación.

El informe de la prueba debe contener como mínimo la siguiente información:

1. Lugar y fecha de la prueba;

2. Nombre del fabricante, tipo y características de la bomba sumergible, número de serie, y año de fabricación;

3. Variables garantizadas y condiciones de operación durante la prueba;

4. Especificaciones del motor de la bomba sumergible;

5. Descripción del procedimiento de pruebas 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 sumergible, de acuerdo a los datos obtenidos durante la prueba, y

9. Conclusiones.

8.6 Cálculos

Todos los cálculos involucrados en el desarrollo de las pruebas están indicados en los formatos A y B. La tolerancia máxima permisible combinada (función de los instrumentos de medición empleados durante la prueba), no debe exceder de ± 2,8% del valor determinado.

El cálculo de la tolerancia se determina como se indica en el formato C.

FORMATO A. INFORME DE PRUEBAS

PARAMETROS GARANTIZADOS DE LA BOMBA	MARCA :	MODELO :	
	No. PASOS:	FLUJO (dm^3/s):	
	CARGA TOTAL (m):	EFICIENCIA (%):	
DATOS DE PLACA DEL MOTOR	MARCA:	EFICIENCIA (%):	POTENCIA (kW):
	TENSION (V):	CORRIENTE (A):	FRECUENCIA DE ROTACION ($min.^{-1}$ o r/min.):
DIAMETRO INTERNO DE LA TUBERIA DE DESCARGA (D_i)(m) :			

INSTRUMENTOS DE MEDICION		TIPO	CERTIFICADO DE CALIBRACION		
			Exactitud (%)	Expedido por	Fecha de vencimiento
FLUJO					
PRESION DE DESCARGA					
NIVEL DINAMICO					
POTENCIA ELECTRICA (MEDICION DIRECTA)					
POTENCIA ELECTRICA (MEDICION INDIRECTA)	Vóltmetro				
	Ampérmetro				
	Factorímetro				
DURACION DE LA PRUEBA		FECHA:	HORA DE INICIO:		
		RESPONSABLE:	HORA DE FINALIZACION:		

FORMATO B. INFORME DE PRUEBAS

#	SIMBOLO	DESCRIPCION	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	N_d	NIVEL DINAMICO (m)									
2	X	DISTANCIA DESDE EL NIVEL DE REFERENCIA A LA LINEA DE CENTROS DEL MANOMETRO (m)									
3	P_L	LECTURA DEL MANOMETRO A LA DESCARGA (m)									
4	P_{gd}	PRESION A LA DESCARGA = [(2) + (3)] (m)									
5	A	AREA DEL TUBO A LA DESCARGA (m^2) = [p × Di^2/4]									
6	Q_v	FLUJO (m^3/s)									
7	H_v	CARGA DE FRECUENCIA (m) = [{(6)/(5)}^{2} / 19,6133]									
8	H_{fc}	PERDIDAS DE FRICCION EN LA COLUMNA (m)									
9	H_d	CARGA A LA DESCARGA (m) = [(4) + (7) + (8)]									
10	H	CARGA TOTAL = [(1) + (9)] (m)									
11	I_A I_B I_C I	CORRIENTE LINEA A CORRIENTE LINEA B CORRIENTE LINEA C CORRIENTE PROMEDIO (A) = [(I_A + I_B + I_C) / 3]									

12	V_{AB} V_{BC} V_{AC} V	TENSION FASE AB TENSION FASE BC TENSION FASE AC TENSION PROMEDIO (V) = [(V_{AB} + V_{BC} + V_{AC}) / 3]									
13	F_{pA} F_{pB} F_{pC} F_p	FACTOR DE POTENCIA LINEA A FACTOR DE POTENCIA LINEA B FACTOR DE POTENCIA LINEA C FACTOR DE POTENCIA PROMEDIO (%) = [(f_{pA} + f_{pB} + f_{pC}) / 3]									
14	P_e	POTENCIA DE ENTRADA AL MOTOR (kW) = 1,732×(11)×(12)×(13) X 10^{-3}									
15	P_s	POTENCIA DE SALIDA DE LA BOMBA (kW) = [(6) × (10) × 9,806 65 x 10^{-3}]									
16	η_b	EFICIENCIA DEL CONJUNTO MOTOR-BOMBA SUMERGIBLE (%) = [(15) / (14) × 100]									
		FLUJO (m^3/s)									
		CARGA TOTAL (m)									
		POTENCIA (kW)									

FORMATO C: EXACTITUD ESPERADA DE LA PRUEBA, Ver Inciso 8.6

Medición	Instrumento	Exactitud %	Exactitud al cuadrado
Carga a la descarga (h_d)			--------
Nivel dinámico (Zd)			-------
Flujo (A_2^2)			
Potencia (A_3^2)			

	Resultado	Promedio ponderado al cuadrado (A_1^2)
Promedio ponderado de la exactitud de la carga (*) A_1		
Suma de la exactitud elevada al cuadrado A_4 = (A_1^2+A_2^2+A_3^2)		----------
Exactitud combinada, Ac = $\sqrt{A_4}$		----------

(*) El promedio de la exactitud de la carga es ponderado de acuerdo a la porción de la carga a la descarga y la carga a la succión para la carga total:

Promedio ponderado de la exactitud de la carga = (exactitud Z_d) Z_d / H + (exactitud h_d) h_d/H

donde:

Z_d Nivel dinámico o carga a la succión, en m;

h_d Carga a la descarga, en m;

H Carga total de bombeo, en m.

Observaciones durante la prueba.

_____

_____

_____

9. Información

9.1 Datos característicos de placa

Los siguientes datos son los mínimos que debe llevar la(s) placa(s) de características del conjunto motor-bomba sumergible, expuestos en forma legible e indeleble y en un lugar visible.

Marca registrada y/o símbolo del fabricante;

Modelo;

Potencia en kW (Hp);

Tensión nominal en V;

Capacidad garantizada en dm^3/s (l/s);

Carga garantizada en Pa (metros de columna de agua);

Eficiencia en el punto garantizado en porciento (2 dígitos enteros y 1 decimal);

Frecuencia de rotación en min^{-1} (r/min);

Contraseña oficial, de acuerdo con la NOM-106-SCFI vigente.

La leyenda o símbolo de Hecho en México, ensamblado en México o, en su caso, país de origen.

10. 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, una vez que se publique en el **Diario Oficial de la Federación** como Norma Oficial Mexicana definitiva.

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.

11. Evaluación de la conformidad

La evaluación de la conformidad del conjunto motor-bomba sumergible con las especificaciones de la presente Norma Oficial Mexicana una vez que se publique en el **Diario Oficial de la Federación** como Norma Oficial Mexicana definitiva, se realiza por personas acreditadas y aprobadas en términos de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización y su Reglamento.

12. Bibliografía

Ley Federal sobre Metrología y Normalización, publicado en el **Diario Oficial de la Federación** el 1de julio de 1992 y sus reformas del 20 de mayo de 1997.

Reglamento de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, publicado en el **Diario Oficial de la Federación** el 14 de enero de 1999.

ASTM E-380 1991. Standard practice for use of the international system of units (SI), (The modernized metric system).

ISO 9906 Rotodynamic pumps-Hydraulic performance acceptance test -grades 1 and 2 first edition (1999 12 -15).

U.S. Department of Energy, Classification and Evaluation of Electric Motors and Pumps, DOE/CS-0147, February 1980.

Hydraulic Institute Standards for centrifugal, rotary & reciprocating pumps, published by Hydraulic Institute, Cleveland Ohio, 13th ed. 1975.

NOM-010-ENER-1996, Eficiencia energética de bombas sumergibles. Límites y método de prueba.

13. Concordancia con normas internacionales

Esta Norma concuerda parcialmente con la Norma ISO 9906 Rotodynamic pumps-Hydraulic performance acceptance test -grades 1 and 2 first edition (1999 12 -15)

14. Transitorios

1. Esta Norma Oficial Mexicana, una vez publicada en el **Diario Oficial de la Federación** como Norma Oficial Mexicana definitiva, cancela y sustituye a la NOM-010-ENER-1996, Eficiencia energética de bombas sumergibles. Límites y método de prueba, que fue publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 7 de marzo de 1997.

2. Esta Norma Oficial Mexicana, una vez publicada en el **Diario Oficial de la Federación** como Norma Oficial Mexicana definitiva, entrará en vigor noventa días naturales después de su publicación y, a partir de esa fecha, todos los conjuntos motor-bomba sumergibles tipo pozo profundo comprendidos en su campo de aplicación deberán certificarse con base a la misma.

3. Los conjuntos motor-bomba sumergibles cuya certificación en el cumplimiento con la NOM-010-ENER-1996 se haya realizado antes de la entrada en vigor de la nueva Norma Oficial Mexicana definitiva, por organismos de certificación acreditados y aprobados, podrán comercializarse, como máximo, hasta el término de la vigencia del certificado estipulada en el mismo.

Sufragio Efectivo. No Reelección.

México, D.F., a 31 de marzo de 2005.- El Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización para la Preservación y Uso Racional de los Recursos Energéticos (CCNNPURRE) y Director General de la Comisión Nacional para el Ahorro de Energía, **Carlos Domínguez Ahedo**.- Rúbrica.

APENDICE (informativo)

Factores de Conversión

Para Convertir	a	Multiplicar por
l/s	m^3/s	$1,0 \times 10^{-3}$
galones/min	l/s	$6,309 \times 10^{-2}$
kg/cm^2	metros de columna de agua	10
kg/cm^2	Pa	$9,806 \times 10^{4}$
metros de columna de agua	Pa	$9,806 \times 10^{3}$
Hp	kW	$7,457 \times 10^{-1}$