

PROYECTO de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-006-ENER-2014, Eficiencia energética electromecánica en sistemas de bombeo para pozo profundo en operación. Límites y métodos de prueba.

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.

PROYECTO DE NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-006-ENER-2014, EFICIENCIA ENERGETICA ELECTROMECHANICA EN SISTEMAS DE BOMBEO PARA POZO PROFUNDO EN OPERACION. 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, XII y XIII, 41, 44, 45, 46 y 47, fracción I, y 51 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 28, 33 y 34 del Reglamento de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 2 inciso F, fracción IV, 26 y 27 del Reglamento Interior de la Secretaría de Energía; expide el siguiente:

PROY-NOM-006-ENER-2014, EFICIENCIA ENERGETICA ELECTROMECHANICA EN SISTEMAS DE BOMBEO PARA POZO PROFUNDO EN OPERACION. 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-006-ENER-2014 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, Col. Loreto, Del. Alvaro Obregón, México, D.F., C.P. 01090 correo electrónico: fernando.hernandez@conuee.gob.mx y norma.morales@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-006-ENER-2014, Eficiencia energética electromecánica en sistemas de bombeo para pozo profundo en operación. 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 13 de junio de 2014.- 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 NOM-006-ENER-2014, EFICIENCIA ENERGETICA ELECTROMECHANICA EN SISTEMAS DE BOMBEO PARA POZO PROFUNDO EN OPERACION. LIMITES Y METODO DE PRUEBA

PREFACIO

En la elaboración de este Proyecto de Norma Oficial Mexicana participaron las siguientes instituciones:

- Asociación Nacional de Aguas y Saneamiento de México (ANEAS)
- Bombas Rodase
- Bombas Grundfos de México, S.A. de C.V.
- Bombas Suárez, S.A. de C.V.
- Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción (CMIC)
- Centro de Normalización y Certificación de Productos, A.C.
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA)
- Fideicomiso para Ahorro de Energía Eléctrica (FIDE)
- Fuerza Hidráulica, S.A. de C.V.

- Grupo Industrial GM, S.A. de C.V.
- Indar América, S.A. de C.V.
- KSB de México, S.A. de C.V.
- Pentair Ltd.
- Proactiva Medio Ambiente CAASA, S.A. de C.V.
- Ruhrpumpen, S.A. de C.V.

Este Proyecto de Norma Oficial Mexicana tiene como finalidad establecer el nivel mínimo de eficiencia energética electromecánica para la operación de sistemas de bombeo para la extracción de agua de pozo profundo para riego agrícola y servicios municipales. Cuando un sistema de bombeo no alcance este nivel será necesario rehabilitarlo para reducir su consumo de energía con el fin contribuir a la preservación de los recursos energéticos y la ecología de la Nación, además de evitar que el usuario tenga que pagar por un consumo excesivo e improductivo.

CONTENIDO

1. Objetivo
2. Campo de aplicación
3. Referencias
4. Definiciones
5. Clasificación
6. Especificaciones
7. Muestreo
8. Método de prueba
9. Procedimiento para evaluación de la conformidad
10. Vigilancia
11. Sanciones
12. Bibliografía
13. Concordancia con normas internacionales
14. Transitorios

Apéndices Normativos

1. Dictamen de verificación
2. Informe trimestral de dictámenes de verificación

Apéndices Informativos

3. Ejemplo de solicitud de verificación
4. Factores de conversión
5. Pérdidas por fricción en la columna

1. Objetivo

Este Proyecto de Norma Oficial Mexicana establece los valores mínimos de eficiencia energética que deben cumplir los sistemas de bombeo para pozo profundo en operación instalados en campo, y especifica el método de prueba para verificar el cumplimiento de estos valores.

2. Campo de aplicación

Este Proyecto de Norma Oficial Mexicana aplica para bombas verticales tipo turbina con motor eléctrico externo y a las bombas sumergibles, usadas en el bombeo de agua de pozo profundo, en el intervalo de potencias de 5,5 - 261 kW (7,5 - 350 hp).

3. Referencias

Para la correcta aplicación de este Proyecto de Norma Oficial Mexicana se deben consultar las siguientes normas vigentes o las que las sustituyan:

- NOM-008-SCFI-2002 Sistema general de unidades de medida.
- NOM-001-SEDE-2012 Instalaciones eléctricas (utilización)
- NOM-010-ENER-2004 Eficiencia energética del conjunto motor bomba sumergible tipo pozo profundo. Límites y método de prueba.
- NOM-001-ENER-2000 Eficiencia energética de bombas verticales tipo turbina con motor externo eléctrico vertical. Límites y método de prueba.
- NOM-016-ENER-2010 Eficiencia energética de motores de corriente alterna, trifásicos, de inducción, tipo jaula de ardilla, en potencia nominal de 0,746 a 373 kW. Límites, método de prueba y marcado.
- Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento, Comisión Nacional del Agua, diciembre de 2007.

4. Definiciones

Para propósito de este Proyecto de Norma Oficial Mexicana las siguientes definiciones y unidades son aplicables:

Bomba

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

Carga

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

Carga de velocidad (h_v)

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

$$h_v = \frac{v^2}{2g} \quad (1)$$

donde:

h_v Carga de velocidad, en m;

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

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

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:

$$H = P_{gd} + Z_d + h_{fc} + h_v \quad (2)$$

donde:

H Carga total de bombeo, en m;

P_m o P_{gd} 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 4 informativo para consultar los factores de conversión;

ND o Z_d Nivel dinámico, en m;

h_{fc} Pérdidas por fricción en la columna en m.c.a. Se determina por medio de tablas proporcionadas por el fabricante o mediante tablas generales como las mostradas en el Apéndice 5 informativo. Para efectos de esta 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.

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.

Eficiencia electromecánica para pozo profundo (η)

Es el cociente de la potencia medida a la salida de la bomba entre la potencia de entrada al motor eléctrico. Se expresa en %.

$$\eta = \frac{P_s}{P_e} \times 100 \quad (3)$$

donde:

P_e Potencia de entrada al motor como se indica en (4)

P_s Potencia de salida de la bomba como se indica en (5)

Factor de potencia (fp)

Relación entre la potencia activa y la potencia aparente.

Flujo, capacidad o gasto (q_v)

Razón a la cual el volumen del agua cruza la sección transversal del tubo en la unidad de tiempo, se expresa en m³/s.

Frecuencia 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 r/min (revoluciones por minuto).

Motor eléctrico

Máquina que transforma la energía eléctrica en energía mecánica.

Nivel de referencia

Es el plano inferior de la placa base y es la referencia para todas las mediciones hidráulicas.

Nivel dinámico (ND o Zd)

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

Potencia de entrada al motor (P_e)

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

$$P_e = \sqrt{3}VI\text{fp} \quad (4)$$

donde:

V Tensión eléctrica, en volt;

I Corriente eléctrica, en ampere;

fp Factor de potencia, adimensional.

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:

$$P_s = q_v \rho g H \quad (5)$$

donde:

q_v Flujo volumétrico, en m³/s;

ρ Densidad del agua bombeada, en kg/m³;

g Aceleración de la gravedad, en m/s²;

H Carga total de bombeo, en m.

Pozo

Obra de ingeniería, en la que se utilizan maquinarias y herramientas mecánicas durante su construcción, con la finalidad de interceptar un acuífero y extraer agua del subsuelo.

Sistema de bombeo

Es el conjunto motor eléctrico, bomba y conductos que se instalan para la extracción y manejo de cualquier tipo de aguas.

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 Oficial Mexicana, las bombas se clasifican de acuerdo a la potencia nominal, expresada en caballos de potencia (hp), del motor eléctrico que debe acoplarse. Se definen en cuatro grupos: de 5,6 a 14,9 kW (7,5 a 20 hp), de 15,7 a 37,3 kW (21 a 50 hp), de 38 a 93,3 kW (51 a 125 hp) y de 94 a 261 kW (126 a 350 hp).

6. Especificaciones

6.1 Valores mínimos de eficiencia para sistemas de bombeo para pozo profundo en operación

Cualquier sistema de bombeo para pozo profundo que utilice la energía eléctrica para su operación debe cumplir con los valores mínimos de eficiencia establecidos en la tabla 1, y si, derivado del diagnóstico de eficiencia electromecánica del pozo en operación está resulte 10% menor a los valores establecidos en la tabla 1, se debe efectuar acciones de rehabilitación o sustitución de los equipos electromecánicos.

Las acciones de rehabilitación o sustitución pueden estar dirigidas al motor eléctrico, a la bomba, a la estructura del pozo profundo, o a una combinación de éstos, según sea el caso, de tal forma que el conjunto de éstas den como resultado los valores de eficiencia electromecánica establecidos en la Tabla 1.

Tabla 1.- Valores mínimos de eficiencia para sistemas de bombeo para pozo profundo en operación

Intervalo de Potencias		Eficiencia electromecánica (conjunto motor bomba) (%)	
kW	Hp	Bomba con motor sumergible	Bomba con motor externo
5,6 - 14,9	7,5-20	35	52
15,7 - 37,3	21-50	47	56
38,0 - 93,3	51-125	57	60
94,0 - 261	126-350	59	64

Para efectuar específicamente la rehabilitación de los pozos, ésta debe realizarse observando las técnicas señaladas en el manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento de la Comisión Nacional del Agua.

7. Muestreo

En este caso no aplica, ya que, todos los sistemas de bombeo de pozo profundo deben ser evaluados periódicamente para vigilar su eficiencia electromecánica.

8. Método de prueba

Para la determinación de la eficiencia energética del sistema de bombeo se precisa como prueba única la incluida en este Proyecto de Norma de Oficial Mexicana.

8.1 Medición de los niveles de bombeo y presión de descarga

Sonda Eléctrica: Este dispositivo consiste de conductores eléctricos con forro de plástico; una fuente de energía eléctrica (baterías); un timbre de alarma tipo casero o un ampérmetro. Mientras bajan los alambres al pozo se observa el ampérmetro o el timbre y al momento en que dicho ampérmetro marque corriente o suene el timbre, es cuando las dos puntas desnudas inferiores tocan la superficie del agua cerrándose el circuito. El largo del alambre desde su extremo inferior hasta el nivel de referencia indica el nivel estático (o dinámico) en el pozo. La exactitud del instrumento calibrado es de 0,5%.

Sonda Neumática: Este dispositivo consiste de un manómetro, una bomba de aire y la cantidad necesaria de tubo galvanizado de 6,35 mm (1/4 in) de diámetro.

El tubo galvanizado se coloca en el pozo convenientemente antes de asentar la bomba sobre su cimiento, y su largo debe ser por lo menos el mismo de la columna más el largo del cuerpo de tazones. Su extremo inferior no debe estar en la proximidad del fondo del pozo o cerca del colador, porque las mediciones quedarían afectadas por la turbulencia del agua, provocada por la formación del cono de succión, cuando el equipo está en operación. Se debe tener cuidado de medir el largo total exacto del tubo, desde su extremo inferior hasta el nivel de referencia y registrar este valor para evaluaciones posteriores. Para este instrumento su exactitud en porcentaje es igual a 0,25.

Manómetro de Descarga: Generalmente es tipo Bourdon y su lectura es directa.

8.2 Medición de gasto y frecuencia de rotación

8.2.1 Medición de gasto

Tubo de Pitot: Este instrumento correlaciona la carga de velocidad con el flujo. La distribución de la carga de velocidad en la tubería no es uniforme y para obtener una exactitud aceptable son recomendables múltiples puntos de medición en la sección transversal de la tubería. Se recomienda su uso en sistemas de bombeo con descarga a una tubería de presión. Las dimensiones mínimas de una instalación de este tipo se muestran en la figura 1.

Orificio calibrado: Son generalmente circulares y se encuentran dentro del tubo horizontal o en su extremo de descarga. Cuando el orificio se encuentra en el tubo, la descarga no es libre y la carga debe medirse en puntos situados aguas arriba y abajo, respecto al orificio. Esta carga se mide generalmente con un manómetro. Los tubos de uso más generalizado en riego agrícola tienen localizado el orificio en la descarga del tubo. Las dimensiones mínimas de una instalación típica se muestran en la figura 2.

Método de la escuadra: Para medir el flujo en tubos horizontales es necesario medir una distancia horizontal y una vertical. La primera se mide desde la cúspide del interior del tubo hasta un punto de intersección con la componente vertical como se muestra en la figura 3. Este método de medición de flujo es práctico y rápido, se aplica a tubos horizontales con descarga libre llenos o parcialmente llenos.

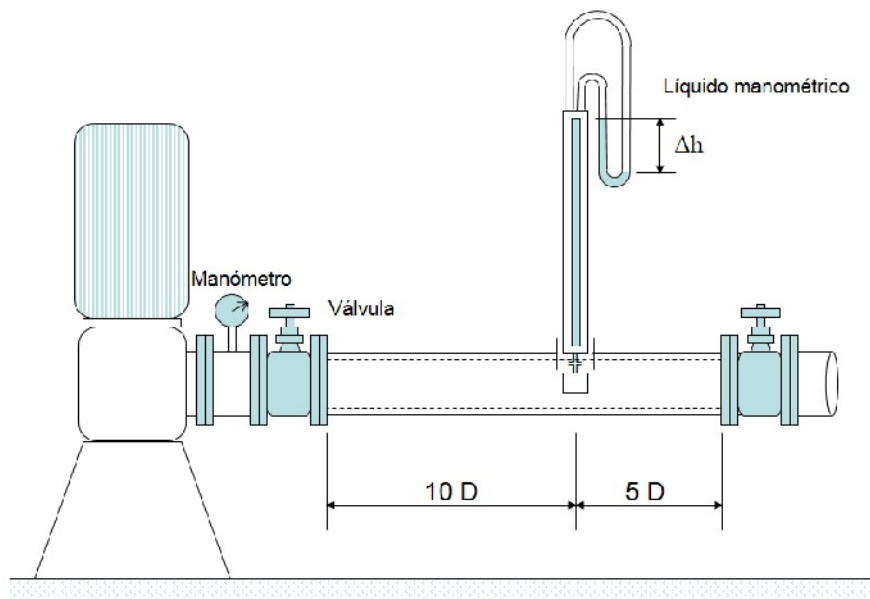
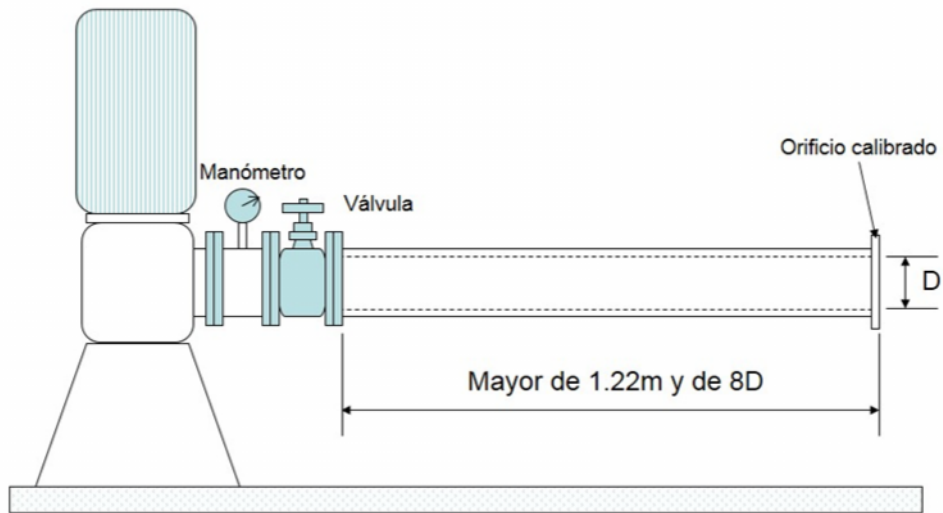
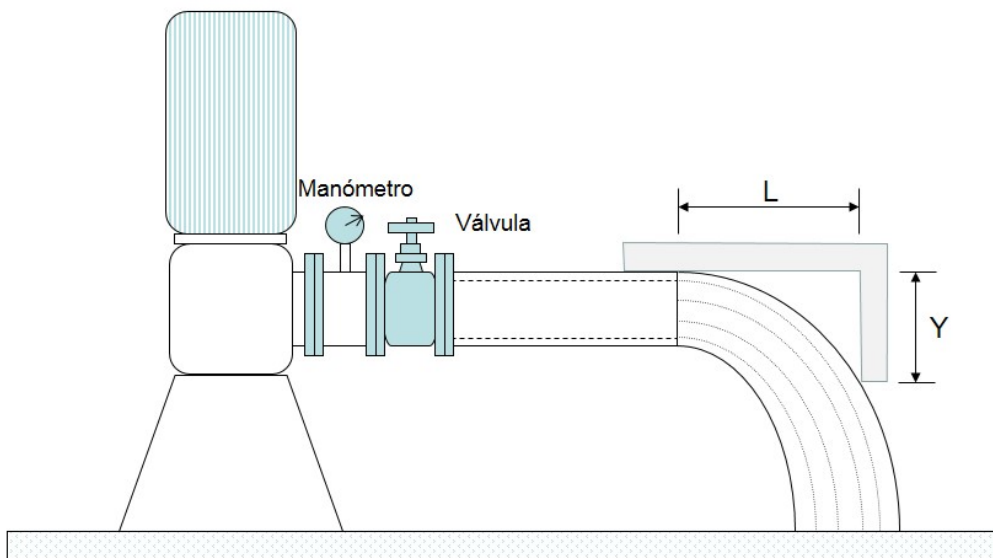


FIGURA 1.- Medición de flujo con tubo de pitot



2.- Medición de flujo mediante orificio calibrado.



3.- Medición de flujo por el método de la escuadra.

8.2.2 Medición de la frecuencia de rotación.

Se emplea para la corrección de los valores de flujo, carga y potencia de acuerdo a las leyes de afinidad de las bombas.

Para bombas con motor externo, se determina mediante tacómetro óptico y su lectura es directa.

Para bomba y motor sumergibles mediante bobina de inducción: Componente que incluye un alambre aislado de longitud l , sección s y número de vueltas n , por el que circula una corriente eléctrica, midiendo la frecuencia de deslizamiento.

Cuando la prueba se realiza 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 siguientes ecuaciones que expresan las leyes de afinidad.

$$q_o = q_l \left(\frac{n_o}{n_l} \right) \quad H_o = H_l \left(\frac{n_o}{n_l} \right)^2 \quad P_o = P_l \left(\frac{n_o}{n_l} \right)^3$$

donde:

PARAMETROS NOMINALES		PARAMETROS LEIDOS DURANTE LA PRUEBA	
q_0	Flujo;	q_1	Flujo;
H_0	Carga total;	H_1	Carga total;
P_0	Potencia requerida por la bomba;	P_1	Potencia requerida por la bomba;
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 especificada por el fabricante no excede del $\pm 20\%$.

8.3 Medición de la potencia eléctrica

Potencia eléctrica requerida. La medición de la potencia requerida por el sistema para efectos de este Proyecto de Norma Oficial Mexicana se obtiene a partir de las mediciones eléctricas de corriente, tensión y factor de potencia y es calculada como se indica en la definición de potencia de entrada al motor o empleando un watt-metro cuando la medición es directa.

8.4 Inspección y operación preliminares

Todas las partes involucradas en el diagnóstico de la bomba deben hacer una inspección de la instalación, tan completa como sea posible, para determinar el cumplimiento de los requerimientos de la propia instalación y la conexión correcta de toda la instrumentación. En la satisfacción de estos requerimientos la bomba debe ponerse en marcha y, tanto la bomba como la instrumentación deben revisarse inmediatamente para identificar cualquier evidencia de mal funcionamiento. Debe realizarse también una revisión inmediata del nivel del agua, procediendo a realizar revisiones periódicas adicionales hasta que el nivel se estabilice en conformidad de las partes. Cualquier evidencia de mala operación o presencia de gas o material abrasivo dentro del pozo deberá indicarse en ese instante. También debe realizarse una revisión preliminar de todos los valores de la prueba para la conformación de las lecturas, además de realizarse una revisión final por si se percibe una mala operación.

8.5 Registros

El responsable debe llenar, antes de iniciar la prueba, el formato correspondiente a la información general del sistema y equipos, datos de placa de la bomba y el motor, tipo de instrumentación empleada, etc., tal como se indica en el formato A.

Las lecturas del nivel dinámico, presión de descarga, flujo, medición de la tensión, corriente y factor de potencia, son tomadas en el punto de operación normal, y registradas en el formato B, realizando como mínimo tres lecturas de todos los parámetros indicados, con intervalos de tiempo de 15 minutos. El procedimiento que se recomienda para toma de lecturas es hacer observaciones continuas al menos durante 1 minuto y registrar los valores promedio para ese punto de prueba.

En el reporte final deben registrarse también las constantes y multiplicadores de los instrumentos de medición, constantes básicas y fórmulas usadas que no se enlisten en el procedimiento y todas las dimensiones del pozo indicadas en las figuras 1, 2 o 3 (según sea el caso). Se deben incluir por mutuo acuerdo los datos u observaciones adicionales, copia de los datos de prueba y las certificaciones de calibración de los instrumentos.

8.6 Observaciones durante la prueba

Durante la prueba en campo es necesario que al menos dos personas estén presentes y que todas las observaciones que se realicen se anoten en las hojas de captura y se comenten entre los presentes, con la finalidad de tomar acuerdos al respecto. Si la localización de los instrumentos lo permite debe preferirse que los registros de cada lectura se verifiquen de conformidad por todas las partes.

Es difícil evaluar el efecto de las fluctuaciones en las lecturas porque puede presentarse una variable de amortiguamiento en algunos instrumentos, sin embargo, es deseable que las partes acuerden el seguimiento de la prueba para las lecturas mínimas (o máximas) de los instrumentos.

8.7 Cálculos

Todos los cálculos involucrados en el desarrollo de la prueba 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 $\pm 4,5\%$ del valor garantizado por el fabricante. El cálculo de la tolerancia se determina como se indica en el formato C.

FORMATO A. REPORTE DE PRUEBAS EN CAMPO

PROPIETARIO:				
DOMICILIO:				
LOCALIZACION DEL POZO:				
PARAMETROS GARANTIZADOS DE LA BOMBA		TIPO: Vertical Sumergible	MARCA:	
CARGA TOTAL (m):		No. PASOS:	FLUJO (m ³ /s):	
			EFICIENCIA (%):	
DATOS DE LA COLUMNA		DIAMETRO DE SUCCION (m):	DIAMETRO DE LA FLECHA (m):	
DATOS DE PLACA DEL MOTOR		MARCA:	EFICIENCIA (%):	POTENCIA (kW):
		TENSION (V):	CORRIENTE (A):	FRECUENCIA DE ROTACION (RPM):
INSTRUMENTOS DE MEDICION		TIPO	CERTIFICADO DE CALIBRACION	
			Exactitud (%)	Expedido por Fecha de vencimiento
FLUJO				
PRESION DE DESCARGA				
NIVEL DINAMICO		SONDA ELECTRICA :		
		SONDA NEUMATICA :		
POTENCIA ELECTRICA (MEDICION DIRECTA)				
POTENCIA ELECTRICA	Vóltmetro			
MEDICION INDIRECTA	Ampérmetro			
	Factorímetro			
DURACION DE LA PRUEBA		FECHA:	RESPONSABLE:	
HORA DE INICIO:			HORA DE FINALIZACION:	

FORMATO B. REPORTE DE PRUEBAS EN CAMPO

#	SIMBOLO	DESCRIPCION	1	2	3	4
1	D_i	DIAMETRO INTERNO DE LA TUBERIA (m)				
2	n	FRECUENCIA DE ROTACION (RPM)				
3	ND	NIVEL DINAMICO (m)				
4	x	DISTANCIA DESDE EL NIVEL DE REFERENCIA A LA LINEA DE CENTROS DEL MANOMETRO (m)				
5	P_1	LECTURA DEL MANOMETRO A LA DESCARGA (m)				
6	P_m	PRESION A LA DESCARGA = [(4) + (5)] (m)				
7	A	AREA DEL TUBO A LA DESCARGA = $[3,141\ 592 \times (1)^2/4]$ (m ²)				
8	qv	FLUJO (m ³ /s)				
9	h_v	CARGA DE VELOCIDAD = $[(8)/(7)]^2 / 19,613\ 3$ (m)				
10	h_{fc}	PERDIDAS DE FRICCION EN LA COLUMNA (m)				
11	h_d	CARGA A LA DESCARGA = [(6) + (9) + (10)] (m)				
12	H	CARGA TOTAL = [(3) + (11)] (m)				
13	I_A I_B I_C I	CORRIENTE LINEA A CORRIENTE LINEA B CORRIENTE LINEA C PROMEDIO = $[(I_A + I_B + I_C) / 3]$ (A)				
14	V_{AB} V_{AC} V_{BC} V	TENSION FASE AB TENSION FASE AC TENSION FASE BC PROMEDIO = $[(V_{AB} + V_{AC} + V_{BC}) / 3]$ (V)				
15	fp_A fp_B fp_C fp	FACTOR DE POTENCIA LINEA A FACTOR DE POTENCIA LINEA B FACTOR DE POTENCIA LINEA C PROMEDIO = $[(fp_A + fp_B + fp_C) / 3]$ (%)				
16	P_e	POTENCIA DE ENTRADA AL MOTOR = $1,732 \times (13) \times (14) \times (15) \times 10^{-3}$ (kW)				
17	P_s	POTENCIA DE SALIDA DE LA BOMBA = $[(8) \times (12) \times 9,806 \times 10^{-3}]$ (kW)				
18	h	EFICIENCIA ELECTROMECHANICA = $[(17) / (16)] \times 100$ (%)				

FORMATO C. EXACTITUD ESPERADA DE LA PRUEBA EN CAMPO

MEDICION	INSTRUMENTO	EXACTITUD %	EXACTITUD AL CUADRADO
Carga a la descarga			-----
Nivel dinámico			-----
Promedio ponderado de la exactitud de la carga*. (A1)	-----	-----	
Flujo (A ₂)			
Potencia (A ₃)			
Suma de la exactitud elevada al cuadrado (A ₁ ² + A ₂ ² + A ₃ ²) ^{1/2}	-----	-----	-----
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:

$$(Exactitud\ ND) \frac{ND}{H} + (exactitud\ hd) \frac{hd}{H} = \text{promedio ponderado de la exactitud de la carga.}$$

OBSERVACIONES DURANTE LA PRUEBA

9. Procedimiento para la evaluación de la conformidad

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

9.1 Objetivo

Este Procedimiento para la Evaluación de la Conformidad (PEC), establece los lineamientos a seguir por las unidades de verificación acreditadas y aprobadas conforme a la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, en la aplicación del Proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-006-2014, Eficiencia energética electromecánica en sistemas de bombeo para pozo profundo en operación. Límites y métodos de prueba.

9.2 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).

9.3 Definiciones

Para los efectos de este instrumento se entenderá, además de lo dispuesto por la Ley Federal sobre Metrología y Normalización y su Reglamento, lo siguiente:

Acta Circunstanciada: Documento expedido por una unidad de verificación durante las actividades de verificación en sitio.

Autoridad competente: Secretaría de Energía (SENER); Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE), conforme a sus atribuciones.

Asignatario: Dependencia u organismo descentralizado de la administración pública federal, estatal o municipal que explota, usa o aprovecha aguas nacionales mediante asignación otorgada por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).

Concesionario: Persona física o moral que explote, use o aproveche aguas nacionales mediante concesión otorgada por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).

Dictamen de verificación: Documento foliado y elaborado en papel seguridad que emite la UV y firma bajo su responsabilidad, quien analizó y constató el cumplimiento del sistema de bombeo en operación, contra los requisitos establecidos por la NOM.

Entidad de acreditación: La autorizada en los términos de la Ley, para reconocer la competencia técnica y confiabilidad de los organismos de certificación, de los laboratorios de prueba, de los laboratorios de calibración y de las unidades de verificación para evaluar la conformidad;

Evaluación de la conformidad: La determinación del grado de cumplimiento del sistema con la NOM, mediante la verificación.

Informe técnico: Documentación que incluye: listas de verificación, informes de resultados y, en su caso, el informe de incumplimientos fundamentados en la NOM y las evidencias objetivas efectuadas por el interesado.

Interesado: Toda persona física o moral legalmente establecida, la cual puede tener actividades tales como: concesionario o asignatario, y que solicita se evalúe la conformidad de su sistema;

Lista de verificación: Documentos que utiliza la unidad de verificación, en la verificación del sistema (examen de documentos) y en cada visita de verificación, como evidencia objetiva de la evaluación de la conformidad con la NOM.

Persona acreditada: La unidad de verificación, acreditada ante una entidad de acreditación y aprobada por la CONUEE para la evaluación de la conformidad;

Proyecto del sistema de bombeo para pozo profundo: Conjunto de documentos correspondientes a un sistema de bombeo para pozo profundo que se ha de construir o a partir de los cuales se ha construido. Los documentos son: datos constructivos del pozo croquis de localización del pozo, el domicilio del pozo, las coordenadas de ubicación, nombre del concesionario, el volumen concesionado por la CONAGUA, registro eléctrico del pozo integrado por: los planos eléctricos, curvas de resistividad (normal corta, normal larga y lateral o inversa), curva de potencial espontáneo (S.P.), registro estratigráfico (corte litológico), diseño final del pozo, videograbación del acabado interior del pozo hasta la profundidad total, memoria descriptiva y de cálculo, reporte diario de perforación y resultado del aforo inicial, datos y curvas de diseño del equipo electromecánico seleccionado, copia de la factura del medidor de volúmenes con número(s) de serie, así como, la información que pueda ayudar a evaluar el sistema de bombeo. Esta información debe ir firmada por el responsable del proyecto.

Responsable del proyecto: Persona física que sea arquitecto, ingeniero electricista, ingeniero mecánico o ingeniero en ramas afines con especialidad en ingeniería eléctrica, titulado con cédula profesional, con conocimientos para diseñar, calcular y supervisar, una instalación de sistema de bombeo para pozo profundo.

Representante legal: Persona física o moral que actúa a nombre del interesado, poseedor u operador del sistema de bombeo donde se ubica el pozo, de conformidad con el poder otorgado a su favor.

UV: Unidad de verificación, la persona física o moral que realiza actos de verificación, conforme a lo dispuesto en la LFMN, que se encuentra debidamente acreditada y aprobada para verificar el cumplimiento con la NOM.

Visita de Verificación: son las visitas que se efectúan al sitio donde se encuentra instalado el sistema de bombeo, con el objeto de verificar su cumplimiento con la NOM;

9.4. Disposiciones generales

9.4.1 La evaluación de la conformidad debe realizarse por unidades de verificación, acreditadas y aprobadas en la NOM conforme lo dispuesto en la Ley.

9.4.2 La CONUEE aprobará a las unidades de verificación que cuenten con acreditación vigente, en los términos establecidos por la Ley;

9.4.3 El interesado debe seleccionar una unidad de verificación, debidamente acreditada y aprobada, para obtener su dictamen de verificación para lo cual, la CONUEE actualizará periódicamente su página electrónica con el listado de todas las personas aprobadas;

9.4.4 Los gastos que se originen por los servicios de evaluación de la conformidad, serán a cargo del interesado conforme a lo establecido en el artículo 91 de la Ley;

9.4.5 Se podrán realizar visitas de verificación sin previo aviso, cuando medie denuncia formal, fehaciente y perfectamente documentada del incumplimiento a la NOM.

9.5. Procedimiento

El procedimiento de verificación será llevado bajo el siguiente tenor:

9.5.1 El interesado solicitará por escrito a la unidad de verificación, que haya elegido, la evaluación de conformidad del sistema de bombeo con la NOM y ésta a su vez, entregará el formato de solicitud de verificación correspondiente;

9.5.2 El interesado llenará el formato de solicitud de verificación en original y lo acompañará con el programa de actividades para determinación de la eficiencia del sistema de bombeo para pozo profundo en operación a verificar (ejemplo de solicitud en el Apéndice 3 informativo);

9.5.3 La UV, de común acuerdo con el interesado, debe establecer los términos y las condiciones de los trabajos de verificación. El interesado debe entregar a la UV la información necesaria para realizar la verificación de este PEC, independientemente de la que se acuerde en los términos y condiciones de los trabajos de verificación.

9.5.4 La falta de participación del interesado durante la verificación o su negativa a firmar el acta circunstanciada, no afectará su validez.

9.5.5 Si el sistema no cumple con lo establecido en la NOM, la UV debe informar al interesado y asentar en el acta circunstanciada y en el informe técnico, los hallazgos (observaciones y no conformidades) encontrados y entregará copia de dichos documentos al interesado. De común acuerdo con el interesado se debe establecer el plazo para que se realicen las modificaciones pertinentes.

9.5.6 Si el sistema cumple con lo establecido en la NOM, la UV debe entregar al interesado original y copia del dictamen de verificación.

9.5.7 Los interesados, a quienes se haya levantado un acta circunstanciada, pueden formular observaciones en el acto de la diligencia y ofrecer pruebas en relación con los hechos contenidas en éstas o por escrito, hacer uso de este derecho dentro del término de 5 días siguientes a la fecha en que se haya levantado dicha acta.

9.5.8 El interesado debe realizar, dentro del plazo acordado, las modificaciones pertinentes y avisar a la UV para que verifique nuevamente el sistema de bombeo. En caso de no cumplirse nuevamente, se puede repetir el proceso hasta lograr que el sistema de bombeo cumpla con la NOM.

9.5.9 Los trabajos de verificación concluyen con la entrega del Dictamen de Verificación al interesado.

9.6 Documentación

9.6.1 Con fundamento en los artículos 73, 84, 85, 86, 87 y 88 de la LFMN y 80 de su Reglamento, la UV debe entregar o enviar a la Conuee, dentro de los primeros veinte días siguientes al vencimiento de cada trimestre del año calendario, un informe de dictámenes de verificación emitidos en el periodo, en el formato indicado en el Apéndice 2 normativo. En el caso de no haber emitido ningún dictamen durante el trimestre, deberá notificarlo por escrito por el conducto y en el plazo antes citado. La Conuee establecerá un sistema alternativo para el envío y recepción de los informes de dictámenes de verificación antes mencionados.

9.6.2 La UV debe llevar registros de las solicitudes de servicio recibidas y de los contratos de servicios de verificación celebrados.

9.6.3 La UV debe conservar durante cinco años para aclaraciones o auditorías, registros de los siguientes documentos que harán evidencia objetiva, para fines administrativos y legales.

a) Solicitud de servicios de verificación.

b) Contratos de servicios de verificación.

c) Actas circunstanciadas.- En las cuales se hará constar como mínimo: hora, día mes, y año del inicio y de conclusión de la visita de verificación; nombre, denominación o razón social del interesado, calle, número, población o colonia, municipio o delegación, código postal y entidad federativa, en que se encuentre ubicado el lugar donde se practique la visita de verificación; dos testigos indicando nombre y cargo de la persona con quien se entiende la diligencia; y nombre y firma de quienes la llevaron a cabo y la información relativa a las no conformidades encontradas, así como los datos relativos a la actuación y declaración del visitado, si quisiera hacerla, mismos que documenta como evidencia objetiva de la evaluación de la conformidad con la NOM.

d) Informes técnicos.

e) Copia de los dictámenes de verificación emitidos.- En los cuales consta el cumplimiento de la instalación con la NOM, así como los datos relativos a la instalación (ver el dictamen de verificación en el Apéndice 1 normativo).

9.6.4 Los documentos deben mantenerse en el archivo activo disponible en el domicilio de la UV, como mínimo dos años a partir de su fecha de emisión, al término de los cuales se pueden enviar al archivo pasivo, pero en cualquier caso, deben mantenerse en el mencionado archivo pasivo, tres años como mínimo, antes de poder proceder a su destrucción.

10. Vigilancia

La Secretaría de Energía, a través de la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía, es la autoridad competente para vigilar el cumplimiento del presente Proyecto de Norma Oficial Mexicana, una vez publicado como Norma Oficial Mexicana definitiva y otorgará un plazo máximo de seis meses, a partir de la fecha de notificación de baja eficiencia (eficiencia electromecánica menor en 10% a los valores establecidos en la Tabla 1), para que el sistema cumpla con los requerimientos marcados en este Proyecto de Norma Oficial Mexicana.

La compañía suministradora de energía eléctrica debe cumplir con lo establecido en la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica y su Reglamento, así como con la NOM-001-SEDE-2012, Instalaciones eléctricas.

El usuario debe cumplir con las disposiciones de la norma NOM-001-SEDE-2012, Instalaciones eléctricas, que regula las instalaciones destinadas al suministro y uso de la energía eléctrica, además debe tener registrados en una bitácora los siguientes datos:

- Número de registro del pozo en la CONAGUA;
- Número de medidor volumétrico de la CONAGUA;
- Número de contrato y del medidor de la Comisión Federal de Electricidad;
- Consumo de energía eléctrica en un periodo determinado, preferentemente mensual;
- Volumen de agua extraído en el periodo de consumo de energía eléctrica;
- Indicar la fecha en que se hayan realizado reparaciones y/o mantenimiento, así como, una breve descripción de los trabajos realizados.

11. Sanciones

El incumplimiento del presente Proyecto de Norma Oficial Mexicana, una vez publicado como Norma Oficial Mexicana definitiva, será sancionado conforme a lo dispuesto por la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica y su Reglamento y demás disposiciones legales aplicables.

12. Bibliografía

- NOM-016-ENER-2010, Eficiencia energética de motores de corriente alterna, trifásicos, de inducción, tipo jaula de ardilla, en potencia nominal de 0,746 a 373 kW. Límites, método de prueba y marcado.
- ANSI/HI 14.6-2011, American National Standard for Rotodynamic Pumps for Hydraulics Performance Acceptance Tests
- ANSI/AWWA E103-07 Horizontal and Vertical Line-Shaft Pumps

13. Concordancia con normas internacionales

Este Proyecto de Norma Oficial Mexicana no concuerda con normas internacionales, por no existir referencia sobre el tema tratado en el mismo, al momento de elaborarlo.

14. Transitorios

Unico. El presente Proyecto de Norma Oficial Mexicana, una vez publicado como Norma Oficial Mexicana definitiva, en el Diario Oficial de la Federación, entrará en vigor 120 días naturales después de su publicación, y a partir de esa fecha todos los sistemas de bombeo comprendidos dentro del campo de aplicación de la norma, serán verificados con base a la misma.

Sufragio Efectivo. No Reelección.

México, D.F., a 13 de junio de 2014.- 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.

Apéndice 1

Normativo

Dictamen de verificación de los sistemas de bombeo para pozo profundo, PROY-NOM-ENER-006-2014

De conformidad con lo dispuesto en los artículos 3o. Fracciones IV-A, XVII, 68, 70, 70-c, 73, 74, 84, 85, 86, 87, 88, 91, 92, 94, 97, 98 y 99 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 28 y 29 de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica; 56, 57 y 58 de su reglamento y demás disposiciones legales aplicables, en mi carácter de representante legal de la Unidad de Verificación con registro número: _____, con acreditación vigente de fecha: _____ entregada por la Entidad Mexicana de Acreditación. Autorizada y aprobación vigente de la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía otorgada en oficio No. _____ de fecha: _____ y habiéndose aplicado el procedimiento de evaluación de la conformidad correspondiente a los sistemas de bombeo para pozo profundo en operación que se describen a continuación:

Dictamen No. _____ Fecha: _____

Nombre o razón social del propietario: _____

Giro de la instalación: _____

Descripción del sistema de bombeo:

Potencia del motor acoplado a la bomba (kW)	_____	Eficiencia del sistema verificado (%)	_____	Cumple con la NOM	_____
---	-------	---------------------------------------	-------	-------------------	-------

Ubicación del sistema de bombeo:

Calle y número: _____

Colonia o Población: _____

Municipio o Delegación: _____

Ciudad y estado: _____

Código Postal: _____

Propietario o representante

Nombre: _____

Teléfono: _____

E-mail: _____

CERTIFICO, en los términos establecidos en el artículo 28 de la Ley de Servicio Público de Energía Eléctrica, que los sistemas de bombeo de pozo profundo en cuestión cumplen con las disposiciones aplicables de la Norma Oficial Mexicana NOM-006-ENER-2014, Eficiencia energética electromecánica en sistemas de bombeo para pozo profundo en operación. Límites y métodos de prueba.

Declaro bajo protesta de decir verdad, que los datos asentados en el presente dictamen de Verificación son verdaderos, acepto la responsabilidad que pudiera derivarse de la veracidad de los mismos, haciéndome acreedor a las sanciones, que en su caso, procedan.

EL TITULAR O REPRESENTANTE LEGAL DE LA UNIDAD DE VERIFICACION

Nombre y Firma

Domicilio: _____

Teléfono: _____ E-mail: _____

**Apéndice 2
Normativo**

Informe Trimestral de Dictámenes de Verificación emitidos de acuerdo con la PROY-NOM-006-ENER-2014, Eficiencia energética en sistemas de bombeo para pozo profundo en operación. Límites y métodos de prueba.

Trimestre (No. y Año): _____ Fecha de emisión del Informe
(día/mes/año): _____

Nombre: _____ Registro de Unidad
de Verificación: _____

Calle y No.: _____ Colonia: _____

Delegación o Municipio: _____ C.P.: _____

Correo electrónico: _____

No. Dictamen	Fecha de emisión	Potencia del motor acoplado a la bomba (HP)	Eficiencia del sistema (%)	Tipo de motor del sistema (externo o Sumergible)	Domicilio

Relacionar todos los dictámenes de verificación emitidos en este formato, utilizando el número de hojas que se requieran.

Declaro bajo protesta de decir verdad, que los datos asentados en el presente informe son verdaderos, acepto la responsabilidad que pudiera derivarse de la veracidad de los mismos, haciéndome acreedor a las sanciones que, en su caso, proceden.

Nombre o razón social y firma del titular o representante legal de la Unidad de Verificación

Apéndice 3
Informativo
Ejemplo de solicitud de Verificación

Logotipo de la UV	Verificación de sistemas de bombeo sujetos a cumplimiento de la Norma Oficial Mexicana NOM-006-ENER-2014.
----------------------	---

Solicitud de verificación de sistema de bombeo en la:

NOM-006-ENER-2014

A. Nombre, Denominación o Razón Social: _____

B. Registro Federal de Contribuyentes (RFC), o Clave Unica de Registro de Población (CURP) (Personas Físicas):

RFC: _____ CURP: _____

C. Domicilio:

Calle y número: _____

Colonia: _____ Municipio/Delegación: _____

Ciudad y Estado: _____ Código Postal: _____

*Teléfono: _____ *Fax: _____ **E-mail: _____

*** Es opcional el llenado de este dato.**

** Acepto se me notifique cualquier información de mi trámite, incluso la resolución por medio electrónico:

Si () No ()

D. Nombre(s) de la(s) persona(s) autorizada(s) responsable de los trabajos por parte del concesionario o asignatario: _____

E. Fecha programada de inicio y desarrollo de los trabajos: _____

F. Lugar y fecha de emisión: _____

G. Nombre y firma, del interesado o su representante legal: _____

Nota: El presente formato de solicitud de trámite debe de estar acompañado por los siguientes documentos:

- Copia y original para cotejo, de la Acreditación de personalidad en el caso de ser representante legal, además deberá presentar copia del instrumento público donde se le nombra como tal.
- Croquis donde se realizará la verificación.

Apéndice 4

Informativo

Factores de Conversión

Para Convertir	a	Multiplicar por
l/s	m ³ /s	0,001
GPM	l/s	0,06309
kg/cm ²	m.c.a.	10
kg/cm ²	Pa	9,806 x 10 ⁴
m.c.a.	Pa	9,806 x 10 ³
hp	kW	0,7457

Apéndice 5
Informativo

Pérdidas por fricción en la columna

Pérdidas de Carga por Fricción en la Columna de Bombas Tipo Turbina con Motor Externo
En metro por cada 100 m o en pie por cada 100 pies. Para gastos de 3,15 a 41,31 lps (50 a 750 GPM)

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

Apéndice 5 (continuación)

Informativo

Pérdidas de Carga por Fricción en la Columna de Bombas Tipo Turbina con Motor Externo
En metro por cada 100 m o en pie por cada 100 pies. Para Gastos de 50,46 a 315,40 lps (800 a 5000 GPM)

Columna		6"	8"					10"					12"											
Flecha (pulgada)		1	1	1 1/4	1 1/2	1 15/16	2 3/16	2 7/16	1	1 1/4	1 1/2	1	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
GPM	lps																							
800	50,46	8,60	2,00	2,20	2,60	3,60	5,20						0,90	1,30										
900	56,77	10,70	2,50	2,70	3,20	4,50	6,40				1,00	1,20	1,60											
100	63,08		3,00	3,20	3,90	5,40	7,80			1,00	1,20	1,40	1,90											
110	69,39		3,50	3,80	4,60	6,40	9,40		1,00	1,20	1,40	1,70	2,20											
120	75,70		4,20	4,50	5,40	7,50		1,10	1,20	1,40	1,60	2,00	2,60											
130	82,00		4,80	5,20	6,20	8,80		1,20	1,40	1,60	1,90	2,30	3,00											
140	88,31		5,50	6,00	7,20	10,00		1,40	1,60	1,80	2,20	2,70	3,50											
1500	94,62		6,20	6,80				1,60	1,80	2,00	2,50	3,00	3,90			0,90	1,10	1,30	1,50	1,80	2,10	2,50	3,00	
1600	100,93		6,90	7,60				1,80	2,00	2,30	2,80	3,40	4,50		0,90	1,00	1,20	1,40	1,60	1,80	2,10	2,50	3,00	
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	2,10	2,50	3,00	3,50	4,00	
2000	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	2,50	3,00	3,50	4,00	4,50	
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	3,00	3,50	4,00	4,50	5,10	
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	3,50	4,00	4,50	5,10	5,70	
2600	164,01							4,30	4,90	5,60	6,80	8,20		1,90	2,20	2,50	2,90	3,30	3,80	4,30	4,80	5,40	6,00	
2800	176,62							5,00	5,60	6,40	7,80	9,40		2,20	2,50	2,90	3,30	3,80	4,30	4,80	5,40	6,00	6,60	
3000	189,24							5,60	6,40	7,20	8,90			2,50	2,90	3,30	3,80	4,30	4,80	5,40	6,00	6,60	7,20	
3200	201,86							6,30	7,10	8,20	10,00			2,80	3,20	3,70	4,30	4,80	5,40	6,00	6,60	7,20	7,80	
3400	214,47							7,00	8,00	9,10				3,10	3,60	4,10	4,80	5,40	6,00	6,60	7,20	7,80	8,40	
3600	227,09							7,80	8,90					3,50	4,00	4,60	5,40	6,00	6,60	7,20	7,80	8,40	9,00	
3800	239,70							8,70	9,80					3,90	4,40	5,10	5,90	6,60	7,20	7,80	8,40	9,00	9,60	
4000	252,32							9,60						4,20	4,80	5,60	6,50	7,20	7,80	8,40	9,00	9,60	10,20	
4250	268,09													4,80	5,30	6,30	7,20	7,80	8,40	9,00	9,60	10,20	10,80	
4500	283,86													5,30	6,00	7,00	8,00	8,60	9,20	9,80	10,40	11,00	11,60	
4750	299,63													5,80	6,60	7,80	8,80	9,40	10,00	10,60	11,20	11,80	12,40	
5000	315,40													6,40	7,30	8,50	9,70	10,40	11,00	11,60	12,20	12,80	13,40	

Apéndice 5 (continuación)

Informativo

Pérdidas de Carga por Fricción en Columna de Bombas Sumergibles. En metro por cada 100 m o en pie por cada 100 pies

Para gastos de 1,58 a 31,54 lps (25 a 500 GPM) léase a la izquierda de la doble línea
Para gastos de 37,85 a 378,48 lps (600 a 6000 GPM) léase a la derecha de la doble línea

Diámetro de Columna		2"	2 ½"	3"	4"	5"	6"	8"	10"	12"	14"	Diámetro de Columna	
GPM	lps											lps	GPM
25	1,58	1,27	0,54			5,89	2,41	0,60				37,85	600
30	1,89	1,78	0,75			7,82	3,20	0,80				44,16	700
35	2,21	2,36	0,99			10,00	4,10	1,02	0,35			50,46	800
40	2,52	3,02	1,27	0,44		12,50	5,10	1,27	0,44			56,77	900
45	2,84	3,76	1,58	0,55		15,20	6,20	1,54	0,53			63,08	1000
50	3,15	4,57	1,92	0,67			7,40	1,84	0,63	0,26		63,39	1100
60	3,78	6,42	2,69	0,94	0,25		8,70	2,16	0,74	0,30		75,70	1200
70	4,42	8,52	3,58	1,25	0,33		10,00	2,52	0,86	0,35		82,00	1300
80	5,05	10,90	4,59	1,60	0,42		11,50	2,88	0,99	0,40		88,31	1400
90	5,68	13,50	5,72	1,98	0,54			3,27	1,12	0,45		94,62	1500
100	6,31	16,50	6,91	2,41	0,64	0,21		3,68	1,26	0,51	0,33	100,93	1600
120	7,57	23,10	9,71	3,38	0,90	0,30		4,13	1,42	0,57	0,37	107,24	1700
140	8,83		12,90	4,50	1,20	0,40		4,57	1,57	0,64	0,41	113,54	1800
160	10,09		16,60	5,77	1,53	0,51		5,08	1,74	0,71	0,45	119,85	1900
180	11,35		20,60	7,12	1,91	0,64		5,59	1,91	0,78	0,50	126,16	2000
200	12,62			8,70	2,32	0,77		8,43	2,88	1,17	0,76	157,70	2500
220	13,88			10,40	2,77	0,92			4,04	1,64	1,06	189,24	3000
240	15,14			12,20	3,25	1,08			5,50	2,18	1,40	220,78	3500
260	16,40			14,10	3,77	1,25			6,90	2,79	1,79	252,32	4000
280	17,66			16,20	4,32	1,44				3,46	2,23	283,86	4500
300	18,92				4,91	1,64	0,67			4,21	2,71	315,40	5000
350	22,08				6,54	2,17	0,88				3,24	346,94	5500
400	25,23				8,36	2,78	1,14				3,80	378,48	6000
450	28,39				10,40	3,46	1,42						
500	31,54				12,60	4,21	1,72						

