SECRETARIA DE ENERGIA

PROYECTO de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-001-ENER-2013, Eficiencia energética de bombas verticales tipo turbina con motor externo eléctrico vertical. 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).

PROYECTO DE NORMA OFICIAL MEXICANA, PROY-NOM-001-ENER-2013, EFICIENCIA ENERGETICA DE BOMBAS VERTICALES TIPO TURBINA CON MOTOR EXTERNO ELECTRICO VERTICAL. LIMITES Y METODO DE PRUEBA.

ODON DEMOFILO DE BUEN RODRIGUEZ, 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 Uso Eficiente de la Energía, con fundamento en los artículos: 33 fracción X de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 1, 6, 7 fracción VII, 10, 11 fracciones IV y V y quinto transitorio de la Ley para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía, 38 fracción II, 40 fracciones I, X y XII, 41, 44, 45, 46 y 47 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 28, 33 y 34 del Reglamento de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 2 apartado F, fracción IV, 8 fracciones XIV, XV y XXX y 26 y 27 del Reglamento Interior de la Secretaría de Energía; expide el siguiente:

PROYECTO DE NORMA OFICIAL MEXICANA PROY-NOM-001-ENER-2013, EFICIENCIA ENERGETICA DE BOMBAS VERTICALES TIPO TURBINA CON MOTOR EXTERNO ELECTRICO VERTICAL. LIMITES Y METODO DE PRUEBA

De conformidad con el artículo 47 fracción I de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización y 33 párrafo primero de su Reglamento, se expide el PROY-NOM-001-ENER-2013 para consulta pública, a efecto de que dentro de los siguientes 60 días naturales contados a partir de la fecha de su publicación, los interesados presenten sus comentarios a la Conuee, sita en Av. Revolución No. 1877, Colonia Loreto, Delegación Alvaro Obregón, C.P. 01090, México, D.F., correo electrónico: fernando.hernandez@conuee.gob.mx y gabriel.marcoida@conuee.gob.mx; a fin de que en términos de la Ley, se consideren en el seno del Comité Consultivo Nacional de Normalización para la Preservación y Uso Racional de los Recursos Energéticos (CCNNPURRE).

Asimismo, de acuerdo a lo dispuesto por el artículo 45 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, la Manifestación de Impacto Regulatorio relacionada con el Proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-001-ENER-2013, Eficiencia energética de bombas verticales tipo turbina con motor externo eléctrico vertical. Límites y método de prueba, estará a disposición del público para su consulta en el domicilio señalado.

Sufragio Efectivo. No Reelección.

México, D.F., a 6 de diciembre de 2013.- 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 Uso Eficiente de la Energía, **Odón Demófilo de Buen Rodríguez**.- Rúbrica.

PROYECTO DE NORMA OFICIAL MEXICANA PROY-NOM-001-ENER-2013, EFICIENCIA ENERGETICA DE BOMBAS VERTICALES TIPO TURBINA CON MOTOR EXTERNO ELECTRICO VERTICAL. LIMITES Y METODO DE PRUEBA

Este Proyecto de Norma Oficial Mexicana cancela y sustituye a la NOM-001-ENER-2000.

PREFACIO

El presente Proyecto de Norma fue elaborado por el Comité Consultivo Nacional de Normalización para la Preservación y Uso Racional de los Recursos Energéticos, con la colaboración de los siguientes organismos, instituciones y empresas:

- ASOCIACION DE NORMALIZACION Y CERTIFICACION, A.C.
- BOMBAS GRUNDFOS DE MEXICO, S.A. DE C.V.
- BOMBAS RODASE
- BOMBAS SUAREZ, S.A. DE C.V.

- BOMBAS VERTICALES BNJ, S.A. DE C.V.
- FUERZA HIDRAULICA S.A. DE C.V.
- GRUPO INDUSTRIAL GM, S.A. DE C.V.
- RUHRPUMPEN S.A. DE C.V.

INDICE

0. Introducción

1. Objetivo

2. Campo de aplicación

3. Referencias

4. Definiciones

4.1 Bomba

4.2 Bomba vertical tipo turbina con motor externo eléctrico vertical

4.3 Carga

4.4 Carga de velocidad (h_v)

4.5 Carga total de bombeo (H)

4.6 Condiciones estables

4.7 Corriente eléctrica (I)

4.8 Eficiencia de la bomba (η_b)

4.9 Eficiencia total (η_T)

4.10 Factor de potencia (fp)

4.11 Flujo, capacidad o gasto (q_v)

4.12 Velocidad de rotación (n)

4.13 Nivel de referencia

4.14 Nivel dinámico (N_D o Z_d)

4.15 Potencia de entrada a la bomba (P_{eb})

4.16 Potencia de entrada al motor (P_e)

4.17 Potencia de salida de la bomba (P_s)

4.18 Punto óptimo

4.19 Tamaño

4.20 Tensión eléctrica (V)

5. Clasificación

6. Especificaciones

6.1 Determinación de la eficiencia

6.2 Valores mínimos de eficiencia para bombas verticales tipo turbina con motor externo eléctrico vertical

6.3 Número de pasos

6.4 Materiales de fabricación para el tazón e impulsor

6.5 Velocidad de prueba

7. Muestreo

8. Criterios de aceptación

9. Método de prueba

9.1 Requerimientos para la prueba

9.2 Condiciones de la prueba

9.3 Métodos de medición

9.4 Verificación de la eficiencia garantizada

9.5 Informe de la prueba

9.6 Cálculos

10. Marcado

10.1 Datos característicos de placa

11. Vigilancia

12. Procedimiento para la evaluación de la conformidad

13. Bibliografía

14. Concordancia con normas internacionales

15. Transitorios

Apéndice A

Apéndice B

0. Introducción

Este Proyecto de Norma tiene como finalidad establecer la mínima eficiencia energética de las bombas verticales tipo turbina con motor externo eléctrico vertical que se comercialicen en los Estados Unidos Mexicanos a efecto de ahorrar energía para contribuir a la preservación de los recursos energéticos y la ecología de la Nación, además de proteger al consumidor de productos de menor calidad y consumo excesivo de energía.

1. Objetivo

Este Proyecto de Norma Oficial Mexicana fija los valores mínimos de eficiencia energética que deben cumplir las bombas verticales tipo turbina con motor externo eléctrico vertical y establece el método de prueba para verificar en laboratorio dicha eficiencia.

2. Campo de aplicación

Este Proyecto de Norma aplica únicamente a bombas verticales tipo turbina con motor externo eléctrico vertical, distribuidas y vendidas en los Estados Unidos Mexicanos, para el manejo de agua limpia con las propiedades que se especifican en este Proyecto de Norma.

3. Referencias

El presente Proyecto de Norma Oficial Mexicana se complementa con la siguiente norma vigente o la que la sustituya:

NOM-008-SCFI-2002, Sistema general de unidades de medida.

4. Definiciones

Para efectos del presente Proyecto de Norma Oficial Mexicana se establecen las siguientes definiciones y unidades:

4.1 Bomba

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

4.2 Bomba vertical tipo turbina con motor externo eléctrico vertical

Diseño específico de una bomba centrífuga que opera con el eje de rotación vertical y parcialmente sumergida en el fluido que maneja, su mayor aplicación es la extracción de agua de pozos profundos para irrigación, abastecimiento municipal y abastecimientos industriales.

4.3 Carga

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

4.4 Carga de velocidad (h_v)

Es la energía cinética por unidad de peso del líquido en movimiento. Es 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=9,80665 m/s^2, a nivel del mar).

4.5 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 (m.c.a.), 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 N_D Nivel dinámico en m;

h_{fc} Pérdidas por fricción en la columna en m.c.a. Se determina por medio de las tablas del apéndice B. Para efectos de este Proyecto de Norma, las pérdidas en el codo de descarga y otros accesorios no se consideran por ser poco significativas;

h_v Carga de velocidad, en m.

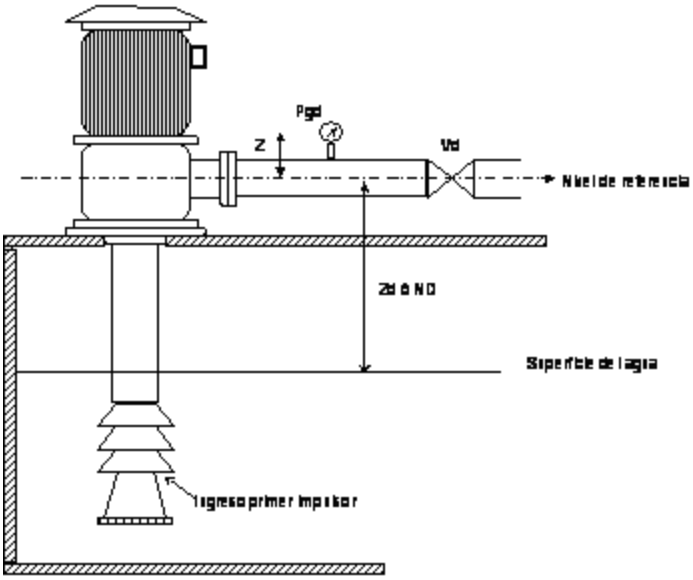

Figura 1.- Medición de la carga total de descarga en una bomba vertical tipo turbina

4.6 Condiciones estables

Es cuando las señales entregadas por los instrumentos de medición cumplen con las oscilaciones y variaciones permitidas, ver el punto 9.2.4.

4.7 Corriente eléctrica (I)

Su unidad práctica es el ampere. Es la intensidad de corriente que pasa a través de un conductor con resistencia R y cuya diferencia de potencial entre sus extremos es V.

4.8 Eficiencia de la bomba (η_b)

Es la proporción de la potencia de salida de la bomba entre la potencia de entrada a la bomba, se expresa en porcentaje.

$$\eta_b = \frac{\text{Potencia de salida de la bomba}}{\text{Potencia de entrada a la bomba}} = \frac{q_v\ \rho\, gH}{\sqrt{3}VIfp\,\eta_m} x100$$

4.9 Eficiencia total (h_T)

Es la proporción de la potencia de salida de la bomba entre la potencia suministrada a la entrada del motor de la bomba, se expresa en porcentaje.

$$\eta_T = \frac{\text{Potencia de salida de la bomba}}{\text{Potencia a la entrada del motor}} = \frac{q_v\ \rho\, gH}{\sqrt{3}VIfp} x\,100$$

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, se expresa en m^3/s.

4.12 Velocidad de rotación (n)

Es el número de revoluciones por unidad de tiempo a las que gira el conjunto bomba-motor, expresada en la práctica en rpm (revoluciones por minuto).

4.13 Nivel de referencia

Es el centro geométrico del tubo de descarga o cabezal y es la referencia para todas las mediciones hidráulicas.

4.14 Nivel dinámico (N_D o Z_d)

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

4.15 Potencia de entrada a la bomba (P_{eb})

Es la potencia suministrada a la flecha de la bomba y debe expresarse en watt. Dependiendo del método que se utilice se tiene:

- Mediante la medición del par:

$$P_{eb} = \frac{2\pi\tau}{60} t$$

donde:

τ Par, en Nm

p Constante geométrica 3,141592

- Mediante la utilización de un motor trifásico de características conocidas:

$$P_e = \sqrt{3}\ VIfp\ \eta_m$$

donde:

V Tensión eléctrica, en volt;

I Corriente eléctrica, en ampere;

fp Factor de potencia, adimensional;

η_m Eficiencia del motor, adimensional.

4.16 Potencia de entrada al motor (P_e)

Es la potencia en watt, que requiere el motor eléctrico acoplado a la bomba. Para motores trifásicos se define como:

$$P_e = \sqrt{3}\, VIfp$$

donde:

V Tensión eléctrica, en volt;

I Corriente eléctrica, en ampere;

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 volumétrico, en m^3/s;

ρ 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 Punto óptimo

Es el punto de mayor eficiencia de la bomba de acuerdo con su curva de operación carga-gasto.

4.19 Tamaño

Es el diámetro nominal del tazón.

4.20 Tensión eléctrica (V)

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

5. Clasificación

Para efectos de aplicación de este Proyecto de Norma, las bombas verticales tipo turbina con motor externo eléctrico vertical, se clasifican de acuerdo a su tamaño y gasto como se especifica en la tabla 1.

6. Especificaciones

6.1 Determinación de la eficiencia

Para la determinación de la eficiencia óptima de bombas verticales tipo turbina con motor externo eléctrico vertical, se precisa como prueba única la que se aplica según el método incluido en este Proyecto de Norma.

6.2 Valores mínimos de eficiencia para bombas verticales tipo turbina con motor externo eléctrico vertical

Toda bomba de este tipo, comercializada a partir de la fecha de entrada en vigor de este Proyecto de Norma debe cumplir con los valores de eficiencia indicados en la tabla 1.

TABLA 1.- Valores mínimos de eficiencia en el punto óptimo, en función del gasto y número de pasos

Tamaño	Intervalo de gasto (l/s)		Eficiencia mínima %	No. de pasos
4	1,0	3,0	64,0	9
5	3,66	11,55	71,0	9
6	2,9	24,97	70,0	8
7	4,7	34,65	70,0	8
8	10,0	68,0	73,0	8

9	17,0	69,3	77,0	7
10	20,4	66,6	77,0	7
11	39,7	75,0	80,0	5
12	32,0	150,0	80,0	5
13	85,8	141,6	80,0	5
14	61,1	250,0	80,0	4
15	101,0	209,0	81,0	4
16	139,4	256,8	81,0	4
18	222,6	353,9	81,0	4
20	321,8	818,9	81,0	3
24	533,6	902,2	81,0	3

6.3 Número de pasos

Cuando una bomba se pruebe con un número de pasos menor a lo especificado en la tabla 1, los valores mínimos de eficiencia en el punto óptimo especificada en dicha tabla, deben ajustarse de acuerdo a las deducciones indicadas por el fabricante en sus curvas de operación de sus catálogos.

6.4 Materiales de fabricación para el tazón e impulsor.

Las eficiencias se establecen considerando los materiales más comunes usados en la fabricación de estas bombas, hierro fundido, acero inoxidable, bronce y aleaciones en el cuerpo del tazón y en el impulsor.

6.5 Velocidad de prueba

La velocidad de prueba debe ser 1770 r/min, para cumplir con lo especificado en la tabla 1. Cuando se pruebe con una velocidad diferente debe ajustarse a la información técnica del fabricante.

7. Muestreo

De acuerdo con el artículo 73 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, la Secretaría de Energía, a través de la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de Energía, establece el procedimiento para la evaluación de la conformidad correspondiente.

8. Criterio de aceptación

La bomba vertical tipo turbina con motor externo eléctrico vertical bajo prueba, cumple con los requisitos del presente Proyecto de Norma Oficial Mexicana, si satisface las condiciones siguientes:

El resultado de la prueba de consumo de energía de cada uno de los aparatos que integran la muestra, debe ser mayor o igual al límite de eficiencia en el punto óptimo, en función del gasto y número de pasos, que se establece en la tabla 1 del inciso 6.2.

En caso de no cumplirse el requisito anterior, se permite repetir la prueba a una segunda muestra.

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

9. Método de prueba

9.1 Requerimientos para la prueba

9.1.1 Aplicación del método de prueba

Aplica para pruebas de aceptación de bombas de cualquier tamaño especificado en la tabla 1 de este Proyecto de Norma, con agua limpia y a temperatura ambiente.

9.1.2 Lugar de la prueba

Las pruebas de aceptación deben realizarse en cualquier laboratorio acreditado ante las entidades de acreditación autorizadas para tales efectos.

9.1.3 Fluido para la prueba

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

9.1.4 Personal

Personal acreditado ante las entidades de acreditación autorizadas para tales efectos.

9.1.5 Puntos a probar

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

9.1.6 Equipos de medición

Todo el equipo de medición debe ser cubierto por informes que muestren la vigencia y los datos de calibración del mismo, cumpliendo con las normas concernientes actuales.

9.1.7 Informes de la prueba

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

9.2 Condiciones de la prueba

9.2.1 Puntos a verificar antes y durante la prueba

a) Alineación entre motor y bomba;

b) Que los instrumentos de medición cumplan con el punto 9.1.6;

c) Que las condiciones de operación sean estables de acuerdo con las oscilaciones y variaciones de las lecturas permitidas en el punto 9.2.4.

9.2.2 Parámetros garantizados

Los parámetros garantizados por el fabricante para este método de prueba son: La eficiencia de la bomba para la carga y el flujo especificados en el punto óptimo de operación de la misma.

9.2.3 Ejecución de la prueba

El tiempo de duración de la prueba debe ser suficiente para obtener resultados consistentes, considerando el grado de exactitud para ser llevada a cabo.

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 de la bomba deben considerarse 5 puntos, 3 a la izquierda del punto óptimo (ejemplo 25%, 50% y 75%); el punto óptimo (100%) y uno a la derecha de éste (ejemplo 125%) de la curva de operación suministrada por el fabricante.

9.2.4 Oscilaciones permisibles en el indicador de los instrumentos de medición

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

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

** En caso de utilizar instrumentos analógicos, el valor nominal a medir debe quedar dentro del tercio medio de la escala de medición.

9.2.5 Número de lecturas a tomar durante la prueba

Se deben de registrar 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, par, potencia	**Velocidad de rotación**
3	0,8	1,0
5	1,6	1,0

7	2,2	1,0
9	2,8	1,0

9.2.6 Corrección de la velocidad de rotación

Cuando la prueba se realice a velocidad 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 siguientes ecuaciones 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:

PARAMETROS NOMINALES	PARAMETROS LEIDOS DURANTE LA PRUEBA
q_0 Capacidad;	q_1 Capacidad;
H_0 Carga total;	H_1 Carga total;
P_0 Potencia requerida por la bomba;	P_1 Potencia requerida por la bomba;
n_0 Velocidad de rotación;	n_1 Velocidad de rotación.

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

9.2.7 Exactitud en las mediciones

Los límites máximos de error total con respecto al valor proporcionado por el fabricante son:

Variable	Límite permisible (%)
Flujo	± 2,0
Carga, potencia	± 1,5
Velocidad de rotación	1,0

9.3 Métodos de medición

La determinación del flujo, la carga, la potencia y la velocidad de rotación son necesarias para la elaboración de la curva de operación de la bomba, misma que debe servir para verificar los parámetros garantizados por el fabricante. En los siguientes párrafos se mencionan algunos de los métodos utilizados en la medición de estas variables.

9.3.1 Medición de flujo

Esta medición puede realizarse mediante cualquier método que cumpla lo especificado en los puntos 9.2.4, 9.2.5 y 9.2.7, a continuación se indican algunos de ellos.

9.3.1.1 Valores promedio en un intervalo de tiempo

Método de pitometría y el método del tanque volumétrico.

9.3.1.2 Valores instantáneos

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

9.3.2 Medición de la carga

9.3.2.1 Carga total de bombeo (H), ver inciso 4.5.

Para medir la presión de descarga se coloca un manómetro en la línea de descarga de la bomba, instalando cuatro tomas para la medición de presión, éstas deben ser distribuidas a 90° alrededor de la circunferencia de la línea, como se muestra en la figura 2.

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 ser de 3,18 a 6,35 mm (1/8 - 1/4 in), y de una profundidad igual a dos veces 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. 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.

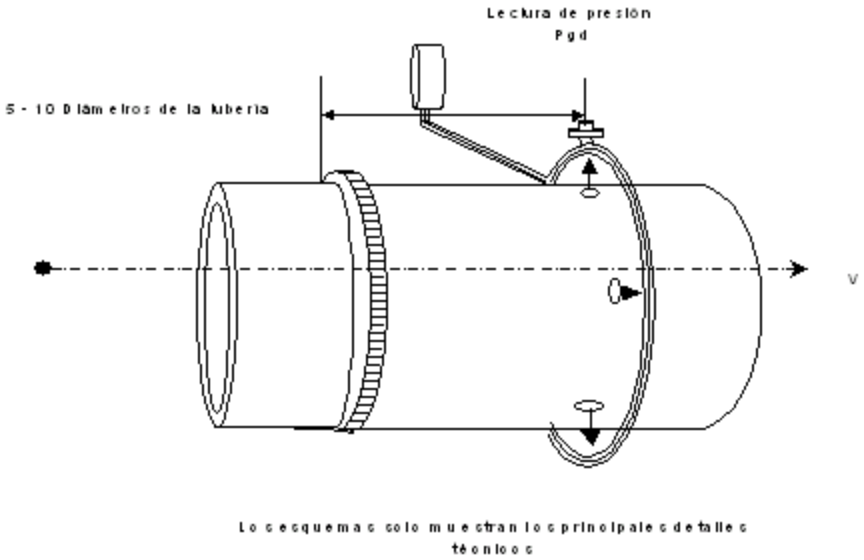

Figura 2.- Instalación de las tomas de presión

9.3.2.2 Instrumentos para medir la presión

9.3.2.2.1 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.

9.3.2.2.2 Manómetro de Bourdon

Deben usarse manómetros calibrados en la medición de la presión de descarga de la bomba, por tanto, la calibración de estos aparatos de medición debe ser verificada para cada prueba, con balanza de pesos muertos o con calibradores de presión.

9.3.2.2.3 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 9.2.4.

9.3.3 Medición de la velocidad de rotación

La velocidad de rotación debe ser medida mediante alguno de los siguientes instrumentos: por un tacómetro de indicación directa e indirecta, 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).

9.3.4 Medición de la potencia de entrada a la bomba

La potencia de entrada a la bomba debe ser determinada mediante la velocidad de rotación y el par, o mediante la medición de la potencia demandada por un motor eléctrico de eficiencia conocida, el cual estará directamente acoplado a la bomba.

9.3.4.1 Medición del par

El par debe ser medido por un torquímetro, capaz de cumplir con los requerimientos del punto 9.2.4.

9.3.4.2 Medición de la potencia eléctrica

La potencia eléctrica debe ser medida en forma directa mediante wáttmetros, o en forma indirecta mediante vóltmetros, amperímetros y factorímetros.

9.4 Verificación de la eficiencia garantizada

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 en este punto debe ser como mínimo la especificada, ver figura 3.

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

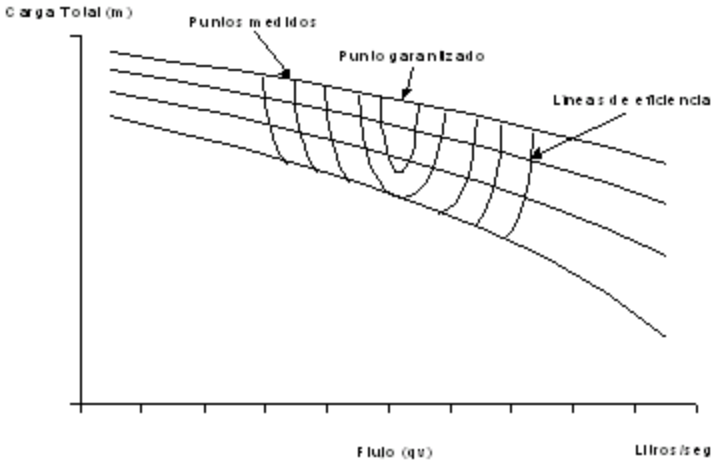

Figura 3.- Curva esquemática de capacidad vs carga total para la verificación de la eficiencia garantizada

9.5 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 autorizadas para tales efectos:

Una copia del informe debe ser proporcionada a las partes integrantes del contrato, como una condición esencial para cumplir con el mismo.

El informe de la prueba debe contener la siguiente información:

- Lugar y fecha de la prueba;
- Nombre del fabricante, tipo y características de la bomba, número de serie y año de construcción;
- Variables garantizadas y condiciones de operación durante la prueba;
- Especificaciones del motor de la bomba;
- Referencia del procedimiento de ensayo y los aparatos de medición usados incluyendo los datos de calibración;
- Las lecturas realizadas;
- La evaluación y análisis de los resultados de la prueba; (cumple/no cumple)
- Construcción de la curva característica de la bomba, de acuerdo a los datos obtenidos durante la prueba;
- Observaciones.

9.6 Cálculos

Todos los cálculos involucrados en el desarrollo de las pruebas están indicados en el formato 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 debe determinar como se indica en el formato C.

FORMATO A. INFORME DE PRUEBAS

PARAMETROS GARANTIZADOS DE LA BOMBA		MARCA:	MODELO:	
		No. PASOS:	FLUJO (m^3/s):	
		CARGA TOTAL (m):	EFICIENCIA (%):	
DATOS DE LA COLUMNA		DIAMETRO DE LA FLECHA (m):		
DATOS DE PLACA DEL MOTOR CERTIFICADO		MARCA:	EFICIENCIA (%):	POTENCIA (kW):
		TENSION (V):	CORRIENTE (A):	VELOCIDAD DE ROTACION (r/min):
DIAMETRO INTERNO DE LA TUBERIA DE DESCARGA (Di)(m):				
INSTRUMENTOS DE MEDICION:		TIPO:	CERTIFICADO DE CALIBRACION	
			Exactitud (%)	Expedido por:	Fecha de vencimiento:
FLUJO					
PRESION DE DESCARGA					
NIVEL DINAMICO					
TORQUIMETRO					
POTENCIA ELECTRICA (MEDICION DIRECTA)					
POTENCIA ELECTRICA (MEDICION INDIRECTA)	Voltmetro				
	Amperímetro				
	Factorímetro				
RESULTADO DE LA PRUEBA:				
DURACION DE LA PRUEBA		FECHA:	HORA DE INICIO:	
		RESPONSABLE:	HORA DE FINALIZACION:	

FORMATO B. INFORME DE PRUEBAS

No.	SIMBOLO	DESCRIPCION	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Zd Hd	NIVEL DINAMICO (m)									
2	Z	DISTANCIA DESDE EL NIVEL DE REFERENCIA A LA LINEA DE CENTROS DEL MANOMETRO (m)									
3	PL	LECTURA DEL MANOMETRO A LA DESCARGA (m)									
4	Pgd	PRESION A LA DESCARGA = [(2) + (3)] (m)									
5	A	AREA DEL TUBO A LA DESCARGA (m^2) $= [(\pi \times Di^2)/4] = 0{,}785Di^2$									
6	Qv	FLUJO (m^3/s)									
7	hv	CARGA DE VELOCIDAD (m) = [{(6)/(5)}2 / 19,6133]									
8	hfc	PERDIDAS DE FRICCION EN LA COLUMNA (m)									
9	Hd	CARGA A LA DESCARGA (m) = [(4) + (7) + (8)]									
10	H	CARGA TOTAL = [(1) + (9)] (m)									
11	IA IB IC I	CORRIENTE LINEA A CORRIENTE LINEA B CORRIENTE LINEA C CORRIENTE PROMEDIO (A) = [(IA + IB + IC) / 3]									

12	VAB VBC VAC V	TENSION FASE AB TENSION FASE BC TENSION FASE AC TENSION PROMEDIO (V) = [(VAB + VBC + VAC) / 3]									
13	FpA FpB FpC Fp	FACTOR DE POTENCIA LINEA A FACTOR DE POTENCIA LINEA B FACTOR DE POTENCIA LINEA C FACTOR DE POTENCIA PROMEDIO (%) = [(fpA + fpB + fpC) / 3]									
14	Pe	POTENCIA DE ENTRADA AL MOTOR (kW) = 1,732 • (11) • (12) • (13) X 10^{-3}									
15	η_m	EFICIENCIA DEL MOTOR (Adimensional)									
16	τ	PAR (Dependiendo del método que se utilice) (N.m)									
17	N	Velocidad de rotación (r.p.m.)									
18	Peb	POTENCIA DE ENTRADA A LA BOMBA (kW) = 1,732 • (11) • (12) • (13) • (15) x 10^{-3} o = [2.π.(17) / 60] . (16) X 10^{-3}									
19	Ps	POTENCIA DE SALIDA DE LA BOMBA (kW) = [(6) • (10) • 9,80665]									
20	η_b	EFICIENCIA DE LA BOMBA (%) = [(19) / (18) • 100]									
21	η_τ	EFICIENCIA TOTAL (%) = [(((19) / (18)) •(15)) • 100]									
CORRECCIONES POR VELOCIDAD DE ROTACION		FLUJO (m3/s)									
		CARGA TOTAL (m)									
		POTENCIA (kW)									

FORMATO C. EXACTITUD ESPERADA DE LA PRUEBA

MEDICION	INSTRUMENTO	EXACTITUD %	EXACTITUD AL CUADRADO
Carga a la descarga (Hd)			----------
Nivel dinámico (Zd)			----------
Promedio ponderado de la exactitud de la carga* (A1)	----------	----------	
Flujo (A2)			
Potencia (A3)			
Suma de la exactitud elevada al cuadrado ($A1^2 + A2^2 + A3^2$)$^{1/2}$	----------	----------	$\sqrt{}$
Exactitud combinada (Ac)	----------	----------	

* El promedio 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 (A1) = (Exactitud Zd) X (Zd/H) + (Exactitud Hd) X (Hd/H).

OBSERVACIONES DURANTE LA PRUEBA

_____

_____

_____

10. Marcado

10.1 Datos característicos de placa

Los siguientes datos son los mínimos que debe llevar la placa de características de cualquier bomba vertical tipo turbina, expuestos en forma indeleble y en un lugar visible.

- Marca registrada del fabricante;
- Modelo;
- Potencia en kW;
- Capacidad garantizada en litros/segundo (l/s);
- Carga garantizada en Pa;
- Eficiencia de la bomba en el mejor punto de operación (2 dígitos enteros y 1 decimal);
- Velocidad de rotación en s^{-1} (r/min);
- Tipo de impulsor, número de pasos,
- La leyenda "Hecho en México" o designación del país de origen

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 del presente Proyecto de Norma Oficial Mexicana.

12. Procedimiento para la evaluación de la conformidad

De conformidad con los artículos 68 primer párrafo, 70 fracción I y 73 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, se establece el presente Procedimiento para la Evaluación de la Conformidad.

12.1. Objetivo

Este Procedimiento para la Evaluación de la Conformidad (PEC) se establece para facilitar y orientar a los organismos de certificación, laboratorios de prueba, fabricantes, importadores, comercializadores, en la aplicación del Proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-001-ENER-2013, Eficiencia energética de bombas verticales tipo turbina con motor externo eléctrico vertical. Límites y método de prueba, en adelante se referirá como NOM.

12.2. Referencias

Para la correcta aplicación de este PEC es necesario consultar los siguientes documentos vigentes:

- Ley Federal sobre Metrología y Normalización (LFMN).
- Reglamento de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización (RLFMN).

12.3. Definiciones

Para los efectos de este PEC, se entenderá por:

12.3.1 Autoridad competente: la Secretaría de Energía (SENER); Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE) y la Procuraduría Federal del Consumidor (PROFECO), conforme a sus atribuciones.

12.3.2 Certificado de la conformidad del producto: documento mediante el cual el organismo de certificación para producto, hace constar que un producto o una familia de productos determinados cumple con las especificaciones establecidas en la NOM. Para el caso de un certificado expedido con una vigencia en tiempo, el organismo de certificación de producto debe comprobar que durante la vigencia del certificado el producto cumple con lo dispuesto por el Proyecto de Norma, en caso contrario, se debe cancelar la vigencia de dicho certificado.

12.3.3 Especificaciones técnicas: la información técnica de los productos que describe que éstos cumplen con los criterios de agrupación de familia de producto y que ayudan a demostrar cumplimiento con las especificaciones establecidas en la NOM.

12.3.4 Evaluación de la conformidad: la determinación del grado de cumplimiento con la NOM.

12.3.5 Familia de productos: un grupo de productos del mismo tipo en el que las variantes son de carácter estético o de apariencia, pero conservan las características de diseño que aseguran el cumplimiento con la NOM y que cumplan con 12.5.3.2.

12.3.6 Informe de certificación del sistema de calidad: el que otorga un organismo de certificación para producto a efecto de hacer constar, que el sistema de aseguramiento de calidad del producto que se pretende certificar, contempla procedimientos para asegurar el cumplimiento con la NOM.

12.3.7 Informe de pruebas: el documento que emite un laboratorio de pruebas acreditado y aprobado en los términos de la LFMN, mediante el cual se presentan los resultados obtenidos en las pruebas realizadas a los productos.

12.3.8 Laboratorio de pruebas: el laboratorio de pruebas acreditado y aprobado para realizar pruebas de acuerdo con la NOM, conforme lo establece la LFMN y su Reglamento.

12.3.9 Organismo de Certificación para Producto: la persona moral acreditada y aprobada conforme a la LFMN y su Reglamento, que tenga por objeto realizar funciones de certificación a los productos referidos en la NOM.

12.3.10 Organismo de certificación para sistemas de aseguramiento de la calidad: la persona moral acreditada y aprobada conforme a la LFMN y su Reglamento, que tenga por objeto realizar funciones de certificación de sistemas de aseguramiento de la calidad.

12.3.11 Producto: las bombas verticales tipo turbina con motor externo eléctrico vertical que se indican en el campo de aplicación de la NOM.

12.3.12 Renovación del certificado de cumplimiento: la emisión de un nuevo certificado de cumplimiento, normalmente por un periodo igual al que se otorgó en la primera certificación, previo seguimiento al cumplimiento con la NOM.

12.3.13 Seguimiento: la comprobación a la que están sujetos los productos certificados de acuerdo con la NOM, así como el sistema de aseguramiento de la calidad, a los que se les otorgó un certificado de la conformidad con el objeto de constatar que continúan cumpliendo con la NOM y del que depende la vigencia de dicha certificación.

12.4. Disposiciones generales

12.4.1 La evaluación de la conformidad debe realizarse por laboratorios de prueba y Organismos de Certificación de Producto, acreditados y aprobados conforme a lo dispuesto en la LFMN.

12.4.2 El fabricante, importador o comercializador (el interesado), debe solicitar la evaluación de la conformidad con la NOM al Organismo de Certificación para Producto, cuando lo requiera para dar cumplimiento a las disposiciones legales o para otros fines de su propio interés y el Organismo de Certificación de Producto entregará al interesado la solicitud de servicios de certificación, el contrato de prestación de servicios y la información necesaria para llevar a cabo el proceso de certificación de producto.

12.4.3. Una vez que el interesado ha analizado la información proporcionada por el Organismo de Certificación para Producto, presentará la solicitud con la información respectiva, así como el contrato de prestación de servicios de certificación que celebra con dicho Organismo.

12.4.4. El interesado debe elegir un laboratorio de pruebas, con objeto de someter a pruebas de laboratorio una muestra. Las pruebas se realizarán bajo la responsabilidad del Organismo de Certificación para Producto. El Organismo de Certificación para Producto, debe dar respuesta a las solicitudes de certificación, renovación, cambios en el alcance de la certificación (tales como modelo, clave, etc.).

12.4.5 El presente PEC es aplicable a los productos de fabricación nacional o de importación que se comercialicen en el territorio nacional.

12.4.6 La autoridad competente resolverá controversias en la interpretación de este PEC.

12.5. Procedimiento

12.5.1 Para obtener el certificado de la conformidad del producto, el interesado puede optar por la modalidad de certificación mediante pruebas periódicas al producto, o por la modalidad de certificación mediante el sistema de aseguramiento de la calidad de la línea de producción y, para tal efecto, debe presentar como mínimo la siguiente documentación al Organismo de Certificación para Producto, por cada modelo que integra la familia:

12.5.1.1 Para el certificado de la conformidad con verificación mediante pruebas periódicas al producto:

- Original del (los) informe(s) de pruebas realizadas por un laboratorio de pruebas acreditado y aprobado;
- Copia del certificado de cumplimiento otorgado con anterioridad, en su caso;
- Declaración bajo protesta de decir verdad, por medio de la cual el interesado manifestará que el producto presentado a pruebas de laboratorio es representativo de la familia que se pretende certificar, de acuerdo con 12.3.5 y 12.5.3.2.

a) Marcado del producto, de acuerdo al inciso 9 del Proyecto de Norma de referencia, en el caso de familias se debe ingresar el marcado para cada uno de ellos.

b) Características de los productos de la familia, según los criterios de agrupación de familias, descritos en el inciso 6.3 del presente documento.

c) Curvas de eficiencia para cada uno de los modelos a certificar.

12.5.1.2 Para el certificado de conformidad del producto con verificación mediante el sistema de aseguramiento de la calidad de la línea de producción:

• Los descritos en inciso 12.5.1.1.

• Copia del certificado vigente del sistema de aseguramiento de la calidad que incluya la línea de producción, expedido por un organismo de certificación para sistemas de aseguramiento de la calidad.

• Declaración bajo protesta de decir verdad, por medio de la cual el interesado manifestará que el producto presentado a pruebas de laboratorio es representativo de la familia que se pretende certificar, de acuerdo con lo establecido en 12.3.5 y 12.5.3.2.

12.5.2 Las solicitudes de prueba para los productos, presentadas a los laboratorios de prueba, también deben de acompañarse de una declaración, bajo protesta de decir verdad, por medio de la cual el interesado manifiesta que el producto que presenta, es representativo de la familia de productos que se pretende certificar.

12.5.3 Muestreo

12.5.3.1 Para efectos de muestreo, éste debe sujetarse a lo dispuesto en el capítulo 7 de la NOM, seleccionando de manera aleatoria las bombas verticales tipo turbina con motor externo eléctrico vertical para probar.

Dentro del proceso de seguimiento, el fabricante, importador o comercializador puede optar por ingresar al Organismo de Certificación de Producto un Programa de Verificación y Envío de Muestras al Laboratorio para su aprobación.

Dicho programa debe estar basado en la información contenida en la tabla siguiente:

NUMERO DE FAMILIAS CERTIFICADAS	NUMERO DE FAMILIAS A VERIFICAR Y EVALUAR
1	1
2 a 6	2
7 a 10	3
11 a 16	4
17 a 20	5
Mayor a 20	30% de Familias

12.5.3.2 Para el proceso de certificación, las bombas verticales tipo turbina con motor externo eléctrico vertical se agrupan en familias de acuerdo a lo siguiente:

Para definir la familia de productos correspondiente a esta NOM, dos o más modelos se consideran de la misma familia siempre y cuando cumplan con todos y cada uno de los siguientes requisitos:

Familia Tamaño de tazón	**Intervalo de gasto (l/s)**	**Eficiencia mínima %**	**No. de pasos**	**No. de productos que integran la muestra**
4	1,0 a 3,0	64,0	9	2
5	3,66 a 11,55	71,0	9	2
6	2,9 a 24,97	70,0	8	2
7	4,7 a 34,65	70,0	8	2
8	10,0 a 68,0	73,0	8	2
9	17,0 a 69,3	77,0	7	2
10	20,4 a 66,6	77,0	7	2
11	39,7 a 75,0	80,0	5	2
12	32,0 a 150,0	80,0	5	2

13	85,8 a 141,6	80,0	5	2
14	61,1 a 250,0	80,0	4	2
15	101,0 a 209,0	81,0	4	2
16	139,4 a 256,8	81,0	4	2
18	222,6 a 353,9	81,0	4	2
20	321,8 a 818,9	81,0	3	1
24	533,6 a 902,2	81,0	3	1

(*) Notas:

a) Número de pasos: Cuando una bomba se pruebe con un número de pasos menor a lo especificado en la tabla 1 del Proyecto de Norma, los valores mínimos de eficiencia en el punto óptimo especificada en dicha tabla, deben reducirse de acuerdo a las deducciones indicadas por el fabricante en sus curvas de operación de sus catálogos.

Marca registrada del fabricante;

- Modelo;
- Potencia en kW;
- Capacidad garantizada en litros/segundo (l/s);
- Carga garantizada en Pa;
- Eficiencia (2 dígitos enteros y 1 decimal);
- Velocidad de rotación en s-1 (rpm);
- Tipo de impulsor, número de pasos,
- La leyenda "Hecho en México" o designación del país de origen

12.5.4 Vigencia de los certificados de cumplimiento del producto.

12.5.4.1 Un año a partir de la fecha de su emisión, para los certificados de la conformidad con seguimiento mediante pruebas periódicas al producto.

12.5.4.2 Tres años a partir de la fecha de emisión, para los certificados de la conformidad con seguimiento mediante el sistema de aseguramiento de la calidad de la línea de producción.

12.5.5 Seguimiento

12.5.5.1 El Organismo de Certificación para Producto debe realizar el seguimiento del cumplimiento con la NOM, de los productos certificados, como mínimo una vez al año, tanto de manera documental como por revisión y muestreo del producto certificado.

12.5.5.1.1 En la modalidad de certificación con seguimiento mediante pruebas periódicas al producto, el seguimiento se debe realizar en una muestra seleccionada por el Organismo de Certificación para Producto, de un modelo que integre la familia, tomada como se especifica en 12.5.3, en la fábrica, bodegas o en lugares de comercialización del producto en el territorio nacional una vez al año.

12.5.5.1.2 En la modalidad de certificación mediante el sistema de aseguramiento de la calidad de la línea de producción, el seguimiento se debe realizar en una muestra tomada de un modelo diferente al seleccionado en el seguimiento anterior, que integre la familia tomada como se especifica en 12.5.3, en la línea de producción, bodegas o en lugares de comercialización del producto en el territorio nacional y, la verificación del sistema de aseguramiento de la calidad de la línea de producción, con los resultados de la última auditoría efectuada por un organismo de certificación de sistemas de aseguramiento de la calidad acreditado.

12.5.5.1.3 En ambas modalidades la muestra para seguimiento debe integrarse por miembros de la familia diferentes a los que se probaron para la certificación.

12.5.5.1.4 De los resultados del seguimiento correspondiente, el Organismo de Certificación para Producto dictamina la suspensión, cancelación o renovación del certificado de cumplimiento del producto.

12.5.5.1.5 En caso que el Organismo de Certificación para Producto determine la suspensión o cancelación del certificado, ya sea por el incumplimiento del producto con la NOM o cuando el seguimiento no pueda llevarse a cabo por causa imputable a la empresa a verificar, el Organismo de Certificación para Producto debe dar aviso al titular del certificado de cumplimiento.

12.6. Diversos

12.6.1 La lista de los laboratorios de prueba y los organismos de certificación pueden consultarse en la Entidad Mexicana de Acreditación y en la dependencia o dependencias competentes, además de que dicha relación aparece publicada en el Diario Oficial de la Federación, pudiéndose consultar también en la página de Internet de la Secretaría de Economía.

12.6.2 Los gastos que se originen por los servicios de certificación y pruebas de laboratorio, por actos de evaluación de la conformidad, son a cargo del usuario conforme a lo establecido en el artículo 91 de la LFMN.

13. Bibliografía

Ley Federal sobre Metrología y Normalización, publicada 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.

NOM-012-SCFI-1994, Medición de flujo de agua en conductos cerrados de sistemas hidráulicos. Medidores para agua potable fría. Especificaciones.

NOM-013-SCFI-1993, Instrumentos de medición. Manómetros con elemento elástico, especificaciones.

NMX-Z-13-1977, Guía para la redacción, estructuración y presentación de las normas oficiales mexicanas.

ISO 3555 Class B. Centrifugal, mixed flow and axial pumps-Code for acceptance tests-class B, International Organization for Standardization, Switzerland, 1977.

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

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

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

Guía para evaluación de la eficiencia en equipos electromecánicos en operación para pozo profundo, Subdirección General de Infraestructura Hidráulica Urbana e Industrial, Comisión Nacional del Agua. Agosto 1993, segunda edición, México.

14. Concordancia con normas internacionales

Este Proyecto de Norma coincide parcialmente con el método de prueba de la norma ISO 3555, Centrifugal, mixed flow and axial pumps-Code for acceptance tests-Class B.

15. Transitorios

1. Este Proyecto de Norma Oficial Mexicana cancela y sustituye a la NOM-001-ENER-2000, Eficiencia energética de bombas verticales tipo turbina con motor externo. Límites y método de prueba, que fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el 1 de septiembre de 2000.

2. El presente Proyecto de Norma entrará en vigor 90 días naturales después de su publicación en el Diario Oficial de la Federación y a partir de esa fecha todas las bombas verticales comprendidas en el Campo de Aplicación de este Proyecto de Norma Oficial Mexicana, deben ser certificadas con base a la misma.

Sufragio Efectivo. No Reelección.

México, D.F., a 6 de diciembre de 2013.- 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 Uso Eficiente de la Energía, **Odón Demófilo de Buen Rodríguez**.- Rúbrica.

APENDICE A

Factores de conversión

Para convertir	A	Multiplicar por
l/s	m^3/s	0,001
g.p.m.	l/s	0,06309
kg/cm^2	m.c.a.	10
kg/cm^2	Pa	$9,806 \times 10^4$
m.c.a.	Pa	$9,806 \times 10^3$
Hp	KW	0,7457

APENDICE B

Pérdidas por fricción en la columna

Pérdidas de carga por fricción en la columna de bombas tipo turbina con motor externo eléctrico vertical

En metros por cada 100 metros o en pie por cada 100 pies. Para gastos de 3,15 a 47,31 l/s (50 a 750 gpm)

Diámetro de columna		**4"**		**6"**				**8"**					**10"**
Diámetro de flecha (pulgada)		**1**	**1 1/4**	**1**	**1 ¼**	**1 1/2 1 11/16**	**1 15/16**	**1**	**1 1/4**	**1 1/2 1 11/16**	**1 15/16**	**2 3/16 2 7/16**	**2 11/16**
gpm	**l/s**												
50 60 70 80 90	3,15 3,78 4,42 5,05 5,68	0,90 1,20 1,50 1,90 2,40	1,60 2,20 2,90 3,60 4,40										
100 125 150 175 200	6,31 7,89 9,46 11,04 12,62	2,80 4,20 5,70 7,50 9,50	5,30 7,70 10,50 13,50		1,00	0,90 1,10 1,40	0,90 1,30 1,70 2,20						
225 250 275 300 325	14,19 15,77 17,35 18,92 20,50	11,50 14,00		0,90 1,10 1,30 1,50 1,70	1,20 1,40 1,70 2,00 2,30	1,70 2,00 2,40 2,80 3,20	2,70 3,30 3,90 4,50 5,20						
350 375 400 450 500	22,08 23,66 25,23 28,39 31,54			2,00 2,20 2,50 3,10 3,70	2,60 2,90 3,30 4,10 4,90	3,60 4,10 4,60 5,70 6,90	6,00 6,70 7,50 9,30 11,50		0,90	0,90 1,10	0,90 1,00 1,20 1,50	1,30 1,50 1,80 2,20	
550 600 650 700 750	34,69 37,85 41,00 44,16 47,31			4,40 5,20 6,00 6,80 7,70	5,80 6,80 7,80 9,00 10,10	8,10 9,50 11,00		1,00 1,20 1,40 1,70	1,10 1,30 1,50 1,70 1,90	1,30 1,50 1,80 2,00 2,30	1,80 2,10 2,40 2,80 3,20	2,60 3,00 3,50 4,10 4,60	1,00 1,10

Pérdidas de carga por fricción en la columna de bombas tipo turbina con motor externo eléctrico vertical

En metro por cada 100 m o en pie por cada 100 pies. Para gastos de 50,46 a 315,40 l/s (800 a 5000 gpm)

Columna		6"	8"					10"						12"				
Flecha (pulgada)		1	1	1 1/4	1 1/2 1 11/16	1 15/16	2 3/16 2 7/16	1	1 1/4	1 1/2 1 11/16	1 15/16	2 3/16 2 7/16	2 11/16	1 1 1/4	1 1/2 1 11/16	1 15/16	2 3/16 2 7/16	2 11/16
gpm	l/s																	
800	50,46	8,60	2,00	2,20	2,60	3,60	5,20		1,00	1,00	1,00	0,90	1,30					
900	56,77	10,70	2,50	2,70	3,20	4,50	6,40	1,10	1,20	1,20	1,20	1,20	1,60					
1000	63,08		3,00	3,20	3,90	5,40	7,80			1,40	1,40	1,40	1,90					
1100	69,39		3,50	3,80	4,60	6,40	9,40				1,60	1,70	2,20					
1200	75,70		4,20	4,50	5,40	7,50						2,00	2,60					
1300	82,00		4,80	5,20	6,20	8,80		1,20	1,40	1,60	1,90	2,30	3,00		0,90	0,90	1,10	1,30
1400	88,31		5,50	6,00	7,20	10,00		1,40	1,60	1,80	2,20	2,70	3,50			1,00	1,20	1,40
1500	94,62		6,20	6,80				1,60	1,80	2,00	2,50	3,00	3,90					
1600	100,93		6,90	7,60				1,80	2,00	2,30	2,80	3,40	4,50					
1800	113,54		8,60	9,40				2,20	2,50	2,80	3,40	4,30	5,50	1,00	1,10	1,30	1,50	1,80
2013	126,16		10,50	11,40				2,70	3,00	3,50	4,20	5,20	6,70	1,20	1,40	1,60	1,80	2,10
2200	138,78							3,20	3,60	4,10	5,00	6,10	7,90	1,40	1,60	1,90	2,10	2,50
2400	151,39							3,70	4,20	4,80	5,80	7,20	9,30	1,70	1,90	2,20	2,50	3,00
2600	164,01							4,30	4,90	5,60	6,80	8,20		1,90	2,20	2,50	2,90	3,50
2800	176,62							5,00	5,60	6,40	7,80	9,40		2,20	2,50	2,90	3,30	4,00
3000	189,24							5,60	6,40	7,20	8,90			2,50	2,90	3,30	3,80	4,50
3200	201,86							6,30	7,10	8,20	10,00			2,80	3,20	3,70	4,30	5,10
3400	214,47							7,00	8,00	9,10				3,10	3,60	4,10	4,80	5,70
3600	227,09							7,80	8,90					3,50	4,00	4,60	5,40	6,40
3800	239,70							8,70	9,80					3,90	4,40	5,10	5,90	7,10
4000	252,32							9,60						4,20	4,80	5,60	6,50	7,80
4250	268,09													4,80	5,30	6,30	7,20	8,80
4500	283,86													5,30	6,00	7,00	8,00	9,90
4750	299,63													5,80	6,60	7,80	8,80	
5000	315,40													6,40	7,30	8,50	9,70	